

Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf an Knotenpunkten mit Fahrstreifensubtraktion

FA 2.218

Forschungsstellen: Brilon Bondzio Weiser, Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH, Bochum / Technische Universität Dresden, Institut für Verkehrsanlagen

Bearbeiter: Weiser, F. / Sillus, A. / Gräber, A. / Lippold, C. / Kleinschmidt, P.

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

Abschluss: September 2005

1. Aufgabenstellung

Das Forschungsprojekt untersuchte die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf an Autobahnausfahrten mit Fahrstreifensubtraktion. Es handelt sich dabei um Ausfahrten, an denen ein Fahrstreifen der stromaufwärts liegenden Richtungsfahrbahn subtrahiert, d. h. als ein Fahrstreifen der Ausfahrt weitergeführt wird. Unter den Ausfahrtstypen, die in den RAL-K-2 (FGSV, 1976) für die Anwendung an durchgehenden Fahrbahnen dargestellt sind, zeigt nur der Ausfahrtstyp A 4 eine solche Fahrstreifensubtraktion. Mit den AH-RAL-K-2 (FGSV, 1994) wurde zusätzlich der Ausfahrtstyp A 5 eingeführt, der in der o. g. Quelle in Form einer "Gabelung" einer dreistreifigen Richtungsfahrbahn dargestellt ist.

Beide Ausfahrtstypen können eingesetzt werden, wenn die Abbiegeströme ständig oder zeitweise eine zweistreifige Führung erforderlich machen und die Belastungen im weiteren Verlauf der Hauptfahrbahn mit einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn abgewickelt werden können.

Der gleiche Einsatzbereich gilt aber auch für eine besondere Ausbildung des Ausfahrtstyps A 3. Dieser Ausfahrtstyp weist zwar keine Fahrstreifensubtraktion auf, wird jedoch in einzelnen Fällen mit einer Fahrstreifenreduktion (Einziehung des linken Fahrstreifens) stromabwärts der Ausfahrt kombiniert. Dadurch entsteht stromabwärts der Ausfahrt die gleiche Anzahl von Fahrstreifen in der Ausfahrt und in der Hauptfahrbahn wie bei den Ausfahrtstypen A 4 und A 5.

Im Zusammenhang mit der Fortschreibung der Entwurfsrichtlinien für Autobahnen stellte sich die Frage, wie die Einsatzbereiche für die Ausfahrtstypen A 3 (mit anschließender Fahrstreifenreduktion), A 4 und A 5 zukünftig festgelegt werden können. Dabei sollten sowohl Aspekte der Verkehrssicherheit als auch des Verkehrsablaufs bzw. der Verkehrsqualität in die Betrachtungen einbezogen werden.

Hinsichtlich der Ausfahrtstypen A 4 und A 5 bestand die Vermutung, dass durch die Subtraktion eines Fahrstreifens vermehrt Störungen des Verkehrsablaufs durch Fahrzeuge auftreten, die ihren Fahrstreifen verlassen müssen, um ihre Fahrt in der Haupttrichtung fortzusetzen. Es wurde vermutet, dass sich dieses durch die Geometrie der Ausfahrten erzwungene Verhalten negativ auf die Verkehrssicherheit und auf den Verkehrsablauf auswirkt.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes sollte daher untersucht werden, welche Unterschiede zwischen den Ausfahrtstypen A 3 (mit anschließender Einziehung des linken Fahrstreifens), A 4 und A 5 im Hinblick auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf und dessen Qualität festgestellt werden können.

Ziel der Untersuchung war es, die Einsatzbereiche der o. g. Ausfahrtstypen zu bestätigen oder ggf. neu festzulegen sowie Hinweise zur verkehrssicheren Gestaltung der Ausfahrten herzuleiten.

Dabei sollten auch die Aspekte der Markierung und der wegweisenden Beschilderung angemessen berücksichtigt werden.

2. Untersuchungsmethodik

Bei der zunächst durchgeführten umfangreichen Literaturanalyse hat sich gezeigt, dass weder in Deutschland noch im Ausland aktuelle und mit einer hinreichend großen Stichprobe durchgeführte Untersuchungen zum Verkehrsablauf oder zur Verkehrssicherheit von Ausfahrten mit Fahrstreifensubtraktion vorliegen.

Zur Durchführung der empirischen Untersuchungen wurden durch ein systematisches Vorauswahlverfahrens mit eigenen Ortsbesichtigungen sowie in Abstimmung mit dem Betreuerkreis 20 Ausfahrten in fünf Bundesländern ausgewählt, darunter vier Ausfahrten vom Typ A 3 (mit anschließender Fahrstreifenreduktion), elf Ausfahrten vom Typ A 4 und fünf Ausfahrten vom Typ A 5.

Die vier Ausfahrten vom Typ A 3 mit anschließender Fahrstreifenreduktion wurden in die Untersuchung aufgenommen, um möglichst vergleichbare Ergebnisse – insbesondere hinsichtlich der Verkehrssicherheit – zu erarbeiten und die Einsatzbereiche dieses Ausfahrtstyps von denen der beiden Ausfahrtstypen mit Fahrstreifensubtraktion abgrenzen zu können.

Für alle 20 Untersuchungsstellen wurden bei den zuständigen Behörden Informationen zur Trassierung, zur Querschnittsgestaltung und zu Aspekten des Betriebs (Anordnung von Geschwindigkeitsbeschränkungen etc.) abgefragt. Außerdem wurden die Behörden auch nach ihren Erfahrungen mit den jeweiligen Ausfahrtstypen befragt. Anschließend wurden die Stellen hinsichtlich verschiedener Parameter wie Schwerverkehrsanteil, Anzahl der Zielrichtungen in der Ausfahrt, Verkehrsstärke (DTV), Geschwindigkeitsbeschränkung usw. klassifiziert.

Die Basis der Unfalluntersuchungen bildeten Kopien der Verkehrsunfallanzeigen, die bei den zuständigen Polizeidienststellen beschafft wurden. Zur Untersuchung wurden die Verkehrsunfallanzeigen aus mindestens drei Jahren, in einzelnen Fällen auch aus fünf Jahren herangezogen.

An sieben Untersuchungsstellen wurden eigene Erhebungen zum Verkehrsablauf vorgenommen. Für diese Messstellen konnte jeweils an mindestens einem Querschnitt eine automatische Verkehrsmengenerhebung mit Bestimmung von Geschwindigkeiten in 1-min- und 5-min-Intervallen durchgeführt werden. Für weitere neun Untersuchungsstellen wurde eine Auswertung von Daten aus vorhandenen stationären Erfassungssystemen vorgenommen.

Zusätzlich wurden für die Untersuchungsstellen, von denen aus den durchgeführten Messungen Videoaufnahmen des Verkehrsgeschehens vorlagen, Auswertungen hinsichtlich der Fahrstreifenaufteilung an verschiedenen Querschnitten sowie hinsichtlich der Fahrstreifenwechselhäufigkeiten vorgenommen.

Anschließend wurden Hinweise zu den möglichen zukünftigen Einsatzbereichen sowie zur Entwurfsgestaltung der untersuchten Ausfahrtstypen (inkl. Markierung und Beschilderung) erarbeitet und tabellarisch und zeichnerisch dargestellt.

3. Ergebnisse

Die Analyse der erarbeiteten Daten zum Verkehrsablauf ergab, dass sowohl bei den manuellen als auch bei den stationären Messungen nur vereinzelt Verkehrsstärken im Bereich der vermuteten Kapazität von 3 000 Kfz/h angetroffen werden konnten.

Ausschlaggebend hierfür ist der Umstand, dass, um eine Ausfahrtbelastung in dieser Größenordnung zu erreichen, die Mehrzahl der über den dreistreifigen Querschnitt ankommenden

Fahrzeuge nicht auf der Hauptfahrbahn verbleiben dürften, sondern ausfahren müssten. An den Stellen im Autobahnnetz, an denen eine solche Verkehrsaufteilung vorhanden ist, werden Hauptfahrbahn und Ausfahrt in der Praxis aber so angelegt, dass der stärkere Verkehrsstrom (unabhängig von der Nummerierung der Autobahnen) auf der Hauptfahrbahn verbleiben kann.

Aktuelle Untersuchungen (Friedrich, Engemann, 2003) haben gezeigt, dass bei Fahrstreifenreduktionen auf der freien Strecke eine Kapazitätsminderung gegenüber einer ungestörten zweistreifigen Richtungsfahrbahn um bis zu 15 % auftreten kann.

Die vorgenommene Auswertung der Dauerzählraten der Hauptfahrbahn stromabwärts der Ausfahrt ergab, dass für den Ausfahrtstyp A 3 keine Aussage über eine mögliche Kapazitätsminderung durch die anschließende Fahrstreifenreduktion möglich ist, da nicht genügend Werte aus einem entsprechenden Belastungsbereich vorliegen. Stromabwärts der untersuchten Ausfahrten der Typen A 4 und A 5 konnten dagegen in mehreren Fällen Verkehrsbelastungen beobachtet werden, die im Bereich der im HBS 2001 angegebenen Kapazitäten zweistreifiger Richtungsfahrbahnen bzw. geringfügig darüber liegen. Hinweise auf eine Abminderung der Kapazität wurden dagegen nicht gefunden.

Eine umfangreiche qualitative Analyse der Messwerte ergab für die verschiedenen Ausfahrtstypen große Unterschiede hinsichtlich des Verkehrsablaufs. Der Typ A 3 zeichnet sich danach durch eine sehr starke Belastung des rechten Fahrstreifens aus. Über diesen Fahrstreifen wird neben der gesamten Ausfahrtbelastung auch der auf dem Fahrstreifen verbleibende Verkehr abgewickelt. Ferner zeigte sich, dass der Großteil der Ausfahrenden bereits am Beginn des Ausfädelungstreifens von der Hauptfahrbahn abfuhr.

Stromaufwärts von Ausfahrten des Typs A 4 nimmt der rechte Fahrstreifen ebenfalls den gesamten ausfahrenden Verkehr auf. Die auf der Hauptfahrbahn verbleibenden Fahrzeuge orientieren sich aber frühzeitig nach links, wodurch sich eine Entlastung des stromabwärts subtrahierten Fahrstreifens einstellt.

Die günstigste Verkehrsverteilung stellt sich beim Ausfahrtstyp A 5 ein. Hier kann sich der ausfahrende Verkehr auf den rechten und den mittleren Fahrstreifen aufteilen.

Für die Unfalluntersuchung wurde für alle Messstellen ein einheitlicher Untersuchungsbereich von 2 400 Metern vor und 500 Metern hinter der Trennselspitze gewählt. Hierdurch ist gewährleistet, dass die auf die Ausfahrt bezogenen Unfälle nicht aufgrund verschiedener Längen der einzelnen Elemente (Beginn des oder der Ausfahrtstreifen, Beginn einer Blockmarkierung) mit einer unterschiedlichen Gewichtung in die Auswertung einbezogen werden. Durch die Festlegung des räumlichen Untersuchungsbereichs sowie durch die Eliminierung von Unfällen, die sich an Arbeitsstellen ereignet hatten, verringerte sich die Anzahl der auswertbaren Unfallereignisse auf 1 847 Unfälle (= Unfallkollektiv 1).

Als Teilmenge des Unfallkollektivs 1 wurde anschließend das Unfallkollektiv 2 gebildet, das nur Unfälle des Typs 6 (Unfälle im Längsverkehr) umfasst. Dieser Vorgehensweise liegt die Einschätzung zugrunde, dass sich die Gestaltung von Autobahnausfahrten am ehesten auf Unfälle dieses Typs auswirken dürfte. Außer den anderen Unfalltypen wurden bei der Herleitung des Unfallkollektivs 2 auch alle Unfälle eliminiert, die sich unter Einwirkung von Alkohol sowie bei Nebel oder Glatteis ereignet hatten. Damit verblieb eine Anzahl von 1 250 auswertbaren Unfällen.

Um die Unterschiede der Ausfahrtstypen im fließenden Verkehr herauszuarbeiten, wurde noch ein weiteres Unfallkollektiv ohne die Unfälle gebildet, die mit Stauerscheinungen in Verbindung standen. Kollektiv 3 besteht noch aus 677 Unfallereignissen.

Die Fallauswertung ergab deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Ausfahrtstypen. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die untersuchten Ausfahrten des Typs A 3 mit anschließender Fahrstreifenreduktion in allen untersuchten Unfallkollektiven die ungünstigsten Unfallkennziffern aufweisen. Die Ausfahrten mit Fahrstreifenreduktion zeigen eine deutlich höhere Verkehrssicherheit. Dabei liegen die Unfalldichten, Unfallraten und Unfallkostenraten des Ausfahrtstyps A 5 nochmals unterhalb der Vergleichswerte für den Ausfahrtstyp A 4.

Bemerkenswert ist, dass die untersuchten Ausfahrten mit Fahrstreifenreduktion nicht nur insgesamt günstigere Kennziffern des Unfallgeschehens aufweisen als die Ausfahrten des Typs A 3 mit anschließender Fahrstreifenreduktion, sondern auch bei separater Betrachtung der einzelnen Unfalltypen besser abschneiden. Dies gilt insbesondere auch für die Unfälle, die durch Fahrstreifenwechsel ausgelöst werden, und zwar sowohl für die Unfälle durch Fahrstreifenwechsel nach rechts als auch nach links.

Für tatsächliche Gefährdungen durch Fahrzeuge, insbesondere Schwerfahrzeuge, die im Vorfeld einer Ausfahrt mit Fahrstreifenreduktion vom rechten auf den mittleren Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechseln, wurden weder im Kontakt mit den zuständigen Behörden noch bei der detaillierten Fallauswertung Anhaltspunkte gefunden.

Ferner hat sich gezeigt, dass Ausfahrten mit nur einer Zielrichtung (z. B. in Autobahndreiecken) sicherer sind als Ausfahrten mit mehreren Zielrichtungen (z. B. in Autobahnkreuzen). Die Unterschiede zwischen den Ausfahrten der Typen A 4 und A 5 variieren je nach dem zugrunde gelegten Unfallkollektiv. Eindeutige Einflüsse von Beschränkungen der zulässigen Geschwindigkeit oder des Schwerverkehrsanteils konnten dagegen nicht nachgewiesen werden.

4. Folgerungen für die Praxis

Auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse insbesondere zur Verkehrssicherheit wurden Vorschläge zur Definition neuer Ausfahrtstypen, zur Festlegung ihrer Einsatzbereiche sowie zur geometrischen Gestaltung inkl. Markierung und Beschilderung erarbeitet, die im Rahmen der Erarbeitung neuer Richtlinien für den Entwurf von Autobahnen diskutiert und ggf. in die neuen Richtlinien aufgenommen werden sollten. Ferner wurden Hinweise zur Überarbeitung des Kapitels 4.5 im HBS (FGSV, 2001) formuliert.

Die erarbeiteten Vorschläge sind wie folgt zusammenzufassen:

- Vermeidung von Ausfahrten des Typs A 3 mit anschließender Fahrstreifenreduktion,
- Anwendung der Typen A 4 und A 5, sofern die festgelegten Einsatzkriterien erfüllt sind,
- Auswahl der Ausfahrtstypen anhand des Abstands bis zur stromabwärts folgenden Verzweigung (sofern vorhanden), anhand der erforderlichen Fahrstreifenanzahl im Zuge der Hauptfahrbahn und im Zuge der Ausfahrt sowie anhand der Verkehrsstärke der Ausfahrenden,
- Modifizierte Gestaltung des Ausfahrtstyps A 5 inkl. Bildung von Untervarianten (Typ A 5-1 als Regellösung, insbesondere für den Neubau, Typ A 5-2 als Lösung für die nachträgliche Verbesserung einer Ausfahrt vom Typ A 6),
- Ergänzung des Ausfahrtstyps A 7 (Gabelung einer vierstreifigen Richtungsfahrbahn in zwei jeweils zweistreifige Richtungsfahrbahnen) in den neuen Entwurfsrichtlinien für Autobahnen.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass hinsichtlich der Verkehrsqualität und der Verkehrssicherheit in den Rampen von Anschlussstellen bzw. in Autobahnkreuzen und -dreiecken bislang keine ausreichenden aktuellen Informationen vorliegen.

In dieser Hinsicht sowie auch im Zusammenhang mit den Ausfahrtstypen A 6 und A 7, die in der vorliegenden Untersuchung nur unter dem Aspekt der Systematik mitbehandelt wurden, wird weiterer Forschungsbedarf gesehen. □