

Wirkung von Fahrstreifenbegrenzungen an Einfahrten von Autobahnen auf das Fahrverhalten und auf die Verkehrssicherheit

FA 2.433

Forschungsstelle: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Verkehrswesen – Planung und Management (Prof. Dr.-Ing. J. Geistefeldt)

Bearbeiter: Geistefeldt, J./Sauer, J./Brandenburg, A.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: Februar 2023

1 Aufgabenstellung

Fahrstreifenmarkierungen sind ein wesentliches Element der Verkehrsregelung und Verkehrsführung. Sie dienen sowohl der Leistungsfähigkeit als auch der Verkehrssicherheit des Straßenverkehrs. An einigen Einfahrten an Autobahnen wurden ein- oder beidseitige Fahrstreifenbegrenzungen zwischen dem Hauptfahrstreifen und dem ersten Überholfahrstreifen der Hauptfahrbahn angeordnet, um sicherheitskritische Fahrstreifenwechsel zu unterbinden. Wissenschaftlich fundierte Kenntnisse zur Wirksamkeit und Akzeptanz solcher Fahrstreifenbegrenzungen an Einfahrten sowie konkrete Einsatzempfehlungen für die Praxis existieren jedoch bisher nicht.

Ziel des Forschungsprojekts war es daher, die Wirkungen von Fahrstreifenbegrenzungen an Autobahneinfahrten auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf empirisch zu analysieren. Aus den Erkenntnissen zum Unfallgeschehen und zum Fahrverhalten wurden Einsatzempfehlungen für Fahrstreifenbegrenzungen an Autobahneinfahrten abgeleitet.

2 Untersuchungsmethodik

Im Rahmen der Untersuchung wurde für die Wahl des Untersuchungskollektivs zunächst eine bundesweite Luftbildanalyse aller Anschlussstellen des Bundesautobahnnetzes durchgeführt, in der 130 Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung identifiziert wurden. Das Untersuchungskollektiv für die Verkehrssicherheits- und Verkehrsablaufanalysen wurde auf Einfahrten des Typs E 1 gemäß den RAA beschränkt, da Fahrstreifenbegrenzungen an anderen Einfahrtstypen nur in wenigen Einzelfällen vorhanden sind. Das Untersuchungskollektiv umfasst insgesamt 90 Einfahrten mit vier verschiedenen Markierungsvarianten der Fahrstreifenbegrenzung aus fünf Bundesländern. Neben der beidseitigen Fahrstreifenbegrenzung, in deren Bereich Fahrstreifenwechsel von beiden Seiten aus verboten sind, wurden einseitige Fahrstreifenbegrenzungen rechts oder links analysiert, an denen ausschließlich der Fahrstreifenwechsel vom Hauptfahrstreifen auf den ersten Überholfahrstreifen beziehungsweise vom ersten Überholfahrstreifen auf den Hauptfahrstreifen verboten ist. Zusätzlich wurde eine kombinierte

Variante der Fahrstreifenbegrenzung untersucht, die erst links und dann beidseitig angeordnet ist. Zum Vergleich wurden außerdem 30 Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung des Typs E 1 analysiert.

Die Analyse der Verkehrssicherheit von Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung wurde anhand von Unfalldaten und Verkehrsdaten über einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren an allen Einfahrten des Untersuchungskollektivs durchgeführt. Damit hat die Untersuchung nahezu den Charakter einer Vollerhebung. Neben dem Einfädungsbereich wurde jeweils ein Vor- und Nachlaufabschnitt betrachtet. Im Zuge der Verkehrssicherheitsanalyse wurden Unfallkenngrößen berechnet und Unfallmerkmale untersucht. Außerdem wurden Vorher-Nachher-Vergleiche sowie Vergleiche mit den Verkehrssicherheitskenngrößen von Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung und Literaturwerten gezogen.

Die Untersuchung der Wirkung der Fahrstreifenbegrenzungen auf den Verkehrsablauf an Einfahrten gliederte sich in eine makroskopische Analyse anhand von Dauerzählstellendaten, eine mikroskopische Analyse anhand von Videomessungen sowie ergänzende mikroskopische Verkehrsflusssimulationen mit dem Programm BABSIM. Für die mikroskopische Analyse des Verkehrsablaufs wurden insgesamt 15 Messungen an Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung und fünf Messungen an Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung durchgeführt. Im Rahmen der Auswertungen wurden die Fahrstreifenaufteilungen und Zeitlückenverteilungen an unterschiedlichen Messquerschnitten im Verlauf des Einflussbereichs der Einfahrt sowie das Fahrstreifenwechselverhalten auf der Hauptfahrbahn ausgewertet. Die Videos wurden zusätzlich qualitativ im Hinblick auf sicherheitskritische Konfliktsituationen und weitere Auffälligkeiten im Verkehrsablauf gesichtet.

3 Untersuchungsergebnisse

Die Luftbildrecherche von Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung an Bundesautobahnen ergab, dass Fahrstreifenbegrenzungen nur in vier Bundesländern in größerer Zahl eingesetzt werden. Dabei zeigte sich eine sehr länderspezifische Umsetzungspraxis hinsichtlich der Art der angeordneten Fahrstreifenbegrenzung (rechts, links, beidseitig oder kombiniert).

Bei der Ermittlung von Unfallkenngrößen wurden die mit Abstand höchsten mittleren Unfallraten und Unfallkostenraten an den untersuchten Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung rechts ermittelt. Die ermittelten Unfallkenngrößen für Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung rechts sind deutlich höher als die Vergleichswerte für das Gesamtunfallgeschehen auf Bundesautobahnen und Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung. Die hohen Unfallkenngrößen an den Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung rechts sind vor allem auf Unfälle mit Personen-

schaden zurückzuführen. Deutlich niedrigere Unfallraten und Unfallkostenraten wurden für Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung beidseitig oder links berechnet. Die mittleren Unfallraten und Unfallkostenraten an Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung erst links, dann beidseitig sind etwas höher als an Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung links. Im Vergleich zu Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung und dem Gesamtunfallgeschehen auf Bundesautobahnen liegen die mittleren Unfallraten und Unfallkostenraten der Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung links oder beidseitig in einer ähnlichen Größenordnung. Eine Analyse von entwurfstechnischen oder verkehrlichen Randbedingungen auf das Unfallgeschehen ergab keine eindeutigen Abhängigkeiten.

Als Unfallmerkmale wurden Unfalltypen, Unfallarten, Unfallursachen und Arten der Verkehrsbeteiligung ausgewertet. Am häufigsten wurden Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) und Fahrnfälle (Unfalltyp 1) protokolliert. Im Hinblick auf die Unfallarten machten Zusammenstöße mit vorausfahrenden oder wartenden Fahrzeugen (Unfallart 2) und Zusammenstöße mit Fahrzeugen, die seitlich in gleicher Richtung fahren (Unfallart 3), in Summe für jede Variante der Fahrstreifenbegrenzung mindestens die Hälfte des Unfallgeschehens aus. Die Unfallursachen "nicht angepasste Geschwindigkeit" und "Abstand" zählen für alle Typen der Fahrstreifenbegrenzung zu den häufigsten Unfallursachen. Die Unfallursache "Überholen" hat an den Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung rechts die höchsten Anteile aller Teilkollektive. Der höchste Anteil an Güterkraftfahrzeugen als Hauptverursacher der Verkehrsunfälle entfällt auf die untersuchten Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung links, die einen hohen mittleren Schwerverkehrsanteil von über 20 % aufweisen.

Für einen Großteil der Einfahrten wurden ergänzend Unfallhergangsprotokolle ausgewertet. Die meisten Unfälle, die auf einen Einfädungsvorgang zurückzuführen sind, wurden an den Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung links oder erst links, dann beidseitig durch eine Missachtung der Vorfahrt des durchgehenden Verkehrs auf der Hauptfahrbahn verursacht. An den Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung rechts entfiel der höchste Anteil auf Unfälle, in denen ein einfahrendes Fahrzeug verbotswidrig direkt auf den Überholfahrstreifen gewechselt ist. Da derartige Unfallhergänge insbesondere bei Unfällen mit Personenschaden häufig passiert sind, sind die hohen Unfallraten und Unfallkostenraten an diesen Einfahrten vor allem durch die Missachtung der Fahrstreifenbegrenzung zu erklären.

Ein Vorher-Nachher-Vergleich des Unfallgeschehens war an insgesamt 22 Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung möglich. Hinsichtlich der Unfallraten und Unfallkostenraten ergab sich kein einheitlicher (positiver oder negativer) Einfluss der Anordnung der Fahrstreifenbegrenzung. Lediglich für eine der 22 untersuchten Einfahrten wurde ein statistisch signifikanter Rückgang der Unfallzahlen ermittelt. Nach der Anordnung einer Fahrstreifenbegrenzung rechts an zweistreifigen Hauptfahrbahnen wurden anteilig weniger Unfälle durch Überholvor-

gänge oder nicht angepasste Geschwindigkeiten verursacht, dafür jedoch mehr Unfälle durch unzureichenden Sicherheitsabstand.

Im Rahmen der makroskopischen Analyse des Verkehrsablaufs konnte lediglich für sechs Einfahrten des Untersuchungskollektivs die Kapazität ermittelt werden, weil von den anderen Einfahrten des Untersuchungskollektivs entweder keine geeigneten Zählstellendaten verfügbar waren oder die Kapazität aufgrund fehlender Zusammenbrüche des Verkehrsflusses nicht ermittelbar war. Aufgrund der geringen Stichprobengröße lassen sich aus den Ergebnissen keine verallgemeinerbaren Erkenntnisse ableiten. Die wenigen ermittelten Kapazitäten liegen in einer mit den Bemessungswerten des HBS 2015 vergleichbaren Größenordnung oder werden von stromabwärts liegenden Engpässen beeinflusst.

Im Rahmen der mikroskopischen Analyse des Verkehrsablaufs wurden die Fahrstreifenanteile und Zeitlückenverteilungen an unterschiedlichen Messquerschnitten im Verlauf des Einflussbereichs der Einfahrt ausgewertet. Die gewonnenen Ergebnisse zeigten, dass die Markierungsvariante der Fahrstreifenbegrenzung keinen erkennbaren Einfluss auf die Fahrstreifenanteile und die Zeitlückenverteilung im Bereich der Einfahrt hat.

Das Fahrstreifenwechselverhalten wird durch die Anordnung einer Fahrstreifenbegrenzung im Bereich von Einfahrten maßgeblich beeinflusst, wenngleich das Fahrstreifenwechselverbot häufig missachtet wird. Die Rate der Fahrstreifenwechsel von Fahrstreifen 1 nach 2 ist im gesamten Auswertungsbereich der untersuchten Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung vergleichbar mit den Raten von Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung. Jedoch finden deutlich mehr Fahrstreifenwechsel in den Bereichen vor und hinter der Fahrstreifenbegrenzung als im Einfädungsbereich statt. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für die Wechsel von Fahrstreifen 2 nach 1, die aber insgesamt seltener durchgeführt werden. An Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung links an dreistreifigen Hauptfahrbahnen wurden nach dem Ende der Fahrstreifenbegrenzung verhältnismäßig viele Fahrstreifenwechsel durch Lkw von Fahrstreifen 2 nach 1 beobachtet.

Im Zuge der qualitativen Beurteilung des Verkehrsablaufs hinsichtlich sicherheitskritischer Konfliktsituationen wurden unabhängig von der Markierungsvariante der Fahrstreifenbegrenzung ähnliche Situationen festgestellt. Am häufigsten wurden Konflikte durch Fahrstreifenwechsel von Fahrstreifen 1 nach 2 beobachtet, in denen der nachfolgende Verkehr auf Fahrstreifen 2 nur unzureichend beachtet wurde. Derartige Konfliktsituationen wurden sowohl durch kooperative Fahrstreifenwechsel oder Überholvorgänge von durchfahrenden Fahrzeugen als auch durch einfahrende Fahrzeuge verursacht. An den Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung beidseitig oder rechts wurden zwischen Fahrstreifen 1 und 2 zum Teil deutliche Geschwindigkeitsunterschiede beobachtet, wenn einfahrenden Fahrzeugen

durch kooperative Bremsmanöver anstelle von verbotswidrigen Fahrstreifenwechseln eine Lücke zum Einfädeln geschaffen wurde.

Für die mikroskopische Verkehrsflusssimulation mit BABSIM wurden zunächst Fahrverhaltensparameter an drei Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung kalibriert. Als Fahrverhaltensparameter mussten im Zuge der Kalibrierung ein früherer Wechselwunsch nach rechts zur Einhaltung des Rechtsfahrgebots und ein späterer Überholwunsch der Fahrer-Fahrzeug-Elemente eingestellt werden. Mit den kalibrierten Fahrverhaltensparametern wurden im Vergleich der Markierungsvarianten die geringsten Kapazitäten für eine Fahrstreifenbegrenzung rechts ermittelt. Das taktische Fahrverhalten an Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung hinsichtlich der strategischen Wahl eines bestimmten Fahrstreifens sowie die Missachtung der Fahrstreifenbegrenzung aus Ungeduld oder zur Unterstützung einfahrender Fahrzeuge lassen sich in der Mikrosimulation allerdings nicht abbilden, sodass die Ergebnisse der Verkehrsflusssimulation nur eingeschränkt aussagekräftig sind.

4 Schlussfolgerung

Im Ergebnis der Untersuchung ist die Anordnung einer einseitigen Fahrstreifenbegrenzung rechts, mit der Fahrstreifenwechsel vom Hauptfahrstreifen auf den ersten Überholfahrstreifen an Einfahrten verboten werden, nicht zu empfehlen, weil vor allem infolge von Missachtungen des Fahrstreifenwechselforbots keine positive Wirkung auf die Verkehrssicherheit erreicht wird. Für Einfahrten mit Fahrstreifenbegrenzung beidseitig oder links liegen die ermittelten Verkehrssicherheitskenngrößen in der Größenordnung vergleichbarer Einfahrten ohne Fahrstreifenbegrenzung, liefern damit jedoch auch keine belastbare Grundlage für eine generelle Einsatzempfehlung. Indizien für Auswirkungen von Fahrstreifenbegrenzungen auf die Kapazität von Autobahneinfahrten ergeben sich aus den durchgeführten empirischen Untersuchungen nicht.

