

Akzeptanz und Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr auf Hauptverkehrsstraßen

FA 70.907

Forschungsstelle: PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart

Bearbeiter: Schüller, H. / Hantschel, S. / Gerike, R. / Niestegge, M. / Kühn, B.

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Abschluss: Oktober 2020

1 Aufgabenstellung

Die Förderung des Radverkehrs sowie das daraus resultierende höhere Radverkehrsaufkommen bei begrenzten finanziellen aber auch räumlichen¹ Ressourcen bedingt den Bedarf an einfachen Führungsformen. Hierzu gehören unter anderem markierte Führungen wie Radfahr- oder Schutzstreifen. Bisher nicht genauer untersucht sind Strecken mit Mischverkehr von Radfahrenden und Kfz auf der Fahrbahn. Aufgrund enger Platzverhältnisse ist die Umsetzung von Radfahrstreifen, Radwegen oder Schutzstreifen dort häufig nicht möglich. Diese Strecken werden aber von Radfahrenden genutzt.

Die zentrale Zielsetzung lässt sich über zwei übergeordnete Forschungsfragen definieren:

- Welche objektive Sicherheit gewährleistet der Mischverkehr für den Radverkehr bei unterschiedlichen verkehrlichen und gestalterischen Randbedingungen?
- Wo werden verschiedene Mischverkehrsführungen umgesetzt (durch Verwaltungen) und wie werden diese akzeptiert (durch Radfahrende)?

Die vorliegende Untersuchung thematisiert Mischverkehrsführungen ohne Schutzstreifen. Nicht Bestandteil der Analysen sind:

- parallel für den Radverkehr freigegebene Gehwege,
- bauliche Radwege ohne Benutzungspflicht oder
- "Piktogrammketten" oder ähnliches auf der Fahrbahn.

Die Untersuchungsziele werden anhand der folgenden Forschungsfragen konkretisiert:

- Wie ist der aktuelle Erkenntnisstand zur Akzeptanz und Verkehrssicherheit von Mischverkehrsführungen? Welche Unterschiede gelten für das Unfallgeschehen an Knotenpunkten gegenüber Abschnitten der freien Strecke? Welche Maßnahmenansätze existieren, um die beiden genannten Zielfelder zu verbessern?
- Unter welchen Randbedingungen kommen Mischverkehrsführungen für den Radverkehr zur Anwendung?

Gibt es ergänzende Regelungen von Behörden, welche über die Vorgaben der Regelwerke hinausgehen?

- Welche Unfallsituationen des Radverkehrs existieren bei Mischverkehrsführungen und wie lassen sich diese charakterisieren, räumlich verorten (freie Strecke vs. Grundstückszufahrten vs. Anschlussknotenpunkte) und hinsichtlich der Zahl und Schwere priorisieren?
- Wie sind die Mischverkehrsführungen ohne Schutzstreifen sicherheitstechnisch – auch in Relation zu benutzungspflichtigen Führungen sowie Mischverkehrsführungen mit Schutzstreifen – einzuordnen?
- Wie werden Mischverkehrsführungen bei verschiedenen Randbedingungen angenommen (zum Beispiel Anteil Gehwegnutzung)?
- Welche Verhaltensweisen können mit relevanten Unfallsituationen bei Mischverkehrsführungen in Zusammenhang gebracht werden?
- Welche Unfallsituationen resultieren aus regelwidrigen Verhaltensweisen bei Mischverkehrsnutzungen?
- Welchen Einfluss hat die Radverkehrsführungsform bei Routenwahlentscheidungen (zum Beispiel werden Mischverkehrsführungen ohne Schutzstreifenmarkierungen tendenziell gemieden)?
- Wie beziehungsweise durch welche Maßnahmen können Verkehrssicherheit und Akzeptanz von Mischverkehrsführungen für den Radverkehr verbessert werden?

2 Untersuchungsmethodik

Unterschiedliche Methoden kamen für die Analyse der Akzeptanz und der Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr zur Anwendung. Hierzu gehören:

- Eine umfassende Aufbereitung der bisherigen Erkenntnisse aus der nationalen und internationalen Literatur.
- Eine makroskopische Unfallanalyse der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik in Deutschland, ergänzt mit Teilauswertungen von Bundesländern mit Angaben zum dreistelligen Unfalltyp.
- Eine Kommunalbefragung im Rahmen eines Workshops
- Eine Analyse des Verkehrsaufkommens und der Akzeptanz des Mischverkehrs. Es wurden die Fahrbahn- und Gehwegnutzung sowie Zielrichtung in Abhängigkeit der Verkehrsstärken des Kfz- und Fußverkehrs, verschiedener Fahrbahnbreiten, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und des Umfeldes untersucht.

¹ Straßenraumbreiten, die die Anlage von Radverkehrsanlagen nicht zulassen.

- Eine Unfallanalyse auf Netzebene an den Erhebungsstellen mit der Unterscheidung zwischen Streckenabschnitten (mit Anschlussknotenpunkten) und Annäherungsbereichen an Hauptverkehrsknotenpunkten.
- Eine Einzelunfallanalyse von Unfällen unter Berücksichtigung der konkreten Konfliktsituation.
- Verhaltensanalysen zu gefahrenen Geschwindigkeiten, Parkvorgängen und seitlichen (Überhol-)Abständen anhand statischer und dynamischer Videobeobachtungen (Messfahrrad mit Videokamera im fließenden Verkehr).
- Eine lokale Befragung von Rad- und Kfz-Fahrenden zur subjektiven Beurteilung des Radverkehrs im Mischverkehr.
- Eine Pilotanalyse zur sicherheitsrelevanten Routenwahl von Radfahrenden.

3 Untersuchungsergebnisse und Empfehlungen

3.1 Literaturanalyse

Objektiv schneiden Mischverkehrsführungen (ohne Schutzstreifen) nicht zwangsläufig schlechter als markierte Führungsformen oder Seitenraumführungen ab. Sie zeigen aber eine etwas andere Unfallstruktur, beispielsweise mit erhöhten Anteilen an Unfällen mit linksabbiegenden Kfz, mit parkenden Fahrzeugen oder im Längsverkehr.

Anhand von Befragungen zur subjektiven Sicherheit stellte sich heraus, dass ein großer Anteil der Radfahrenden den Mischverkehr als unsicher einschätzt. Dies führt unter Umständen zu Ausweichverhalten auf andere Straßen oder auf den Gehweg. Positiver wird beurteilt, dass die Abstände des Radverkehrs im Mischverkehr zu parkenden Fahrzeugen im Vergleich zu anderen Radverkehrsführungen auf der Fahrbahn größer sind. In Bezug auf die seitlichen Überholabstände der Kfz lassen sich widersprüchliche Schlussfolgerungen ziehen:

Einerseits haben sich geringere Überholabstände bei schmalen Fahrbahnbreiten in Untersuchungen gezeigt. Andererseits müssten auf schmalen Querschnitten "echte" Überholvorgänge im Gegensatz zum engen Vorbeifahren auf demselben Fahrstreifen stattfinden, wovon sich größere seitliche Abstände erwartet werden. Unklar bleibt, welche Auswirkungen Überholabstände auf die objektive Verkehrssicherheit haben.

Darüber hinaus gilt, dass aus schmalen Querschnitten tendenziell geringere Kfz-Geschwindigkeiten resultieren, welche ihrerseits als ein wesentlicher Einflussfaktor für sowohl die subjektive als auch objektive Verkehrssicherheit der Radfahrenden angesehen werden.

3.2 Workshop

Der Workshop mit den Kommunalvertretern hat gezeigt, dass die hier betrachteten Querschnitte vorrangig ein Thema im

Bestand sind. In den Kommunen existieren zahlreiche Maßnahmenansätze, um die Verkehrssituation für Radfahrende auf diesen Querschnitten zu verbessern. Der Anordnung von $v_{zul} = 30$ km/h, ohne eine durch das bisherige Unfallgeschehen begründete Gefahrenlage, kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Hier gehen die Aussagen der Kommunalvertreter und der Literatur (siehe Hummel & Kühn (2016)) in dieselbe Richtung, dass durch die Anordnung einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h die Sicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr mit Kfz verbessert werden kann.

3.3 Verkehrsaufkommen und Akzeptanz

Grundsätzlich sind die verschiedenen Streckentypen hinsichtlich des Verkehrsaufkommens aller drei betrachteten Verkehrsarten (MIV, Radfahrende und Zufußgehende) weitestgehend vergleichbar, da die Streubereiche der Verkehrsstärken sich überlappen. Einzig die mehrstreifigen Querschnitte weisen erwartungsgemäß höhere Kfz-Verkehrsstärken auf.

Die Analyse des Verkehrsaufkommens, differenziert nach der Art der Querschnittsnutzung (Fahrbahn/Seitenraum) im Straßenquerschnitt, verdeutlicht, dass die Verkehrsstärke einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Mischverkehrsführung hat. Strecken mit niedrigeren Kfz-Verkehrsstärken sowie geringerem Schwerverkehrsanteil weisen eine erhöhte Akzeptanz auf.

Die Akzeptanz von Mischverkehrsführungen könnte über eine Trennung größerer Kfz- und Radverkehrsströme erhöht werden. In den multikriteriellen Akzeptanzanalysen wurde ein negativer Einfluss der Kfz-Verkehrsstärke auf die Akzeptanz festgestellt. Dies kann durch eine angemessene Netzplanung für den Radverkehr erreicht werden. Allerdings sind dieser theoretischen Überlegung praktische Grenzen gesetzt. Grundsätzlich sollten gleichzeitig hohe Kfz- und Radverkehrsströme im Mischverkehr – auch aus Sicht der Verkehrssicherheit – vermieden werden. Wichtig ist außerdem, dass durch die Routenführung direkte beziehungsweise kurze Verbindungen entstehen oder beibehalten werden.

Darüber hinaus ist die Akzeptanz der Mischverkehrsführung bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h höher als bei 50 km/h. Die Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit würde eine Maßnahme zur Erhöhung der Akzeptanz darstellen, deren straßenverkehrsrechtliche Grundlage aber geprüft werden müsste.

Eine Vielzahl von Quellen und Zielen im Seitenraum der Streckenabschnitte hat einen negativen Einfluss sowohl auf die Fahrbahnnutzung durch Radfahrende als auch auf die Nutzung des Gehweges in Fahrtrichtung. Dies wurde über die Variable des beidseitigen Geschäftsbesatzes untersucht.

Kein Zusammenhang konnte zwischen unterschiedlichen Fahrstreifenbreiten und der Akzeptanz der Mischverkehrsführung nachgewiesen werden.

3.4 Unfallanalyse

Das Unfallgeschehen der Untersuchungsabschnitte verteilt sich zu 55 % auf die freie Strecke und zu 45 % auf die Anschlussknotenpunkte.

Die Unfallcharakteristik (Verteilung nach Unfalltypen) im Untersuchungskollektiv stellt sich wie folgt dar:

- Unfall mit ruhendem Verkehr: 25,5 %,
- Einbiegen-/Kreuzen-Unfälle: 24,2 %,
- Abbiegeunfälle: 15,1 %,
- Unfälle im Längsverkehr: 14,1 %,
- Sonstige Unfälle: 8,3 %,
- Fahrnfälle: 7,2 % und
- Überschreiten-Unfälle: 5,6 %.

Die häufigsten Unfallsituationen bei Mischverkehrsführungen ohne Schutzstreifen auf der freien Strecke sind Unfälle mit dem ruhenden Verkehr. Vor allem der Konflikt mit sich öffnenden oder geöffneten Fahrzeugtüren ist dabei relevant (Dooring-Unfälle).

Insgesamt weisen die Einbiegen-/Kreuzen-Unfälle aber auch Fahrnfälle eine geringere Relevanz im Vergleich zum Gesamtunfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung auf (das heißt Einbiegen-/Kreuzen- und Fahrnfälle sind tendenziell häufiger an anderen Führungsformen zu finden). Fahrnfälle stehen meist im Zusammenhang mit Straßenbahngleisen. Bei den Einbiegen-/Kreuzen-Unfällen sind Radfahrende sowohl als wartepflichtige (einbiegen in übergeordnete Straße) als auch als bevorrechtigte Konfliktgegner beteiligt (Wartepflichtverletzung der anderen Verkehrsteilnehmenden).

An den Anschlussknotenpunkten sind neben den Einbiegen-/Kreuzen-Unfällen zusätzlich noch die Unfälle mit linksabbiegenden Kfz und geradeausfahrenden Radfahrenden relevant.

Zusammenhänge zwischen einer eingeschränkten Akzeptanz der Fahrbahnführung oder erhöhten Anteilen linksfahrender Radfahrender mit der Unfallhäufigkeit lassen sich kaum nachweisen.

Annäherungsbereiche an Hauptverkehrsknotenpunkten unterscheiden sich in Bezug auf die Unfallcharakteristik nicht wesentlich von den Streckenabschnitten ohne Anschlussknotenpunkte.

Aus der multikriteriellen Analyse wurde ein deutlicher Zusammenhang des Unfallgeschehens mit der Kfz- und Radverkehrsstärke nachgewiesen. Der Zusammenhang mit der Kfz-Verkehrsstärke wurde in anderen Untersuchungen bisher nicht nachgewiesen. Dies könnte auf die stärkere Exposition der Radfahrenden gegenüber Kraftfahrzeugen zurückgeführt werden. Interessant dabei ist auch der vergleichsweise starke Zusammenhang zwischen der Kfz-Verkehrsstärke und den Unfällen mit ruhendem Verkehr.

Weitere relevante Einflussmerkmale betreffen das Vorhandensein von Gleisen in der Fahrbahn (Fahrnfälle) und die Kfz-Verkehrsstärke (Abbiege-Unfälle). Das Vorhandensein parkender Fahrzeuge am Fahrbahnrand stellt einen zentralen unfallbegünstigenden Faktor im Mischverkehr dar. In diesen Fällen wirkt sich eine hohe Verkehrsstärke des Radverkehrs auf der Fahrbahn auch negativ auf die Verkehrssicherheit aus, wobei die Verkehrssicherheit derselben Radverkehrsstärke bei Führung im Seitenraum nicht beurteilt werden kann. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h zeigte im Unfallmodell einen (leichten) unfallbegünstigenden Einfluss auf die Einbiegen-/Kreuzen- und Abbiege-Unfälle an Anschlussknotenpunkten. Kein Zusammenhang konnte zwischen den Unfällen auf der Strecke und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit festgestellt werden.

Da Unfälle mit ruhendem Verkehr die zentrale Unfallsituation für den Mischverkehr darstellen, sollten Hauptrouthen des Radverkehrs beziehungsweise Routen mit erhöhten Belastungen (sofern praktisch möglich) außerhalb der Bereiche mit ruhendem Verkehr auf der Fahrbahn geführt werden. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass eine Wegnahme oder Verlagerung des ruhenden Verkehrs in beziehungsweise weg aus engen Straßenräumen mit gleichzeitig hohen Radverkehrsstärken ebenfalls die Verkehrssicherheit erhöht. Das ist vor allem eine langfristige Maßnahme im Bereich der Netzplanung. Daher sind kurzfristig Maßnahmen zur Erhöhung der seitlichen Abstände von Radfahrenden zu parkenden Fahrzeugen zu fördern. Hier ist aktuell vor allem die Markierung von Sicherheitsräumen zwischen parkenden Fahrzeugen und den Fahrlinien des Radverkehrs denkbar. Dafür können Leitlinien verwendet werden, die vergleichbar mit der rechten Leitlinie eines Schutzstreifens sind. Eine Verwechslung des 0,50 m breiten Sicherheitsraums mit einem zu schmalen Schutzstreifen muss jedoch ausgeschlossen werden. Dessen konkrete Umsetzung bedarf noch der Diskussion in den einschlägigen Fachgremien. Zu berücksichtigen ist, dass die Wirkung des Sicherheitsraums nur dann eintritt, wenn er stetig freigehalten wird. Daher ist eine durchgehende Markierung beziehungsweise Begrenzung der angrenzenden Parkstände notwendig. Außerdem muss die Freihaltung dieses Sicherheitsraums auch überwacht werden.

Die Ordnung des ruhenden Verkehrs kann auch durch die Umwandlung beidseitiger Längsparkplätze in wechselseitige Schrägparkplätze erfolgen (baulich oder markierungstechnisch). Dadurch lassen sich kritische Interaktionen und Unfälle mit sich öffnenden Fahrzeugtüren verhindern. Es bleibt allerdings offen, ob dadurch neue Konflikte mit rückwärts ausparkenden Fahrzeugen in Schrägparkständen entstehen.

Die Kombination enger Straßenräume mit Gleisen, parkenden Fahrzeugen und hohen Radverkehrsstärken ist ebenfalls zu vermeiden, da sich diese Kombination als unfallbegünstigend für Fahrnfälle herausgestellt hat. Das muss bei der Routenplanung für den Radverkehr berücksichtigt werden. Ist keine

Verlagerung des Radverkehrs möglich, dann bedarf es der Verlagerung oder der Wegnahme des ruhenden Verkehrs.

In Bezug auf Einbiegen-/Kreuzen-Unfälle mit wartepflichtigen Kfz sind beim Mischverkehr ausreichend freizuhalten Sichtweiten an Knotenpunkten wichtig, da der Radverkehr tendenziell weit rechts nah zu parkenden Fahrzeugen fährt. Dieser Umstand muss auch bei der Sichtweitenberechnung berücksichtigt werden.

In Bezug auf Einbiegen-/Kreuzen-Unfälle – mit wartepflichtigen beziehungsweise einbiegenden Radfahrenden – sind ebenfalls ausreichende Sichtbeziehungen wichtig (insbesondere in Hinblick auf höhere Geschwindigkeiten im Kfz-Verkehr). Ausreichende Sichtbeziehungen können durch die Reduzierung von an den Knotenpunkt angrenzende Parkstände ermöglicht werden. Ist dies nicht umsetzbar, können die Anforderungen an die Sichtbeziehungen durch eine wirksam (!) herabgesetzte zulässige Höchstgeschwindigkeit reduziert werden (bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h fallen weniger Stellplätze für ausreichende Sichtweiten weg).

3.5 Verhaltensweisen mit Einfluss auf das Unfallgeschehen

Das Verhalten der Radfahrenden im Mischverkehr steht nur bedingt im Zusammenhang mit relevanten Unfallsituationen. In der Unfallanalyse zeigt sich, dass sowohl die Akzeptanz der Fahrbahnführung² als auch der Anteil der linksfahrenden Radfahrenden keinen nachweisbaren Effekt auf das reale Unfallgeschehen der Untersuchungsstrecken haben.

Generell wurden geringe seitliche Abstände zwischen Radfahrenden und parkenden Fahrzeugen festgestellt (< 50 cm). Dies kann sich unfallbegünstigend auf "Dooring"-Unfälle (zwischen Radfahrenden und sich öffnenden Fahrzeurtüren) auswirken. Anhand der untersuchten Daten wurde kein Hinweis darauf gefunden, wie diese sicherheitskritischen Abstände vergrößert werden könnten.

Es werden regelwidrige (< 1,50 m Abstand, vergleiche Müller 2018) Überholabstände (Kfz zu Rad) bei jeder vierten Überholung festgestellt. Davon beeinflusste beziehungsweise passende Unfallkonstellationen existieren ebenfalls (Unfälle im Längsverkehr). Allerdings sind diese Unfälle – vor allem im Vergleich zu den "Dooring"-Unfällen – selten und treten nicht in "relevanten" beziehungsweise aufgrund des Ergebnisses der Verhaltensanalyse zu erwartenden Unfallhäufigkeiten auf.

3.6 Faktoren der Routenwahl

Die Pilotstudie zur Routenwahl von Radfahrenden zeigte, dass das Vorhandensein einer Radverkehrsanlage keinen ausschließlichen Einfluss auf die Routenwahl hat beziehungsweise wahrscheinlich nicht alleine für eine angepasste Routenwahl verantwortlich ist. Unter Berücksichtigung der eingeschränkten Datengrundlage zeigte sich jedoch, dass kürzere Strecken sowie Strecken mit geringerer LSA-Dichte bevorzugt wurden.

4 Fazit

Insgesamt hängt die Akzeptanz und Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr auf Hauptverkehrsstraßen vor allem von der Kfz-Verkehrsstärke ab. Eine hohe Akzeptanz steht weiterhin im Zusammenhang mit hohen Radverkehrsstärken, niedrigen zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (30 km/h), einem geringen Schwerverkehrsaufkommen sowie einem geringen Geschäftsbesatz in der anliegenden Bebauung. In Bezug auf die objektive Verkehrssicherheit kommt der Akzeptanz eine geringe Relevanz zu. Ungünstig für die objektive Verkehrssicherheit sind Längsparkstände (vor allem ohne ausreichenden Sicherheitsräume), Gleise in der Fahrbahnbahn sowie enge Straßenräume in Kombination mit den beiden zuvor genannten Merkmalen. Es wird weiterhin ein leichter positiver Effekt geringerer zulässiger Höchstgeschwindigkeiten auf die Knotenpunktunfälle festgestellt, wobei einschränkend erwähnt werden muss, dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit eine Art Stellvertreterkenngröße für Straßen mit Sicherheitsdefiziten darstellt und der Anteil von Strecken mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h am Gesamtkollektiv gering ist. Ein kausaler Einfluss der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf das Unfallgeschehen ist damit noch nicht abschließend nachgewiesen.

² Eine Ausnahme stellt die Erhöhung der Unfälle im ruhenden Verkehr bei erhöhter Akzeptanz und gleichzeitig parkenden Fahrzeugen am Fahrbahnrand dar.