

## Führung des Radverkehrs an Landstraßen

FA 21.055

Forschungsstelle: BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung  
Dr.-Ing. R. Baier GmbH, Aachen

Bearbeiter: Baier, R. / Leu, P. / Rittershaus, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: März 2017

### 1 Aufgabenstellung

In Deutschland haben sich laut der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik im Jahr 2013 mit 6 585 Unfällen, der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden, rund 10 % der "Radverkehrsunfälle" (Verkehrsunfälle mit Beteiligung von Radfahrern) an Außerortsstraßen (ohne Autobahnen)<sup>1</sup> ereignet.

Anhaltswerte, wann eine Trennung des Radverkehrs vom Kfz-Verkehr auf Landstraßen in Form von fahrbahnbegleitenden Radwegen beziehungsweise gemeinsamen Geh- und Radwegen zweckmäßig ist, wird im Regelwerk primär auf Grundlage der Stärken des Kfz- und des Radverkehrs vorgenommen. Allerdings basieren diese Einsatzgrenzen auf Erkenntnissen, die über 30 Jahre alt sind.

Insbesondere bei Straßen der Entwurfsklasse 3 (EKL 3) – die als zweistreifige Landstraßen im Fokus der Untersuchung standen – ist nach den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL, 2012) zu prüfen, ob der Radverkehr auf der Fahrbahn geführt werden kann oder ob er aus Gründen der Verkehrssicherheit und des Verkehrsablaufs auf einem fahrbahnbegleitenden Radweg geführt werden soll. Bei einer solchen Prüfung sind nach den RAL (2012) die Stärke und die Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs, der Anteil des Schwerverkehrs (SV-Anteil) und die Übersichtlichkeit der Straße sowie die Stärke des Radverkehrs und der Anteil schutzbedürftiger Radfahrer zu berücksichtigen.

Bisher lagen keine belastbaren neueren oder älteren Untersuchungen zur Verkehrssicherheit und zum Verkehrsablauf auf Landstraßen mit Radfahrern vor, auf deren Grundlage die Zweckmäßigkeit der Trennung des Radverkehrs vom Kfz-Verkehr festgestellt werden konnte.

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel dieses Forschungsvorhabens, aufbauend auf Unfallanalysen und Analysen des Verkehrsablaufs das Gefährdungspotenzial des Radverkehrs auf Strecken und an Knotenpunkten im Zuge von zweistreifigen Landstraßen zu ermitteln und darauf aufbauend ein Verfahren zur Entscheidung über die Zweckmäßigkeit der Trennung des Radverkehrs vom Kfz-Verkehr zu entwickeln.

### 2 Untersuchungsmethodik

Die methodische Vorgehensweise und der sich hieraus ergebende Untersuchungsablauf sehen fünf aufeinander aufbauende, teilweise parallele Arbeitsschritte vor:

- Literaturanalyse (Erkenntnisstand) zu Erkenntnissen in- und ausländischer Untersuchungen und zu Rahmenbedingungen der gesetzlichen Regelungen,
- makroskopische Unfallanalyse zur Analyse des bundesweiten Unfallgeschehens auf Landstraßen mit Beteiligung von Radfahrern,
- Auswahl geeigneter Untersuchungsstrecken und -knotenpunkte für die empirischen Untersuchungen über eine 3-Wege-Strategie,
- empirische Untersuchungen zum Verkehrsablauf und mikroskopische Unfallanalyse an Strecken und Knotenpunkten zur Analyse des Gefährdungspotenzials von Radfahrern und
- Verfahrensentwicklung und Ableitung von Empfehlungen.

Die einzelnen Arbeitsschritte sowie deren Inhalt und Verknüpfung sind in Bild 1 dargestellt.

Zunächst erfolgte eine Recherche und Auswertung nationaler und ausgewählter internationaler Literatur hinsichtlich Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf des Radverkehrs an Landstraßen. Von besonderer Relevanz waren hierbei Untersuchungen, die bereits Erkenntnisse zum Unfallgeschehen, aber auch zu gefähreren Geschwindigkeiten oder zu Verhaltenssituationen liefern, und aus denen sich gegebenenfalls Parameter ableiten lassen, welche die Notwendigkeit der Trennung des Radverkehrs vom Kfz-Verkehr begründen können. Dabei waren auch die maßgebenden gesetzlichen Regelungen in Deutschland sowie die einschlägige Rechtsprechung von Bedeutung.

Die makroskopische Unfallanalyse erfolgte auf Grundlage des bundesweiten Unfallgeschehens der Jahre 2008 bis 2012. Da die veröffentlichte Straßenverkehrsunfallstatistik keine differenzierten Aussagen zu Radverkehrsunfällen auf Landstraßen (alle Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften, ohne Autobahnen) erlaubt, wurde zunächst eine Sonderauswertung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) durchgeführt. Diese Auswertung ermöglichte eine Betrachtung aller Radverkehrsunfälle auf Landstraßen.

Bei der Auswahl geeigneter Untersuchungsstrecken und -knotenpunkte standen für die empirischen Untersuchungen und mikroskopischen Unfallanalysen

- zweistreifige Landstraßen (Bundes- und Landes-/Staatsstraßen) mit Radverkehrsführung auf der Fahrbahn sowie
- Einmündungen oder Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage mit unterschiedlichen Radverkehrsführungen (auf der Fahrbahn, nicht abgesetzt mit Furt, abgesetzt mit Furt und abgesetzt mit Wartepflicht)

im Fokus.

<sup>1</sup> Da in der Straßenverkehrsunfallstatistik nach Ortslage und Straßenkategorie unterschieden wird, kann keine weitergehende

Differenzierung des Unfallgeschehens nach Außerortsstraßen "ohne Autobahnen und ohne Kraftfahrstraßen" erfolgen.

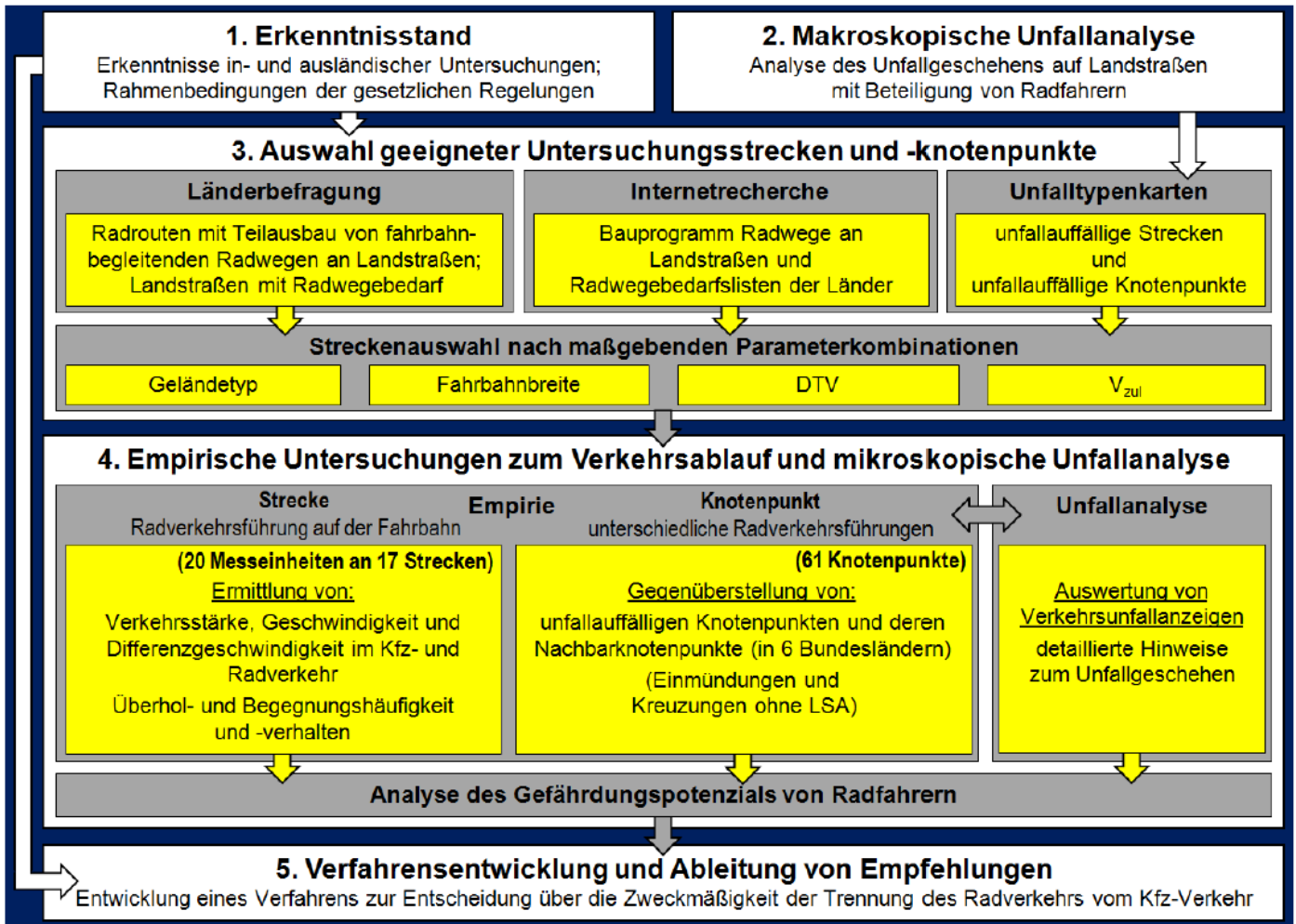


Bild 1: Untersuchungsablauf

Für die Recherche nach geeigneten Fallbeispielen wurde eine 3-Wege-Strategie angewendet. Neben einer Länderbefragung über persönlich bekannte Ansprechpartner in den zuständigen Ministerien und Straßenbauverwaltungen erfolgte eine Internetrecherche zu Radwegebauprogrammen/-bedarfslisten der Länder und als dritter Baustein wurden elektronische Unfalltypenkarten (UTK) in Hinblick auf das Unfallgeschehen im Radverkehr ausgewertet.

Über die Länderbefragung erfolgte eine gezielte Abfrage nach zweistreifigen Landstraßen, die unter anderem aus Sicht des Unfallgeschehens im Radverkehr, des Radverkehrsaufkommens, der Verkehrsstärke im Kfz-Verkehr oder aufgrund der Streckencharakteristik interessant erscheinen und für die ein Radwegebedarf besteht.

Die Internetrecherche erfolgte hinsichtlich veröffentlichter Radwegeausbauplanungen, Bauprogrammen und Bedarfslisten der Länder für Radwege an bestehenden Landstraßen, wobei die Eignung der hierüber ausgewählten Strecken, zum Beispiel hinsichtlich Lage (inner- oder außerorts) und Querschnitt (Anzahl Fahrstreifen und mögliche Seitenstreifen), zunächst über Luftbilder recherchiert werden musste.

Über die Auswertung von elektronischen Unfalltypenkarten (mit georeferenzierten Unfällen), die unter anderem für sechs Bundesländer vorliegen, erfolgte eine Recherche "unfallauffälliger" Strecken und Knotenpunkte für die späteren Unfallanalysen.

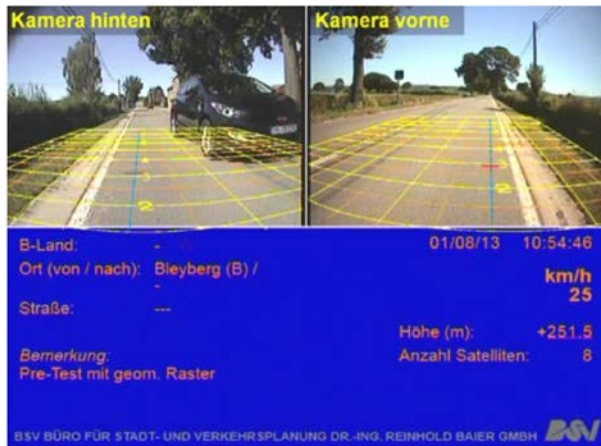
Für die so identifizierten Strecken wurden in einem nächsten Schritt die relevanten Infrastruktur- und Verkehrsdaten recherchiert, um die endgültige Auswahl der Strecken für die empirischen Untersuchungen nach maßgebenden Parameterkombinationen, die aufbauend auf der Literaturanalyse abgeleitet wurden, zielgerichtet schärfen zu können.

Für die empirischen Untersuchungen an Strecken mit Radverkehrsführung auf der Fahrbahn wurde ein Elektrofahrzeug der Forschungsstelle mit Messequipment ausgestattet, um die erforderlichen Parameter bei den Überholvorgängen durch Kraftfahrzeuge ermitteln zu können (Bild 2).



Bild 2: Elektrofahrzeug mit fest installiertem Messequipment

Die Aufnahme sämtlicher Parameter erfolgte dabei über eine zeitsynchrone GPS-/Video-Aufzeichnung und die Auswertung über die Implementierung eines geometrischen Rasters in das aufgenommene Videobild (Bild 3).



**Bild 3:** Videobild mit Kameraperspektiven und geometrischem Raster

Die Untersuchungsmethodik (Messanordnung und Auswertung der Messfahrten) wurde im Vorfeld der empirischen Erhebungen im Rahmen eines Pre-Tests hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit untersucht.

Hinsichtlich der Untersuchung von unterschiedlichen Radverkehrsführungsformen an Knotenpunkten fand eine Gegenüberstellung von unfallauffälligen Knotenpunkten und deren Nachbarknotenpunkte statt, um Unterschiede in der Führungsform des Radverkehrs beziehungsweise im Unfallgeschehen vergleichend analysieren zu können, da diese in Hinblick auf die Stärke und Zusammensetzung des Radverkehrs vergleichbar erscheinen.

Um detaillierte Aussagen zum Unfallgeschehen treffen zu können, wurden sowohl für die betrachteten Knotenpunkte als auch für die Untersuchungsstrecken die Verkehrsunfallanzeigen bei der zuständigen Polizei angefordert und hinsichtlich der Unfallhergänge ausgewertet.

### 3 Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Makroskopische Unfallanalyse

Bei der Analyse des bundesweiten Unfallgeschehens mit Radfahrerbeteiligung in den Jahren 2008 bis 2012 auf Landstraßen hat es sich sowohl wegen des unterschiedlichen Unfallaufkommens und dessen Entwicklung als auch der unterschiedlichen Unfalltypenstruktur als zweckmäßig erwiesen, die Auswertungen auf Bundes- und Landesstraßen zu fokussieren, die in diesem Zeitraum ca. 16 000 Unfälle mit Radfahrerbeteiligung zu verzeichnen hatten. Diese Anzahl der Unfälle entspricht einem Anteil von knapp weniger als einem Prozent am bundesweiten Gesamtunfallgeschehen und etwa 4 % am bundesweiten Unfallgeschehen mit Radfahrerbeteiligung der Unfallkategorien 1 bis 4.

Knapp zwei Drittel dieser Radverkehrsunfälle waren Unfälle mit Leichtverletzten, etwa ein Drittel waren Unfälle mit Schwerverletzten und drei Prozent Unfälle mit Getöteten; der Anteil von

Unfällen mit schwerwiegendem Sachschaden war verschwindend gering.

Diese Zusammensetzung zeigt deutlich, dass die Analyse der Kategorien 1 bis 4 das gesamte Unfallgeschehen mit Radfahrerbeteiligung auf Bundes- und Landesstraßen hinreichend abdeckt.

Die jahreszeitliche Verteilung der Radverkehrsunfälle sowie die Verteilung auf die Wochentage und Uhrzeiten verdeutlicht die Bedeutung des Freizeitradverkehrs im Hinblick auf das Unfallgeschehen auf Bundes- und Landesstraßen, was sich auch darin zeigt, dass die überwiegende Zahl der Unfälle bei günstigen Witterungsverhältnissen (trockene Fahrbahn und Tageslicht) geschehen ist.

Etwa die Hälfte der Radverkehrsunfälle ereigneten sich an Knotenpunkten mit einem dominanten Anteil von Einbiegen/Kreuzen-Unfällen.

Gefällestrrecken wurden dreimal so häufig als Unfallstelle wie Steigungen genannt; auch Kurven sind im Hinblick auf das Unfallgeschehen bedeutsam.

Etwa ein Fünftel der Radverkehrsunfälle waren Alleinunfälle, drei Viertel waren Unfälle mit zwei Beteiligten und der Rest sogar Unfälle mit mehr als zwei Beteiligten, wobei in ca. zwei Drittel aller Fälle Kraftfahrzeuge als Unfallgegner beteiligt waren.

Mehr als ein Drittel der beteiligten Radfahrer war zwischen 40 und 59 Jahre alt, knapp ein Viertel über 60 Jahre, gut ein Fünftel zwischen 18 und 39 Jahre; Kinder und Jugendliche bis 17 Jahre waren am wenigsten am Unfallgeschehen beteiligt.

#### 3.2 Empirische Untersuchungen zum Verkehrsablauf und Gefährdungspotenzial von Radfahrern

Die auf Grundlage der mehrgleisigen Recherche ausgewählten Untersuchungsstrecken decken das Merkmalspektrum aus Geländetyp, Fahrbahnbreite, Kfz-Belastung und zulässiger Höchstgeschwindigkeit hinreichend ab. Da von den 17 Untersuchungsstrecken drei Strecken sowohl werktags als auch sonntags mit dem Rad befahren wurden (20 Messeinheiten), konnten insgesamt über 13 400 Überholvorgänge "erzeugt" und mit dem eigenen entwickelten Messequipment erfasst und später ausgewertet werden. Die getroffenen Fallunterscheidungen der Überholvorgänge in Fälle bei und ohne Gegenverkehr beziehungsweise mit und ohne Beeinflussung durch Gegenverkehr sowie Überholungen aus der Kolonne haben sich als zielführend erwiesen.

Die Detailanalysen der Überholvorgänge ergaben als wesentliche Erklärungsgrößen des Gefährdungspotenzials von Radfahrern bei Überholvorgängen den Seitenabstand Kfz/Rad und die Überholgeschwindigkeit, die im Zusammenwirken "kritische" und "unkritische" Überholvorgänge unterscheiden lassen. Mit der aus vorliegenden Untersuchungen und Regelwerken abgeleiteten "Grenzlinie", die für Überholvorgänge durch Lkw modifiziert wurde, ergab sich der größte Anteil "kritischer" Überholvorgänge bei Gegenverkehr, die damit als Maß für das Gefährdungspotenzial angesehen werden können. Ihr Anteil an allen Überholvorgängen auf den Untersuchungsstrecken ist stark mit deren mittlerer Gegenverkehrsstärke (Kfz/h) und Tagesverkehr (Kfz/24 h) korreliert:

Mit zunehmender Gegenverkehrsstärke und zunehmendem Tagesverkehr wächst der Anteil kritischer Überholvorgänge auf den Untersuchungsstrecken linear an.

Aufgrund des sehr geringen empirisch ermittelten Radverkehrsaufkommens auf den Untersuchungsstrecken wurde geprüft, ob die für die Messung des Annäherungsverhaltens beim Passieren selbst erzeugten Radverkehrsstärken ersatzweise als Bezugsgröße für den nicht beobachtbaren Radverkehr herangezogen werden konnten. Nach sorgfältiger Abwägung wurde jedoch aus methodischen Gründen von einem solchen Ansatz Abstand genommen.

### 3.3 Mikroskopische Unfallanalyse

Die ursprünglich verfolgte Absicht, das mithilfe der Messfahrten analysierte Gefährdungspotenzial durch einen Abgleich mit dem Unfallgeschehen zu validieren, konnte aufgrund fehlender Unfallzahlen nicht umgesetzt werden. Auf 15 der 17 Untersuchungsstrecken wurden in drei Jahren keine und auf zwei Strecken ein beziehungsweise zwei Radverkehrsunfälle polizeilich erfasst.

Wegen dieses zu geringen Unfallgeschehens konnte auch keine Nutzen-/Kosten-Betrachtung durchgeführt werden, deren Nutzenkomponente durch "vermeidbare Unfallkosten bei Radverkehrsunfällen" zu quantifizieren gewesen wäre.

Wenn man sich – unter anderem im Sinne von Angebotsplanung – zur Anlage eines fahrbahnbegleitenden Radwegs entscheidet, so muss man allerdings der Führung des Radverkehrs an Knotenpunkten bezüglich der Verkehrssicherheit besondere Beachtung schenken.

Durch die gezielte Recherche über Unfalltypenkarten nach "unfallauffälligen" Knotenpunkten mit vorfahrregelnden Verkehrszeichen (ohne Kreisverkehre) konnten 37 solcher Knotenpunkte in verschiedenen Bundesländern mit 24 Nachbarknotenpunkten identifiziert werden, die mit rund 270 Unfällen auch nach notwendiger Differenzierung, zum Beispiel nach Knotenpunktform und Art der Radverkehrsführung, noch auswertbare Kollektive aufwiesen. Zunächst war auffällig, dass bei allen betrachteten Knotenpunkten die vorfahrtberechtigte Radverkehrsführung über zum Teil roteingefärbte nicht abgesetzte Furten deutlich überwog und es bei den unfallauffälligen Knotenpunkten keine Fälle mit abgesetzter wartepflichtiger Radverkehrsführung gab.

Allerdings war festzustellen, dass sich die Anzahl der Unfälle an den unfallauffälligen Knotenpunkten und den Nachbarknotenpunkten deutlich unterschied. Nahezu identisch zeigte sich jedoch die Struktur der Unfalltypen: in beiden Fällen überwogen die Einbiege/Kreuzen-Unfälle deutlich.

Ein Vergleich der unfallauffälligen Knotenpunkte und der Nachbarknotenpunkte mit derselben Führungsform des Radverkehrs zeigt erneut große Unterschiede in der Anzahl der Unfälle. Der entscheidende Einflussfaktor auf das Unfallgeschehen wird daher in der Verkehrsstärke der untergeordneten Straße beziehungsweise im Belastungsverhältnis zu suchen sein.

In Ermangelung der Kenntnis der tatsächlichen Verkehrsstärken der betrachteten Knotenpunkte wurde ersatzweise die Verkehrsbedeutung der jeweils untergeordneten Straße als Indikator

herangezogen, wobei danach unterschieden wurde, ob die untergeordnete Straße bezogen auf die Straßenkategorie gleichrangig oder nachrangig war. Da Gegenstand dieser Untersuchung Landstraßen der EKL 3 sind, wird angenommen, dass es sich bei angebotenen Bundes- und Landesstraßen um "gleichrangige" und bei angebotenen Kreisstraßen und Sonstigen Straßen um "nachrangige" Verknüpfungen handelt. Bei den unfallauffälligen Knotenpunkten betrug der Anteil der gleichrangigen Verknüpfungen etwa die Hälfte, bei den Nachbarknotenpunkten nur ein Fünftel.

Am Gesamtunfallgeschehen waren die Knotenpunkte mit gleichrangigen Verknüpfungen deutlich stärker beteiligt als die Knotenpunkte mit einer nachrangigen Verknüpfung. Die Unfalldichten betragen an Knotenpunkten mit gleichrangigen Verknüpfungen mehr als das Doppelte als an Knotenpunkten mit nachrangigen Verknüpfungen.

Aus diesen Befunden lässt sich zumindest die Tendenz aussagen ableiten, dass die Verkehrsstärke eines Knotenpunkts, die bei gleichrangigen Verknüpfungen als höher angenommen werden kann als bei nachrangigen, einen Einfluss auf das Unfallgeschehen hat, zumal die Dominanz der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle ein hohes Maß an Einbiege- und Kreuzenvorgängen voraussetzt.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass auch die Länge der Radfurfur und die Breite der Knotenpunktzufahrt für den Kfz-Verkehr in der untergeordneten Zufahrt, die im Zusammenhang mit der Komplexität und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts stehen, einen Einfluss auf das Unfallgeschehen haben: in beiden Fällen nimmt die Unfalldichte mit zunehmender Länge beziehungsweise Breite zu.

## 4 Folgerungen für die Praxis

Aufgrund der Erkenntnisse aus den empirischen Untersuchungen zum Verkehrsablauf und zum Gefährdungspotenzial von Radfahrern lag es nahe, die Einsatzgrenzen für die Anlage von fahrbahnbegleitenden Radwegen an Landstraßen von der Häufigkeit abhängig zu machen, mit der Radfahrer auf der Fahrbahn in einen kritischen Überholvorgang verwickelt wurden. Bei einem solchen Ansatz gilt es, Grenzwerte in Abhängigkeit des Gefährdungspotenzials auf Grundlage des Seitenabstands und der Überholgeschwindigkeit Kfz/Rad bei Überholvorgängen zu bestimmen.

Eine Möglichkeit ergibt sich durch die Aufsummierung der erfassten kritischen Überholvorgänge bei Gegenverkehr auf den Untersuchungsstrecken mit Bezug zur Tagesverkehrsbelastung, womit sich das Vermeidungspotenzial kritischer Überholvorgänge bei Gegenverkehr in Abhängigkeit von der Tagesverkehrsbelastung (Kfz/24 h) bestimmen lässt.

Die wünschenswerte zusätzliche Abhängigkeit vom Radverkehrsaufkommen konnte nicht hergestellt werden, da diese auf den untersuchten Strecken sehr gering war.

In Hinblick auf die Radverkehrsführung an Knotenpunkten wird empfohlen, zumindest bei gleichrangigen Verknüpfungen auf eine vorfahrtberechtigte Radverkehrsführung zu verzichten. Dies korrespondiert darüber hinaus auch mit den grundsätzlichen Aussagen der RAL (2012), wonach der Radverkehr in der Regel wartepflichtig über die untergeordnete Zufahrt geführt werden soll und nur bei entsprechend hoher Bedeutung der

Radverkehrsverbindung oder geringer Verkehrsbelastung der einmündenden Straße vorfahrtberechtigt geführt werden kann.

Zur weiteren Stützung dieser Aussage müssten allerdings Unfalluntersuchungen auf Basis von Knotenstromanalysen durchgeführt werden, womit zugleich eine der weiterführenden Forschungsfragen angesprochen ist.