

Überprüfung der Verkehrssicherheit für das Linksabbiegen bei unterschiedlichen Formen der Signalisierung

FA 3.421

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

Bearbeiter: Baier, M. M./Müller, A. /
Klemps-Kohnen, A./Leu, P.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Oktober 2010

1 Aufgabenstellung

Nach der VwV-StVO zu den §§ 39 bis 43 StVO geht die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer der Flüssigkeit des Verkehrs grundsätzlich vor. Dennoch ist an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage häufig ein Kompromiss zwischen der Qualität des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit erforderlich. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Führung der Linksabbieger, d. h. hinsichtlich deren Berücksichtigung im Signalprogramm. Die Linksabbieger können an lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten ungesichert, zeitweilig gesichert oder gesichert geführt werden.

Im Fall einer ungesicherten Führung gelten die Vorrangregeln nach § 9 Abs. 3 und 4 StVO. Die Linksabbieger nutzen die Lücken im gleichzeitig freigegebenen, bevorrechtigten Gegenverkehrsstrom (bedingt verträgliche Verkehrsströme) oder räumen während des Phasenwechsels nach Sperrung der Gegenrichtung, wobei die Räumung der Knotenpunktfäche gegebenenfalls durch einen verzögerten Freigabezeitbeginn der anschließend freigegebenen Ströme ermöglicht werden muss. Eine ungesicherte Führung sollte deshalb nach den RiLSA (Ausgabe 1992) [1] nur bei geringer Stärke von mindestens einem der beiden nicht verträglichen Ströme erfolgen.

Bei der zeitweilig gesicherten Führung sind die Freigabezeiten gegeneinander versetzt, sodass für die Linksabbieger nach der Sperrung oder vor der Freigabe der Gegenrichtung ein vom bevorrechtigten Gegenverkehrsstrom sowie den Fußgängern und Radfahrern auf der Furt in der linksliegenden Ausfahrt freies Zeitfenster entsteht (Zu- bzw. Vorgabezeit, auch als Nach- bzw. Vorlauf bezeichnet). Um den Linksabbiegern die jeweilige Situation kenntlich zu machen, wird dabei im Allgemeinen ein zusätz-

liches Signal (Diagonalgrün) installiert, das die Zeiten anzeigt, in denen der Linksabbiegestrom frei abfließen kann. Zugabezeiten sind laut den RiLSA (Ausgabe 1992) problemlos und in jeder Dauer nutzbar. Bei Vorgabezeiten werden dagegen besondere Überlegungen hinsichtlich der Sicherung der Linksabbieger gefordert; nach Möglichkeit sollten diese nicht angewendet werden, sondern es soll vorzugsweise geprüft werden, ob die Linksabbieger in einer eigenen Phase, also gesichert geführt werden können. In den neuen RiLSA (Ausgabe 2010) [2] ist die Anwendung von Vorgabezeiten im Gegensatz zu den bisherigen Regelungen nicht mehr als Ausnahmefall dargestellt. Es wird aber gefordert, die Vorgabezeiten aus Sicherheitsgründen immer durch einen zweifeldigen Signalgeber, d. h. Diagonalgrün und Hilfssignal (gelbes Blinklicht mit Pfeil), anzuzeigen.

Die gesicherte Führung von Linksabbiegern erfolgt durch eine eigene Phase, während derer alle mit diesen nicht verträglichen Ströme gesperrt sind. Ein derartiger Linksabbiegerschutz ist nach den RiLSA (Ausgabe 1992) u. a. umso dringlicher, je stärker der linksabbiegende Strom oder ein kreuzender nicht verträglicher Strom ist oder je höher die Geschwindigkeiten im Gegenverkehrsstrom sind. Zwei- und mehrstreifige Linksabbiegeströme sind grundsätzlich gesichert zu führen.

Neben der Lichtsignalsteuerung selbst sind auch Wechselwirkungen mit dem Knotenpunktentwurf zu berücksichtigen. Dabei sollte nach den RiLSA (Ausgabe 1992) auf die Anlage von Linksabbiegestreifen oder Aufstellbereichen für Linksabbieger nur verzichtet werden, wenn die Linksabbieger frei abfließen können oder sich alle abbiegenden Fahrzeuge eines Umlaufs im engeren Knotenpunktbereich aufstellen können. Bei einer gesicherten Führung in einer eigenen Phase sind immer Linksabbiegestreifen vorzusehen. Ist die Anordnung eines Linksabbiegestreifens oder eines Aufstellbereichs in einer Knotenpunktzufahrt nicht möglich (und kann das Linksabbiegen nicht untersagt werden), so sollte die gesamte Zufahrt in einer eigenen Phase freigegeben werden.

Die meisten der bisherigen Untersuchungen zu Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage beziehen sich auf die Qualität des Verkehrsablaufs. Über die Auswirkungen der verschiedenen Führungsmöglichkeiten für Linksabbieger an lichtsignalgesteuerten Kreuzungen und Einmündungen auf die Verkehrssicherheit liegen bislang nur unzureichende und teilweise widersprüchliche Erkenntnisse vor.

Zielsetzung des Forschungsvorhabens war deshalb eine Sicherheitsbewertung der verschiedenen Linksabbiegerführungsmöglichkeiten an lichtsignalgesteuerten Kreuzungen und Einmündungen anhand einer repräsentativen Auswahl von Knotenpunkten. Maßgebend für die Beurteilung sollte das tatsächliche Unfallgeschehen sein. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sollten dann abschließend Empfehlungen zu den Einsatzbereichen der verschiedenen Linksabbiegerführungsmöglichkeiten an Außerorts- und Innerortsknotenpunkten abgeleitet werden.

2 Untersuchungsmethodik

Die gewählte methodische Vorgehensweise und das sich hieraus ergebende Arbeitsprogramm sahen drei aufeinander aufbauende Arbeitsschritte vor. Kern der Untersuchungen stellten dabei umfassende Unfallanalysen dar.

Zur Festlegung untersuchungsrelevanter Kriterien erfolgte zunächst in einer Grundlagenanalyse die Aufbereitung des derzeitigen Kenntnisstands zur Verkehrssicherheit lichtsignalgesteuerter Knotenpunkte im Hinblick auf das Linksabbiegen. Hierzu wurden die Erkenntnisse aus bisherigen Untersuchungen zur Sicherheit von Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage zusammenfassend dargestellt. Des Weiteren wurden vorliegende Leitfäden zum Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen ausgewertet. Hieraus ergaben sich ebenfalls Hinweise auf untersuchungsrelevante Kriterien.

Im Ergebnis dieser Auswertungen wurden dann Kriterien festgelegt, die im Rahmen der nachfolgenden Unfallanalysen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Verkehrssicherheit untersucht werden sollten. Neben der Lage (außer- oder innerorts) und Funktion des Knotenpunkts im Netz sind dies u. a. entwurfstechnische, signal-/steuerungstechnische und verkehrliche Merkmale.

Für die Unfallanalysen selbst wurde ein dreistufiger Top-Down-Ansatz vorgesehen:

- 1. Stufe: Auswahl repräsentativer Fallbeispiele,
- 2. Stufe: Detailanalysen an ausgewählten Fallbeispielen,
- 3. Stufe: Vertiefte Analyse zum Einfluss der Verkehrsstärke.

Die Analysen erfolgten dabei getrennt für Außerorts- und Innerortsknotenpunkte. Zusätzlich erfolgte eine Unterscheidung nach der baulichen Grundform (Kreuzung oder Einmündung).

Als außerörtliche Untersuchungsgebiete wurden Bayern und Rheinland-Pfalz ausgewählt, da in diesen Bundesländern geeignete Unfalldatenbanken verfügbar sind. Als innerörtliche Untersuchungsgebiete wurden die Großstädte Dresden, Düsseldorf und Stuttgart gewählt. Für diese waren die erforderlichen Unfalldaten aus verschiedenen früheren Untersuchungen verfügbar. Des Weiteren erfolgte die zusätzliche Betrachtung von Knotenpunkten in ausgewählten Klein- und Mittelstädten sowie weiteren Großstädten in Bayern und Rheinland-Pfalz.

In der 1. Stufe wurde das Unfallgeschehen an insgesamt 966 lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten analysiert, mit dem Ziel, geeignete Fallbeispiele für die nachfolgenden Detailbetrachtungen zur Sicherheit des Linksabbiegens (2. und 3. Stufe der Unfallanalysen) zu ermitteln, da eine "gezielte" Auswahl geeigneter Fallbeispiele als nicht bzw. nur eingeschränkt möglich angesehen wurde. Zugrunde gelegt wurde dabei das Unfallgeschehen aus mindestens drei Jahren.

Um das Unfallgeschehen an lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten beschreiben und vergleichen zu können, wurden Anzahl und Schwere der Unfälle betrachtet. Deshalb wurden für alle betrachteten Knotenpunkte jeweils die $UKD_{K,i}$ (Unfallkostendichte eines Knotenpunkts i) und die $UKR_{K,i}$ (Unfallkostenrate eines Knotenpunkts i) sowie die sich hieraus ergebenden $UKD_{K,M}$ (mittlere Unfallkostendichte aller Knotenpunkte) und die $UKR_{K,M}$ (mittlere Unfallkostenrate aller betrachteten Knotenpunkte) für

unterschiedliche Knotenpunktkollektive berechnet. Über die $UKR_{K,i}$ und die $UKR_{K,M}$ können Vergleiche zwischen den Knotenpunkten gezogen werden, da die Verkehrsstärken hier Berücksichtigung finden. Die $UKD_{K,i}$ bildet die Grundlage für die Ermittlung des Potenzials zur Verbesserung der Sicherheit eines Knotenpunkts.

Für alle betrachteten Knotenpunkte wurden jeweils die relevanten Unfallkennwerte wie die $UKD_{K,i}$ und die $UKR_{K,i}$ berechnet. Als Ergebnis der 1. Stufe lagen dann nach Untersuchungsgebieten und Unfalltypen differenzierte Verteilungen der verschiedenen Unfallkennwerte vor. Anhand dieser Verteilungen wurden die Knotenpunkte für die in der 2. und 3. Stufe vorgesehenen Detailbetrachtungen ausgewählt.

Insgesamt wurden 230 repräsentative Fallbeispiele bestimmt, für die im Hinblick auf die anschließende zufahrtsbezogene Sicherheitsbewertung eine zufahrtsbezogene Zuordnung der Linksabbiegeunfälle erfolgte. Aufgrund teilweise nicht verfügbarer und auswertbarer Verkehrsunfallanzeigen mussten einige Knotenpunkte von den weiteren Betrachtungen ausgenommen werden. Letztendlich konnten 188 Knotenpunkte in der 2. Stufe weiter betrachtet werden.

Für diese Knotenpunkte wurden durch Detailanalysen die Auswirkungen einzelner Einflussgrößen ermittelt. Hierzu wurden für die Knotenpunkte alle vorab festgelegten untersuchungsrelevanten Kriterien – entwurfstechnische, signal-/steuerungstechnische und verkehrliche Merkmale – erfasst. Auf dieser Basis erfolgt dann die gesonderte Bewertung der Knotenpunkte mit ungesicherter, zeitweilig gesicherter oder gesicherter Führung der Linksabbieger. Als Maß für die Bewertung wurden die maßgebenden Unfallkennwerte sowie deren statistische Ausprägungen herangezogen.

In der 3. Stufe erfolgte abschließend die vertiefte Analyse zum Einfluss der Verkehrsstärke der Linksabbieger bzw. der jeweiligen Konfliktströme auf das Unfallgeschehen. Diese Analyse wurde beispielhaft für 63 ausgewählte Knotenpunkte durchgeführt. Die Auswahl erfolgte in Abhängigkeit der Ergebnisse der 2. Stufe der Unfallanalysen und der Verfügbarkeit von (möglichst aktuellen) Knotenstromzählungen.

3 Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Unfallanalysen zeigen, dass eine gesicherte Führung aller Linksabbieger an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage bezogen auf die Linksabbiegeunfälle vor allem außerorts Sicherheitsvorteile gegenüber einer ungesicherten Führung aller Linksabbieger aufweist. An außerörtlichen Kreuzungen kann bereits durch einen Linksabbiegerschutz in den Zufahrten der Hauptrichtung ein Sicherheitsgewinn erzielt werden. Dagegen besteht kein eindeutiger Einfluss der verschiedenen Linksabbiegerführungen auf das Unfallgeschehen an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage insgesamt. Innerorts sind die Sicherheitsvorteile der gesicherten Linksabbiegerführung gegenüber der ungesicherten Linksabbiegerführung nicht so deutlich ausgeprägt.

In Bezug auf die ungesicherte Führung von Linksabbiegern deuten die Ergebnisse darauf hin, dass außerorts u.a. die Führung der Rechtsabbieger in der gegenüberliegenden Zufahrt hinter einer Dreiecksinsel, innerorts u.a. die Führung des Gegenverkehrs (Geradeaus- und Rechtsabbiegestrom) auf zwei Fahrstreifen sowie die versetzte Anordnung gegenüberliegender Linksabbiegestreifen, die Sicherheit der Linksabbieger beeinträchtigen können. Da diese aber vermutlich auch durch die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten und die Verkehrsstärken der Konfliktströme (Linksabbieger und Geradeaus- sowie Rechtsabbiegestrom des Gegenverkehrs), zu denen keine bzw. nur vereinzelt Angaben vorliegen, beeinflusst wird, können die Auswirkungen der genannten Merkmale der Kno-

tenpunktgestaltung nicht quantifiziert werden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können somit für die ungesicherte Führung von Linksabbiegern auch keine Einsatzgrenzen, z. B. hinsichtlich der absoluten Verkehrsstärken oder der Verkehrsstärkeverhältnisse der Konfliktströme, abgeleitet werden.

Durch eine zeitweilig gesicherte Führung mit Nachlauf ist nicht zwangsläufig ein Sicherheitsgewinn zu erwarten. Auch hier deuten die Ergebnisse darauf hin, dass beispielsweise innerorts die Führung des Gegenverkehrs (Geradeaus- und Rechtsabbiegestrom) auf zwei Fahrstreifen die Sicherheit der Linksabbieger beeinträchtigen kann. Es sind jedoch aufgrund fehlender bzw. nur vereinzelt vorliegender Angaben vor allem zu den Verkehrsstärken der Linksabbieger und deren Konfliktströmen ebenfalls keine Einsatzgrenzen ableitbar.

Die wechselnde Signalisierung der Linksabbieger mit einem verkehrsabhängigen Wechsel zwischen einer ungesicherten Führung und einem Nachlauf sind, zumindest in außerörtlichen Zufahrten von Kreuzungen und Einmündungen, eher als unsicher einzustufen. Es kann jedoch nicht abschließend beurteilt werden, ob diese Linksabbiegerführung grundsätzlich nicht angewendet werden sollte. Ebenso können keine Aussagen zu tageszeitlich variierenden Linksabbiegersignalisierungen mit Wechseln von einer ungesicherten Führung und einem Nachlauf abgeleitet werden.

Zur Sicherheit einer zeitweilig gesicherten Linksabbiegerführung mit Vorlauf können keine Aussagen abgeleitet werden. Diese Führung scheint insgesamt nur selten angewendet zu werden, was sich mit den bisherigen Regelungen der RiLSA (Ausgabe 1992) begründen lässt.

4 Folgerungen für die Praxis

Insgesamt zeigen die Ergebnisse durchaus die grundsätzlichen Vor- und Nachteile der einzelnen Führungsmöglichkeiten für Linksabbieger an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage in Bezug auf die Verkehrssicherheit auf. Es können jedoch keine Linksabbiegerführungen konkret ausgeschlossen oder auf bestimmte Einsatzbereiche begrenzt werden. Hierzu sind in jedem Fall weitergehende Untersuchungen erforderlich. Dabei sollten ausschließlich Knotenpunkte betrachtet werden, zu denen Verkehrsstärken der einzelnen Knotenströme vorliegen, um für die ungesicherte Führung von Linksabbiegern sowie die zeitweilig gesicherte Führung mit Vorlauf einerseits bzw. mit Nachlauf andererseits Einsatzgrenzen hinsichtlich der absoluten Verkehrsstärken oder der Verkehrsstärkeverhältnisse der Konfliktströme ableiten zu können.

Die vorliegenden Ergebnisse der durchgeführten Unfallanalysen zeigen darüber hinaus auch auf, welche Merkmale entwurfstechnischer und signal-/steuerungstechnischer Kriterien im Rahmen weitergehender Untersuchungen betrachtet werden sollten. Zu nennen sind hier vor allem die Führung der Rechtsabbieger in der gegenüberliegenden Zufahrt, die Anzahl der Gegenverkehrsfahrstreifen und die Anordnung gegenüberliegender Linksabbiegestreifen sowie bei zeitweilig gesicherten Führungen die Anzeige der Vor- bzw. Zugabezeit.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (1992): Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA), Köln
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2010): Richtlinien für Lichtsignalanlagen – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr (RiLSA), Köln