

Empfehlungen für die Anlage von Knotenpunkten an zweispurigen Straßen der Kategoriengruppe A

FA 2.162

Forschungsstelle: Universität Hannover, Institut für Verkehrswissenschaft, Straßenwesen und Städtebau (Prof. Dr.-Ing. R. Schnüll)
Bearbeiter: Kölle, M.
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn
Abschluss: März 2001

1. Aufgabenstellung

Durch das Fehlen kategoriebezogener Aussagen zu den Einsatzbereichen der verschiedenen Knotenpunktgrundformen und -systeme in den bisher geltenden Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte lassen sich nicht immer die sinnvollsten Lösungen für Knotenpunkte finden. Weiterhin zeigen die Ergebnisse früherer Forschungsarbeiten, dass eine Differenzierung der Knotenpunkte grundformbezogen und damit ausschließlich nach entwurfstechnischen Kriterien nicht ausreicht, da die nach den Entwurfsrichtlinien gleichen Knotenpunktgrundformen mit verschiedenen Betriebsformen kombiniert werden können. Diese unterschiedlichen Betriebsformen haben erhebliche Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit bzw. auf den Verkehrsablauf und damit auch auf die Einsatzbereiche. Besonders Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage haben aufgrund ihres negativen Einflusses auf die Reisegeschwindigkeit und aufgrund ihres positiven Einflusses auf die Verkehrssicherheit ganz andere Einsatzfelder als unsignalisierte Knotenpunkte gleicher Grundform. Außerdem ist mit den derzeit geltenden Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte eine ganzheitliche und damit ausgewogene Beurteilung der Auswirkungen von Straßenverkehrsanlagen nicht möglich, weil keine Instrumentarien zur Quantifizierung dieser Auswirkungen zur Verfügung gestellt werden. Ergebnisse aus jüngeren Forschungsarbeiten zeigen darüber hinaus, dass in den Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte an zweispurigen Straßen eine integrierte Betrachtung von Knotenpunktbereichen und angrenzenden knotenpunktfreien Streckenabschnitten sowie eine stärkere Einbeziehung nichtverkehrlicher Einflussgrößen in die differenzierte Wahl der Knotenpunktgrundformen bzw. -systeme zu berücksichtigen ist.

Das Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war deshalb eine Ergänzung der Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte an zweispurigen Straßen außerhalb bebauter Gebiete auf der Grundlage der Ergebnisse jüngerer Forschungsarbeiten. Für plangleiche Knotenpunkte sollten grundformbezogene Einsatzgrenzen das bisher in den RAS-K-1 vorherrschende elementbezogene Vorgehen ergänzen. Neben den Einsatzempfehlungen für plangleiche Knotenpunkte sollten auch für planfreie Knotenpunkte an zweispurigen Straßen, die bisher mit den RAL-K-2 und den AH-RAL-K-2 entworfen werden, systembezogene Einsatzgrenzen definiert werden. Als Schwerpunkte der vorliegenden Forschungsarbeit galten deshalb die kategoriebezogene Differenzierung der Einsatzgrenzen für Knotenpunktgrundformen und -systeme unter Einbeziehung ihres Einflusses auf die raumordnerisch erwünschten Reisegeschwindigkeiten, die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf auch auf den an die Knotenpunktbereiche angrenzenden knotenpunktfreien Streckenabschnitte sowie die Lage der Straße zu bebauten Gebieten, die Entwicklung eines ganzheitlichen Kriterienkataloges für die Beurteilung von Knotenpunktgrundformen bzw. -systemen sowie ihrer Entwurfs Elemente und die Erarbeitung eines Gliederungsvorschlages für „Empfehlungen für den Einsatz von Knotenpunkten an zweispurigen Straßen der Kategoriengruppe A“.

2. Untersuchungsmethodik

Aufbauend auf einer Literaturanalyse wurden die Grundzüge der kategoriebezogenen Entwurfsphilosophie nach den RAS-N erläutert und die derzeit erreichte Umsetzung dieser Philosophie im Richtliniengefüge für den Straßenentwurf außerhalb bebauter Gebiete dargestellt. Es sollte hierbei verdeutlicht werden, inwieweit in diesen Richtlinien neben der Verkehrssicherheit und der Qualität des Verkehrsablaufes auch raumordnerische Aspekte, die der Entwurfsphilosophie nach den RAS-N zugrunde liegen, berücksichtigt werden.

Ergänzend zu diesen Auswahl- bzw. Beurteilungsverfahren bezüglich Raumordnung, Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in den Richtlinien für den Straßenentwurf wurden verschiedene sektorale Beurteilungsverfahren für Straßenverkehrsanlagen herangezogen, mit denen die Verkehrssicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit geprüft werden kann. Diese verschiedenen Verfahren wurden zusammengeführt, um ein ganzheitliches Beurteilungsverfahren für Straßenverkehrsanlagen zu entwickeln.

Dabei wurde ein ganzheitlicher Kriterienkatalog entwickelt, mit dessen Anwendung die Auswahl geeigneter Straßenverkehrsanlagen und die Analyse ihrer Auswirkungen vereinfacht sowie ausgewogen und transparent dargestellt werden kann. Da zukünftige Straßenverkehrsanlagen im zweispurigen Straßennetz außerhalb bebauter Gebiete überwiegend Ortsumgehungen sein werden, wurde in dem ganzheitlichen Kriterienkatalog die Analyse der zu erwartenden Auswirkungen nicht auf die Ortsumgehungen beschränkt. Vielmehr wurde der ganzheitliche Kriterienkatalog so gestaltet, dass die erheblichen Auswirkungen auf die Situation in den bisherigen Ortsdurchfahrten in die Beurteilung integriert werden können.

Aufbauend auf den Ergebnissen mehrerer jüngerer Forschungsarbeiten wurden anschließend die Einsatzbereiche für die unterschiedlichen Knotenpunkte an zweispurigen Straßen außerhalb bebauter Gebiete erarbeitet. Dazu wurden Kriterien festgelegt, mit denen diese Einsatzbereiche definiert werden können. Dabei wurden die Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen den Knotenpunkttypen und den knotenpunktfreien Streckenabschnitten in Bezug auf die Verbindungsqualität, die Funktionalität und die Verkehrssicherheit berücksichtigt. Außerdem wurden die Wirkungen der verschiedenen Knotenpunkttypen auf die Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit integriert.

Diese Analyse wurde durch die Formulierung von knotenpunkttypbezogenen Einsatzempfehlungen in Abhängigkeit von der angestrebten Verbindungsqualität, der Verkehrssicherheit und der Verkehrsstärke abgeschlossen. Aufbauend auf den erarbeiteten Einsatzempfehlungen wurde ein Auswahlverfahren für geeignete Knotenpunkte entwickelt. In dieses Auswahlverfahren wurde auch der entwickelte Kriterienkatalog zur ganzheitlichen Beurteilung integriert.

Anschließend wurde der Einfluss der verschiedenen Knotenpunkttypen an Ortsumgehungen auf die Entlastung der bisherigen Ortsdurchfahrten betrachtet. Dazu wurde in Abhängigkeit von der Lage zu bebauten Gebieten und von den Knotenpunkten nach Ortsumgebungstypen differenziert. Es wurde dabei zwischen Streckenzügen unterschieden, die entweder mit dem Ziel einer hohen Reisegeschwindigkeit oder mit dem Ziel einer hohen Entlastung der Ortsdurchfahrt geplant werden.

Abschließend wurden die in der vorliegenden Forschungsarbeit gewonnenen Erkenntnisse genutzt, um einen Vorschlag für Einsatzempfehlungen zu erarbeiten, mit denen Knotenpunkte an zweispurigen Straßen der Kategoriengruppe A sinnvoll ausgewählt werden können. Damit sollten die bisherigen kategoriebezogenen Einsatzempfehlungen für die Entwurfs Elemente um typbezogene Einsatzempfehlungen ergänzt werden.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Ganzheitliches Beurteilungsverfahren

Für die Beurteilung von Straßenverkehrsanlagen außerhalb bebauter Gebiete stehen derzeit lediglich sektoral ausgerichtete Verfahren zur Verfügung. Ihnen liegen in der Regel spezifische Zielsetzungen zugrunde, die in ausgewogener Form auch in ein ganzheitliches Beurteilungsverfahren integriert werden müssen. Diese ausgewogene Beurteilung von Straßenverkehrsanlagen steht auch in dem Verfahren nach den EAHV im Vordergrund. Es war jedoch nur eingeschränkt auf Straßenverkehrsanlagen außerhalb bebauter Gebiete übertragbar, da darin ein möglichst hohes Maß an Verträglichkeit von verkehrlichen und nichtverkehrlichen Nutzungsansprüchen angestrebt wird, die in dieser Konstellation vorrangig in Straßenräumen innerhalb bebauter Gebiete zusammentreffen.

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde auf der Basis der existierenden Verfahren ein ganzheitliches Beurteilungsverfahren entwickelt, mit dem eine schonende Integration der Knotenpunkte in meist sensible Umfelder und eine Kostenminimierung gefördert werden können. In diesem Beurteilungsverfahren wurden Ziele mit ihren Beurteilungsgrößen

- dem Zielfeld Verkehr,
- dem Zielfeld Siedlungsraum und Naherholung,
- dem Zielfeld Umfeld,
- dem Zielfeld Landschaftsgestalt und
- dem Zielfeld Wirtschaftlichkeit

zugeordnet.

Mit den Zielfeldern Verkehr und Wirtschaftlichkeit werden sowohl die verkehrstechnische als auch die ökonomische Komponente in das Beurteilungsverfahren integriert. Darüber hinaus machen die anderen drei Zielfelder deutlich, dass die Auswirkungen von Straßenverkehrsanlagen außerhalb bebauter Gebiete sehr vielschichtig sein können und deshalb auch hier spezifische Zielfelder erfordern, wie sie auch in den EAHV für die Beurteilung von Entwurf und Gestaltung von Hauptverkehrsstraßen integriert wurden. Im Gegensatz zu den EAHV erhält allerdings bei einem Beurteilungsverfahren für Straßenverkehrsanlagen außerhalb bebauter Gebiete die Wirkungsanalyse auch auf unbesiedelte Räume deutlich stärkeres Gewicht. Aus dieser Schwerpunktverlagerung resultiert nicht zuletzt auch die Zunahme der Anzahl von Zielfeldern.

Netzveränderungen im Zuge zweispuriger Straßen außerhalb bebauter Gebiete werden zukünftig vorrangig Ortsumgehungen sein. Ortsumgehungen haben zum Einen Einfluss auf die direkte Umgebung, in der sie geplant werden, zum Anderen wirken sie sich aber auch auf die bisherigen Ortsdurchfahrten aus, da sie diese vom Durchgangsverkehr entlasten und bei entsprechender Lage der Knotenpunkte im Zuge der Ortsumgehungen auch innerörtliche Verkehrsbeziehungen aufnehmen können. Dabei können unterschiedliche Führungen der Ortsumgehungen mit verschiedenen Knotenpunkten einen sehr unterschiedlichen Einfluss auf die Entlastung der Ortsdurchfahrten haben. Die Beurteilung von Auswirkungen einer Straßenverkehrsanlage im Zuge einer Straße außerhalb bebauter Gebiete muss deshalb auch unter Berücksichtigung der Wirkungen in der Ortsdurchfahrt erfolgen, wie dies mit dem entwickelten Beurteilungsverfahren möglich ist.

3.2 Einsatzbereiche der Knotenpunkttypen

Knotenpunktgrundformen bzw. -systeme nach den derzeit geltenden Entwurfsrichtlinien repräsentieren jeweils nur bauliche Lösungen zur Verbindung von Straßen, bei denen entwurfstechnische Elemente gegenüber betrieblichen Elementen ein deutliches Übergewicht haben. Insbesondere die Ausstattung plan gleicher Knotenpunkte mit ortsfesten Anlagen zur Überwachung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder mit Lichtsignalanlagen müssen in die Festlegung von Einsatzbereichen integriert werden, weil sie einen erheblichen Einfluss auf die Verkehrssi-

cherheit und den Verkehrsablauf haben. Um diese betrieblichen Maßnahmen besser berücksichtigen zu können, wird empfohlen, die bisherigen Unterteilungen in den Entwurfsrichtlinien in Knotenpunktgrundformen und -systeme aufzugeben und so genannte Knotenpunkttypen im Zuge zweispuriger Straßen zu definieren.

Deshalb werden in der vorliegenden Forschungsarbeit Knotenpunkttypen definiert, mit denen sich zusätzlich zu den Entwurfselementen verschiedene Betriebsformen berücksichtigen lassen. Aufbauend auf den Ergebnissen jüngerer Forschungsarbeiten wurden dazu die Einsatzbereiche für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen an zweispurigen Straßen außerhalb bebauter Gebiete erarbeitet. Dabei konnten die Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen den Knotenpunkttypen und den knotenpunktfreien Streckenabschnitten in Bezug auf die Verkehrssicherheit, die Verbindungsqualität und die Leistungsfähigkeit berücksichtigt werden. Außerdem wurden die Wirkungen der verschiedenen Knotenpunkttypen auf die Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit bei der Definition der Einsatzbereiche integriert.

Bei der Gestaltung von Streckenzügen außerhalb bebauter Gebiete sind ein ausgewogenes Maß an Verkehrssicherheit und eine entsprechend der Straßenkategorie erforderliche Qualität des Verkehrsablaufs von großer Bedeutung. Auch im Rahmen der Prüfung von Knotenpunkttypen an zweispurigen Straßen außerhalb bebauter Gebiete auf ihre tatsächliche Eignung in speziellen Anwendungsfällen stehen diese Aspekte im Vordergrund. Die Verkehrssicherheit, die Verbindungsqualität und die Leistungsfähigkeit sind dabei stark voneinander abhängig.

Hinsichtlich der Verkehrssicherheit ergaben sich in mehreren jüngeren Forschungsarbeiten für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen verschiedene Sicherheitsniveaus sowohl in den Knotenpunkten als auch auf den sich anschließenden Streckenabschnitten, wobei die Knotenpunkttypen offensichtlich auf die Verkehrssicherheit der Streckenabschnitte einen Einfluss haben.

Im Rahmen der Analyse der Verkehrssicherheit von zügig geführten Straßen mit teilplanfreien oder planfreien Knotenpunkten wurde ein hohes Geschwindigkeitsniveau festgestellt, das zu einem entsprechend hohen Anteil von Fahrnfällen mit schweren Personenschäden führte. Ein derartiges, durch Fahrnfälle geprägtes Unfallgeschehen stellte sich auf weniger zügig trassierten Streckenzügen mit plangleichen Kreuzungen, Rechtsversätzen oder kleinen Kreisverkehrsplätzen nicht ein. Die zügige Linienführung in Verbindung mit den großzügig ausgebauten Knotenpunkten beeinflusste offensichtlich das Unfallgeschehen auf diesen Streckenzügen erheblich. Die Verkehrssicherheit und die Verbindungsqualität stehen demnach in einem engen Zusammenhang. Bei der Auswahl von Knotenpunkttypen ist die Integration dieser Abhängigkeiten deshalb von großer Bedeutung. Dadurch können mit der Streckencharakteristik unverträgliche Knotenpunkttypen ausgeschieden werden. Außerdem wird die Eignung der Knotenpunkttypen so nicht separat, sondern unter Einbeziehung der knotenpunktfreien Streckenabschnitte beurteilt.

Mit steigenden Knotenpunktbelastungen wirken sich besonders signalisierte Knotenpunkte und Kreisverkehrsplätze aufgrund der zunehmenden Wartezeiten auch im Zuge der übergeordneten Straße intensiver auf die erzielbaren Reisegeschwindigkeiten aus als die anderen Knotenpunkttypen. Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Knotenpunkttypen ist demnach auch immer im Zusammenhang mit der erwünschten Verbindungsqualität zu sehen. Dabei gewinnt die Integration des Knotenpunktabstandes zwischen den signalisierten Knotenpunkten und den Kreisverkehrsplätzen erheblich an Bedeutung.

Die Verkehrsbelastung im Knotenpunkt selbst wirkt sich auch auf die knotenpunktbezogene Verkehrssicherheit aus. In einzelnen Knotenpunkttypen muss davon ausgegangen werden, dass sich bei Überschreiten von bestimmten Verkehrsstärken die Verkehrssicherheit deutlich verschlechtert. Für diese Knotenpunkttypen ist deshalb die Definition von sicherheitstechnisch bedingten zulässigen Verkehrsstärken erforderlich.

3.3 Auswahlverfahren für Knotenpunkttypen

Die erarbeiteten Einsatzbereiche für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen und das ganzheitliche Beurteilungsverfahren sind wesentliche Grundlagen für das in der vorliegenden Forschungsarbeit entwickelte dreistufige Auswahlverfahren für Knotenpunkttypen.

In der ersten Stufe erfolgt die Vorauswahl geeigneter Knotenpunkttypen unter Einbeziehung

- der Knotenpunktbelastung,
- der angestrebten mittleren Pkw-Reisegeschwindigkeit im Zuge der übergeordneten Straße und
- des Knotenpunktabstandes im Zuge der übergeordneten Straße.

Mit diesen drei Kriterien werden die beschriebenen Abhängigkeiten zwischen der Verkehrssicherheit, der Verbindungsqualität und der Leistungsfähigkeit bei den unterschiedlichen Knotenpunkttypen und die Wechselwirkungen mit der sicherheitstechnischen Situation auf den knotenpunktfreien Streckenabschnitten berücksichtigt.

Trotz der Wichtigkeit der auf den Kraftfahrzeugverkehr fixierten Kriterien sind bei der Auswahl eines Knotenpunkttypes nicht nur diese verkehrlichen Kriterien, sondern auch die Wirkungen in Bezug auf die Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit sowie auf die anderen Verkehrsarten in einem ganzheitlichen Beurteilungsverfahren zu analysieren. Unabhängig von den bisherigen Aussagen zur Verkehrssicherheit, zur Verbindungsqualität und zur Leistungsfähigkeit unterscheiden sich die Knotenpunkttypen ganz erheblich in den Aufwendungen für den Bau und den Betrieb sowie in Bezug auf die Umweltverträglichkeit.

Deshalb wird in der zweiten Stufe des Auswahlverfahrens zuerst die Relevanz spezifischer Eigenschaften einzelner Knotenpunkttypen geprüft und anschließend mit dem ganzheitlichen Beurteilungsverfahren eine Wirkungsanalyse für die verschiedenen geeigneten Knotenpunkttypen durchgeführt.

Im dritten Schritt des Auswahlverfahrens wird schließlich unter Berücksichtigung der Streckencharakteristik und der Straßenkategorie die Verträglichkeit benachbarter Knotenpunkte auf einem zusammenhängenden Streckenzug geprüft.

3.4 Besonderheiten für Knotenpunkte an Ortsumgehungen

Durch die Definition verschiedener Typen von Ortsumgehungen sollen ihre unterschiedlichen Funktionen berücksichtigt werden:

Während ein Teil der Ortsumgehungen vorwiegend eine Verbindungsfunktion hat und den überörtlichen Durchgangsverkehr aufnehmen soll, erhält bei dem anderen Teil durch die Verlagerung auch von innerörtlichen Kraftfahrzeugverkehren und von Quell- und Zielverkehren die Entlastungsfunktion stärkere Bedeutung. Neben den Ortsumgehungen treten im Straßennetz außerhalb bebauter Gebiete noch Ortsverbindungen auf, die weitgehend unabhängig von besiedelten Gebieten geführt werden. Auf diesen Ortsverbindungen sollen im überörtlichen Kraftfahrzeugverkehr hohe Reisegeschwindigkeiten über große Distanzen erreicht werden, so dass hier hohe Entwurfsstandards für Knotenpunkte, Linienführung und Querschnitte zugrunde gelegt werden. Die Knotenpunktabstände sind in der Regel groß, so dass der Anteil der Knotenpunktbereiche mit betrieblichen Maßnahmen (Überholverbot oder Geschwindigkeitsbeschränkung) relativ gering ist.

In Abhängigkeit von der vorrangigen Funktion der Ortsumgehung (Verbindung oder Entlastung) können unterschiedliche Knotenpunkttypen zweckmäßig sein. Dabei haben die Knotenpunkttypen neben der Linienführung und dem Querschnitt auch einen wesentlichen Einfluss auf die Reisegeschwindigkeit. In Abhängigkeit von Typ, Anzahl und Abstand stellen sich sehr unterschiedliche Reisegeschwindigkeiten ein. Außerdem ergeben sich durch entwurfstechnische und betriebliche Standards der Knotenpunkte weitere Einflussgrößen auf die erzielbaren Reisegeschwindigkeiten.

Wenn in den Knotenpunkten im Zuge von Ortsumgehungen größere Abbiegeströme auftreten und es im Verlauf der Ortsumgehungen abschnittsweise zu deutlichen Veränderungen des DTV kommt, kann sich dies ggf. auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf negativ auswirken. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, dass bei geringen Knotenpunktabständen riskantere Überholvorgänge auftreten, weil der Anteil der Streckenabschnitte mit Überholmöglichkeiten relativ gering ist.

Die Knotenpunkte an Ortsumgehungen müssen vor diesem Hintergrund unterschiedliche Anforderungen erfüllen:

Einerseits soll bei Ortsumgehungen mit Entlastungsfunktion durch die Schaffung günstiger Ein- und Abbiegemöglichkeiten und durch geringe Knotenpunktabstände eine gute Verknüpfung mit dem nachgeordneten Straßennetz erreicht werden, um die Erschließungsqualität zu erhöhen und nicht zuletzt den Auslastungsgrad der Ortsumgehungen zu verbessern. Andererseits ergeben sich bei Ortsumgehungen mit Verbindungsfunktion aus der Forderung nach hohen Reisegeschwindigkeiten für den überörtlichen Kraftfahrzeugverkehr im Zuge der Ortsumgehungen eher große Knotenpunktabstände und nur eine eingeschränkte Knotenpunktauswahl, um die Verlustzeiten in den Knotenpunkten zu minimieren und um ausreichende Überholmöglichkeiten zu bieten.

3.5 Gliederungsvorschlag für Empfehlungen

Unter Berücksichtigung der in der vorliegenden Forschungsarbeit gewonnenen Erkenntnisse und der derzeit geltenden Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte wurde ein Gliederungsvorschlag für „Empfehlungen für den Einsatz von Knotenpunkten an zweispurigen Straßen der Kategoriengruppe A“ erarbeitet. Dieser Gliederungsvorschlag kann als Grundlage für eine Überarbeitung bzw. Zusammenführung der derzeit geltenden Richtlinien und Empfehlungen für den Knotenpunktentwurf dienen.

4. Folgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit können einen wesentlichen Baustein für die Ergänzung der derzeit geltenden Entwurfsrichtlinien für Knotenpunkte darstellen.

Mit dem Auswahlverfahren für Knotenpunkttypen wird erstmals deren kategorieabhängige Auswahl möglich. Das in das Auswahlverfahren integrierte ganzheitliche Beurteilungsverfahren ermöglicht eine ausgewogene Berücksichtigung sowohl verkehrlicher als auch nichtverkehrlicher Kriterien.

Es ist zu erwarten, dass mit diesen Instrumentarien in der Praxis der Entscheidungsprozess transparenter und die Konsensfindung vereinfacht wird. □