

## Vereinfachung plangleicher städtischer Knotenpunkte durch eine Kombination entwurfstechnischer und betrieblicher Maßnahmen

FA 2.169

Forschungsstelle: Hoffmann-Leichter, Beratende Ingenieure, Falkensee  
 Bearbeiter: Hoffmann, G. / Heinz, M. / Burger, M. / Rathjen, B.  
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn  
 Abschluss: September 1999

### 1. Aufgabenstellung

Die in den RAS-K-1-88 und in den EAHV 93 enthaltenen Entwurfs Elemente für plangleiche Knotenpunkte gehen von einer konsequenten Anwendung des Trennungsprinzips aus, wobei in der Regel jeder Verkehrsart eine eigene Fläche zugewiesen wird. Insbesondere mit der zunehmenden Integration „intelligenter“ Lichtsignalsteuerung in den Entwurf von Straßenverkehrsanlagen und zwar vor allem auch durch den verstärkten Einsatz der verkehrabhängigen Lichtsignalsteuerung, hat sich zwischenzeitlich gezeigt, dass die „räumliche Trennung der Verkehrsarten“ in bestimmten Fällen durch eine „zeitliche Trennung der Verkehrsarten“ ersetzt werden kann und dadurch unter Umständen wesentliche Flächeneinsparungen zu erzielen sind bzw. erst sinnvolle Gesamtlösungen an solchen Stellen angeboten werden können, an denen kein ausreichendes Flächenangebot vorhanden ist.

Ziel des Forschungsprojekts war es, die Möglichkeiten einer signaltechnisch gesteuerten Mehrfachnutzung von Knotenpunktelementen aufzuzeigen und Einsatzempfehlungen für solche Knotenpunktelemente zu formulieren, die zur Integration in die entsprechenden Entwurfsrichtlinien (z.B. RAS-K-1, RiLSA oder EAHV) geeignet sind. Im Vordergrund der Untersuchung standen dabei nicht so sehr theoretische Überlegungen, sondern vielmehr die systematische Aufbereitung von Anwendungsfällen aus der Praxis für die Mehrfachnutzung von Knotenpunktelementen durch Kombinationen entwurfstechnischer und betrieblicher Maßnahmen.

### 2. Untersuchungsmethodik

#### 2.1 Gang der Bearbeitung

Aus einer Literaturdurchsicht wurden denkbare Maßnahmen zusammengestellt und einem konventionellen Entwurf gegenübergestellt, wozu auch die Flächeneinsparungen und der zusätzliche Aufwand für Signalgeber und Anforderungseinrichtungen ermittelt wurden.

Anhand dieser Zusammenstellung der denkbaren Maßnahmen wurde im zweiten Arbeitsschritt ein Fragebogen entworfen, der an ausgewählte Stadtverwaltungen des Straßen- und Verkehrswesens, an die Straßenverwaltungen der Flächenstaaten sowie an ausgewählte Verkehrsbetriebe verschickt wurde. Ziel der Fragebogenaktion war es, die Verbreitung der einzelnen Maßnahmen und die Erfahrungen der jeweiligen Verwaltungen bzw. Verkehrsbetriebe mit den einzelnen Maßnahmen zu recherchieren. Außerdem sollte nach bisher nicht beschriebenen Maßnahmen Ausschau gehalten werden, die Anwendung finden. Der Fragebogen diente auch dazu, maßnahmenbezogene Schwachstellen zu ermitteln.

Die Ermittlung von Schwachstellen wurde im dritten Arbeitsschritt vertieft. Hierzu wurden zu häufig angewendeten Maßnahmen mit überwiegend lokaler Bedeutung Verkehrsbeobachtungen mit Hilfe der Verkehrskonflikttechnik (VKT) durchgeführt.

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden zu jeder Maßnahme, soweit Unterlagen verfügbar gemacht werden konnten, drei Beispiele in einer Dokumentation zusammengestellt, die insbesondere als Orientierungshilfe für die Praxis gedacht ist. Zu den in die Beispielsammlung aufgenommenen Maßnahmen wurden Abschätzungen hinsichtlich ihrer verkehrlichen, ökologischen und städtebaulichen Wirkungen durchgeführt. Die Abschätzung der verkehrlichen Wirkungen wurde unter Berücksichtigung der signaltechnischen Lösungen vorgenommen. Ergänzt wurden diese Ausführungen noch mit den Erfahrungen und Bewertungen der Verwaltungen, die aus der Fragebogenaktion und aus den gezielten Nachfragen vorlagen.

#### 2.2 Denkbare Maßnahmen zur Vereinfachung von plangleichen städtischen Knotenpunkten

Die betrieblichen Maßnahmen zur Vereinfachung von plangleichen städtischen Knotenpunkten beruhen nahezu alle darauf, dass mit den durch die Lichtsignalsteuerung gegebenen Möglichkeiten eine signaltechnisch erzeugte zeitliche Staffelung der Nutzung der von den verschiedenen Verkehrsarten und/oder Verkehrsströmen gemeinsam befahrenen Verkehrsflächen erfolgt. Die denkbaren Maßnahmen können dabei nach ihrer räumlichen und zeitlichen Wirkung unterteilt werden (Tabelle 1, siehe nächste Seite).

Die räumliche Wirkung wurde gegliedert nach Wirkung lokal am Knotenpunkt, Wirkung im Straßenzug und Wirkung im Netz. Für die zeitliche Wirkung wurde eine Unterteilung vorgenommen nach Wirkung im Minutenbereich und Wirkung im Stundenbereich. Bei der Betrachtung der zeitlichen Wirkungen nimmt das zeitlich uneingeschränkt gültige Grünpfeilschild eine Sonderstellung ein.

Die Beschreibung der möglichen Maßnahmen erfolgt nach einem einheitlichen Schema mit der Gliederung hinsichtlich Ziel, Grundprinzip, Einsatzmöglichkeiten, Varianten, Vor- und Nachteile, Einsatzkriterien und Einsatzgrenzen sowie der Gestaltung eines konventionellen Entwurfs.

Die Darstellung der Maßnahmen bzw. des jeweiligen konventionellen Entwurfs orientiert sich in der Regel an einfachen Lösungen und erfolgt an einem Standardknotenpunkt ohne Berücksichtigung besonderer Randbedingungen. In der Tabelle sind die Flächeneinsparungen gegenüber dem konventionellen Entwurf bzw. die Anzahl zusätzlicher Signalgeber und Detektoren für alle Maßnahmen wiedergegeben.

#### 2.3 Fragebogenaktion

Die Fragebogenaktion wurde durchgeführt, um in Deutschland Anwendungsfälle für Maßnahmen zur „zeitlichen Trennung der Verkehrsarten“ durch die signaltechnisch gesteuerte Mehrfachnutzung von Knotenpunktelementen zu recherchieren und um Eindrücke über das spezielle Problembewusstsein und die Erfahrungen der zuständigen Entscheidungsträger mit diesen Maßnahmen zu gewinnen. Außerdem wurde im Rahmen der Fragebogenaktion bei den Adressaten des Fragebogens ermittelt, ob weitergehende Informationen vorliegen oder ob bereits bewertende Untersuchungen zu den erfragten Maßnahmen durchgeführt wurden. Zusätzlich zu den in Kapitel 2 genannten Maßnahmen wurden auch Fragen zum „Rundum-GRÜN für Fußgänger“ gestellt. Der Fragebogen ist in drei Teile gegliedert, die im ersten Teil allgemeine Belange der Lichtsignalsteuerung, im zweiten Teil besondere Berücksichtigung des ÖPNV und schließlich im dritten Teil Belange der Fußgänger und Radfahrer betreffen.

**Tabelle 1: Räumliche und zeitliche Wirkung der Maßnahmen zur Vereinfachung von städtischen Knotenpunkten**

	Maßnahme	Räumliche Wirkung			Zeitliche Wirkung		
		im Netz	im Straßenzug	am Knotenpunkt / punktuell	im Minutenbereich	im Stundenbereich	
Maßnahmen mit Wirkung	am Knotenpunkt	Grünpeilschild			X	X	
		Bestimmungsfremde Mitnutzung von Abbiegefahrstreifen			X	X	
		Freiräumen des Gleisbereichs			X	X	
		Zeitinseln vor Lichtsignalanlagen		O	X	X	
		Zeitinseln hinter Lichtsignalanlagen		O	X	X	
		Signalvorläufe für Busse		O	X	X	
		Sonderphasen für Busse			X	X	
		Busschleusen			X	X	
		Radfahrerschleusen			X	X	
	im Straßenzug	Pförtner-Lichtsignalanlagen	X	X	O	X	
		ÖPNV-Schleusen auf freier Strecke		X <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	X	
		Richtungswechselbetrieb und Linksabbiegefahrstreifen	O	X	O		X
		Freihalten von ÖPNV-Fahrstreifen mit Dauerlichtzeichen	O	X	O		X <sup>2</sup>
Sonderfälle	ÖPNV-abhängige Zusatzsperrsignale			X	X		
	Busfahrstreifen mit Richtungswechselbetrieb		X	O	X <sup>3</sup>		

Erläuterungen:  
 x primäre Wirkungen  
 o Folgewirkungen  
<sup>1</sup> in Folgestrecke(n), an Folgeknotenpunkte(n)  
<sup>2</sup> auch ÖPNV-abhängige Steuerung im Stundenbereich möglich  
<sup>3</sup> auch zeitabhängige Richtungszuweisung im Minutenbereich möglich

Allen Fragebogenabschnitten liegt ein einheitliches Frage-schema zugrunde, das zum Teil durch zusätzliche maßnahmen-spezifische Fragen ergänzt wird.

Die einzelnen Maßnahmen werden in den Städten recht unterschiedlich häufig angewendet (Tabelle 3).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Anwendung von Maßnahmen zur Vereinfachung von plangleichen Knotenpunkten

Die Reaktionen auf den Fragebogen waren recht unterschiedlich. Etwa zwei Drittel der Landes- und auch der Stadtverwaltungen antworteten (Tabelle 2).

Die Antworten der Verkehrsbetriebe ergaben im Prinzip ein ähnliches Bild wie bei den Städten, wobei sich vielfach auch Verkehrs-betriebe und Verwaltungen mit der Beantwortung abstimmen, so dass auch ein Teil der Verkehrsbetriebe nur mit einem

Hinweis auf die Antwort der Stadtverwaltung den Fragebogen zurücksandte (Tabelle 4).

Die Bewertungen durch die Verkehrsbetriebe fallen auch überwiegend positiv aus, sind aber eher unter dem Gesichtspunkt „Nutzen für den ÖPNV“ bzw. Beschleunigungseffekte bewertet worden.

#### 3.2 Ermittlung maßnahmenbezogener Schwachstellen und Gefährdungen mit Hilfe von Verkehrsbeobachtungen

Zu fünf Maßnahmen mit überwiegend lokaler Bedeutung, die häufig angewendet werden, wurden verkehrstechnische Beobachtungen mit Hilfe der Verkehrskonflikttechnik durchgeführt. Ziel war es, aus den Beobachtungen Schwachstellen in den Maßnahmen zu ermitteln, um hieraus gegebenenfalls Verbesserungen bei den Maßnahmen abzuleiten bzw. ihre Einsatzbedingungen und Einsatzgrenzen zu prüfen. Untersucht wurden die Maßnahmen „Signalvorlauf für Busse“ an zwei verschiedenen Knotenpunkten mit etwas unterschiedlichen Randbedingungen,

**Tabelle 2: Anteile des Rücklaufs der Fragebögen bezogen auf die Institutionen**

	Anzahl der an-geschriebenen Institutionen	Antworten auf die Fragebogen-aktion	Anteil der Antworten auf die Fragebogen-aktion	Anzahl der bearbeiteten Fragebögen	Anteil der bearbeiteten Fragebögen
Städte	145	92	63,4 %	82	56,6 %
Verkehrsbetriebe	96	32	33,3 %	19	19,8 %
Landesämter	13	8	61,5 %	3	23,0 %

die Maßnahme „Busschleuse mit Festzeitsteuerung“ auch an zwei Knotenpunkten, sowie die Maßnahmen „Zeitinsel an Straßenbahnhaltestelle“, „Gleisfreiräumen von Linksabbiegern“ und „Radfahrschleuse mit erweiterter Aufstellfläche“. Die Verkehrsbeobachtungen zeigten keine besonderen Schwachstellen, die Anlass zu grundsätzlichen Änderungen bei den Maßnahmen wären.

Bei zwei untersuchten Knotenpunkten zeigten sich Probleme in der lokalen Bemessung der Anlage. Eine Busschleuse in Berlin und eine Radfahrschleuse in Leipzig waren in ihren Abmessungen zu kurz bemessen, um den dort auftretenden und bevorzugt zu behandelnden Verkehrsströmen ausreichend Platz zu bieten. Beide Defizite sind als lokale Probleme zu sehen und stellen keine grundsätzlichen Aussagen dar, die eine Änderung von Richtlinien oder Empfehlungen erfordern würden. Als Fazit kann festgehalten werden, dass die untersuchten Maßnahmen als für die Praxis ausgereift angesehen werden können.

Aus dem Rücklauf der Fragebogenaktion, unter Berücksichtigung der Erfahrungen der Verwaltungen mit den Maßnahmen, wurden jeweils drei Beispiele zu den Maßnahmen, die überwiegend positiv bewertet wurden, ausgewählt und dokumentiert. Die Dokumentation zeigt sehr anschaulich im Gegensatz zu den theoretischen Beschreibungen der Maßnahmen (Kapitel 2), wie unterschiedlich die Ausführung der Maßnahme nach Stadt und lokalen Gegebenheiten ausfallen kann. Es wurde versucht, die Beispiele nach einem einheitlichen Muster zu dokumentieren. Speziell eingegangen wurde auf den dazugehörigen Lageplan,

den Phasenfolgeplan, die lokale Beschreibung, das Verkehrsaufkommen, das Unfallgeschehen und auf die Bewertung durch die Verwaltung. Ergänzt wurden die Beispiele durch Fotos, um die jeweilige Situation zu veranschaulichen.

Zu der in der Dokumentation aufgenommenen Schätzung zum signaltechnischen Aufwand wurden Einschätzungen zu den verkehrlichen, ökologischen und städtebaulichen Wirkungen vorgenommen. Ergänzt wurden diese Ausführungen noch um eine Bewertungstabelle als Orientierungshilfe für die Praxis, die aufgrund der zusammenfassenden Bewertung durch die Verwaltungen zusammengestellt wurde.

## 4. Folgerungen für die Praxis

Das Forschungsvorhaben hat gezeigt, dass die beschriebenen Maßnahmen zur Mehrfachnutzung von Knotenpunktelementen durch entwurfstechnische und betriebliche Maßnahmen für die Praxis ausgereift sind und auf der Basis der Untersuchungsergebnisse keine wesentlichen Veränderungen an den Richtlinien, Empfehlungen und Merkblättern hinsichtlich Entwurf oder Betrieb vorgenommen werden müssen.

Somit sollten die hier näher betrachteten Maßnahmen zur signaltechnisch gesteuerten Mehrfachnutzung von städtischen Knotenpunkten als gängiges Planungs- und Entwurfsrepertoire für den Verkehrsingenieur in der täglichen Praxis weitere Verbreitung finden.

**Tabelle 3: Anteile der vorhandenen oder geplanten Maßnahmen bezogen auf die Städte**

Maßnahme	Maßnahme vorhanden oder geplant	Anteil in Prozent
Zuflußdosierung durch Pfortner-LSA	28	34,1 %
Richtungswechselbetrieb mit Dauerlichtzeichen	7	8,5 %
Grünpfeil	36	43,9 %
Abbiegefahrstreifen von geradeausfahrenden ÖPNV fremdgenutzt	39	47,6 %
Freihalten eines straßenbündigen Gleiskörpers mit Dauerlichtzeichen / Zusatzzeichen	3	3,7 %
straßenbahnabhängiges Zusatzsperrsignal	17	20,7 %
ÖPNV-Schleuse auf freier Strecke	33	40,2 %
ÖPNV-Schleuse auf freier Strecke ohne LSA mit Z205	2	2,4 %
Freiräumen des Gleisbereichs bei Straßenbahnannäherung	28	34,1 %
Zeitinseln an Straßenbahnhaltestellen	27	32,9 %
Signalvorläufe und Sonderphasen für Busse	61	74,4 %
Signalvorläufe und Sonderphasen für Straßenbahnen	43	52,4 %
Busschleuse mit Festzeitsteuerung	40	48,8 %
Busfahrstreifen in Mittellage mit Richtungswechselbetrieb und Busanforderung	2	2,4 %
Radfahrschleusen und/oder Radaufstellstreifen	47	57,3 %
Rundum-GRÜN für Fußgänger	27	32,9 %

Tabelle 4: Erfahrungen und Bewertungen der Städte

Städte	positiv	negativ	positiv und negativ	keine
Zuflussdosierung durch Pfortner LSA	16	-	9	3
Richtungswechselbetrieb mit Dauerlichtzeichen	5	-	-	2
Grünpfeil	18	1	13	4
Abbiegestreifen von geradeausfahrenden ÖPNV fremdgenutzt	26	-	5	8
Freihalten eines straßenbündigen Gleiskörpers mit Dauerlichtzeichen/ Zusatzzeichen	2	-	1	-
straßenbahnabhängiges Zusatzsperrsignal	5	-	7	5
ÖPNV-Schleuse auf freier Strecke	18	1	1	13
ÖPNV-Schleuse auf freier Strecke ohne LSA mit Z205	-	-	1	1
Freiräumen des Gleisbereichs bei Straßenbahnannäherung	13	1	11	3
Zeitinseln an Straßenbahnhaltstellen	14	1	10	2
Signalvortläufe und Sonderphasen für Busse	43	-	8	10
Signalvortläufe und Sonderphasen für Straßenbahnen	19	-	5	19
Busschleusen mit Festzeitsteuerung	14	4	5	17
Busfahrstreifen in Mittellage mit Richtungswechselbetrieb und Busanforderung	1	-	1	-
Radfahrerschleuse und/oder Radaufstellfläche	15	2	12	18
Rundum-GRÜN für Fußgänger	16	3	7	1

