
Kurzfassung der Diplomarbeit

Name: Thomas Kaluzny

Thema: Untersuchung der Wirkungen einer Priorisierung des öffentlichen Personennahverkehrs an Lichtsignalanlagen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze
Dipl.-Ing. Sven Kohoutek

Der steigende Umfang des motorisierten Individualverkehrs (MIV) verursacht Überlastungen im Straßenraum, wodurch die Verkehrsqualität gemindert wird. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken wird zunehmend versucht den Anteil des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sowie des nichtmotorisierten Individualverkehrs (NIV, z.B. Fußgänger, Radfahrer) zu erhöhen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Förderung des ÖPNV. Angesichts hoher Besetzungsgrade der Fahrzeuge bietet ÖPNV gegenüber MIV insofern Vorteile, als mehr Menschen unter Einsatz weniger Fahrzeuge befördert werden können. Das verringert die Anzahl der aktiven Verkehrsteilnehmer und entlastet die Kapazitäten des Straßenraums.

Mit Beschleunigungsmaßnahmen für Busse, Straßenbahnen oder Stadtbahnen versucht man die Fahrzeiten zu verringern und die Fahrten schneller, sicherer und wirtschaftlicher zu gestalten. Maßnahmen zur Reduzierung der Verlustzeiten an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten haben sich als besonders effektiv erweisen um spürbare Beschleunigungswirkungen zu erzielen. Die Priorisierung des ÖPNV steht dabei für die vorrangige Behandlung des ÖPNV gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern im Straßenraum. Öffentliche Verkehrsmittel wie Straßenbahnen und Busse werden gegenüber dem Individualverkehr (IV) an Lichtsignalanlagen (LSA) bevorrechtigt behandelt.

Auf Grund verschiedener Einflüsse, wie zum Beispiel der aktuellen Verkehrslage oder unvorhersehbaren Fahrgastwechselzeiten, kommt es beim ÖPNV zu Unregelmäßigkeiten im Fahrtablauf. Das spiegelt sich in der Streuung der Fahr- und Reisezeiten wider. Damit eine Beschleunigungswirkung innerhalb eines festen Zeitplans erzielt werden kann, greifen Steuerungslogiken über den gesamten Signalumlauf der LSA-Steuerung ein und minimieren die signalbedingten Verlustzeiten für ÖPNV. Die im Rahmen der ÖPNV-Priorisierung eingeleiteten Eingriffe in das Signalprogramm der LSA teilen dem herannahenden ÖPNV-Fahrzeug die Freigabe zu und erlauben somit die Durchfahrt. Andere Verkehrsteilnehmer, besonders der querende MIV, erfahren dadurch eine Kürzung der Freigabezeit. Die Bevorrechtigung des ÖPNV an LSA kann dabei unterschiedliche Formen annehmen. Die stärkste Form ist die absolute Bevorrechtigung, die eine freie Fahrt des ÖPNV an allen Konfliktpunkten gewährleisten soll. Die bedingte Bevorrechtigung stellt eine abgeschwächte Form der Priorisierung dar, die dem ÖPNV die Durchfahrt nur unter bestimmten Bedingungen ermöglicht. Art, Intensität und Ablauf der ÖPNV-Priorisierung hängen grundsätzlich von der verfolgten Strategie der Verkehrslenkung, der Knotenpunktgestaltung, der Verkehrsbelastung und der bevorrechtigten Verkehrsart ab.

Angesichts der erhöhten Verkehrsbelastung an Knotenpunkten mit LSA kann sich die ÖPNV-Priorisierung auf andere Verkehrsteilnehmer negativ auswirken. Bei dem motorisierten Individualverkehr (MIV)

können, besonders bei querenden Strömen, lange Reisezeiten und wachsende Staulängen entstehen, die wiederum erhöhte Abgasemissionen nach sich ziehen können. Bei Fußgängern kann es zu inakzeptabel langen Wartezeiten kommen. Ziel dieser Diplomarbeit ist es die Wirkungen einer ÖPNV-Priorisierung zu untersuchen und mögliche negative Effekte auf die betroffenen Verkehrsteilnehmer aufzuzeigen. Von den festgestellten negativen Wirkungen sollen Hinweise zur Minimierung dieser Wirkungen abgeleitet werden. Im Zuge dessen wird ein Konzept für ÖPNV-Priorisierungen ausgearbeitet, mit dem die Eingriffe in das Verkehrsgeschehen den Anforderungen der beteiligten Verkehrsteilnehmer angepasst werden. Im Vordergrund stehen die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die Verbesserung der Qualität des Verkehrsablaufs, mit dem Vorsatz der Wirtschaftlichkeit und der Verringerung der Umweltbelastungen.

Im ersten Schritt werden im Rahmen einer Vororientierung umfassend Grundlagen zum Planungsraum einer ÖPNV-Priorisierung dargestellt. Gängige Regelwerke und ausgewiesene Fachliteratur ermöglichen die Ausarbeitung der Grundsätze der ÖPNV-Priorisierung. Dabei werden alle zur Einleitung von ÖPNV-Bevorrechtigungsvorgängen benötigten Voraussetzungen vorgestellt. Anschließend wird die Funktionsweise der Signalisierung und der angewendeten Erfassungssysteme erläutert. Es werden Signalsteuerungsverfahren vorgestellt und deren Rolle bei der Verkehrslenkung und der Einleitung der Vorgänge zur ÖPNV-Priorisierung skizziert. Diesbezüglich wird auf die Systemarchitektur zur Steuerung von ÖPNV-Bevorrechtigungen näher eingegangen. Als Eingriff in das Verkehrsgeschehen werden Maßnahmen zur Durchführung von ÖPNV-Bevorrechtigungen genauer betrachtet. Diesbezüglich werden verschiedene Priorisierungsarten zusammengetragen und deren Einsatzbereiche dargestellt. Erläutert werden zudem die Möglichkeiten eines Eingriffs in das Steuerungsprogramm der LSA sowie Maßnahmen zur Steuerung von ÖPNV-Priorisierungen an Einzelknotenpunkten sowie Strecken und Netzen.

Im zweiten Schritt erfolgt eine Untersuchung der Wirkungen einer ÖPNV-Priorisierung anhand der Literaturrecherche. Internationale Studien und Forschungsberichte, die Untersuchungen zu den Beschleunigungsmaßnahmen für ÖPNV beinhalten, werden bezüglich der Auswirkungen von ÖPNV-Priorisierungsmaßnahmen analysiert. Dabei wird untersucht, inwieweit Signalsteuerungsverfahren, Erfassungssysteme, Priorisierungsarten oder Eingriffe in die Lichtsignalsteuerung Einfluss nehmen. So sollen Schlüsse hinsichtlich der Ursache der Wirkungen gezogen werden. Die Untersuchung wird für alle Verkehrsteilnehmer durchgeführt. Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt auf die negativen Wirkungen gelegt. Im Hinblick auf spätere Vorschläge zur Minimierung der negativen Wirkungen werden auch positive Aspekte betrachtet.

Im dritten Schritt werden die festgestellten Wirkungen an einem fiktiven Knotenpunkt überprüft. Zu diesem Zweck wird eine vollständige Knotenpunktberechnung mit LSA nach HBS 2001 aufgestellt. Um ein möglichst reales Bild des Umfelds wiederzugeben, in dem ÖPNV-Priorisierungen stattfinden, wird ein innerstädtischer Knotenpunkt mit lichtsignalgesteuerter Verkehrsführung nachgebildet. Als Knotenpunktform wird eine Kreuzung mit einer getrennten ÖPNV-Fahrbahn in der Mittellage gewählt. Die Knotenpunktgestaltung orientiert sich an der innerhalb hochbelasteter MIV-Bereiche gebräuchlichsten Form der ÖPNV-Führung.

Im Zuge der Untersuchung der Wirkungen der ÖPNV-Bevorrechtigungen werden verschiedene Priorisierungsarten durch unterschiedliche Eingriffe in das Lichtsignalprogramm nachgebildet. Die Eingriffe basieren auf der Verlängerung der Phase, in der ÖPNV mitgeführt wird, bei gleichzeitiger Verkürzung der übrigen Phasen. Die Umlaufzeit wird dabei nicht verlängert, damit die koordinierte Verkehrsführung erhalten bleibt. Die Eingriffe beinhalten das Vorziehen der Freigabezeit, Freigabezeitverlängerung, gleichzeitiges Vorziehen und Verlängern der Freigabezeit sowie Phaseneinschub, wobei die eingeschobene ÖPNV-Bedarfsphase nur von ÖPNV genutzt wird. Durch die

Wahl dieser Eingriffsmöglichkeiten kann die jeweilige Art der ÖPNV-Priorisierung nachgestellt werden. Die absolute Bevorrechtigung wird durch die Wahl aller Eingriffe erreicht und ermöglicht eine Freigabe des ÖPNV während der gesamten Umlaufzeit. Die bedingte Bevorrechtigung wird qua Freigabezeitverlängerung und Vorziehen der Freigabezeit erreicht. Je nach Wahl beider oder eines einzelnen Eingriffs wird der ÖPNV für einen bestimmten Bereich der Umlaufzeit für ÖPNV freigeschaltet.

Zur Beurteilung der entstandenen Wirkungen werden die Wartezeiten vor und nach dem Eingriff für jeden Verkehrsteilnehmer und getrennt nach Fahrspur errechnet. Die Berechnungen werden für drei verschiedene Verkehrsbelastungen des MIV durchgeführt um eventuelle Auswirkungen einer Verkehrszunahme oder -abnahme erfassen zu können. Anhand der ermittelten Wartezeiten erfolgt die Beurteilung der Verkehrsqualität. Die entstandenen Wartezeiten werden miteinander verglichen und es werden Rückschlüsse auf die angewendeten Eingriffe und somit die nachgestellten ÖPNV-Priorisierungsarten gezogen. Das Ziel dieser Nachstellung ist es mittels einfacher und nachvollziehbarer Berechnungen mögliche Ursachen und das Ausmaß der Wirkungen sichtbar zu machen. Zur Abschätzung des gesamtwirtschaftlichen Nutzens und der Auswirkungen auf die Umwelt werden Personenwartezeiten sowie Gesamtwartezeiten betrachtet.

Im Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Literaturrecherche und des fiktiven Knotenpunkts zusammengefasst. Im ersten Teil werden die festgestellten positiven und negativen Wirkungen zusammengetragen und analysiert. Unter anderem wird hier eine deutliche Verschlechterung der Verkehrsqualität bei Freigabezeitverlängerung und Phaseneinschub festgestellt. Eine Erhöhung der Verkehrsbelastung hat in diesem Fall eine Überschreitung der Knotenpunktkapazität zur Folge. Bei Fußgängern wurden erhebliche Sicherheitsdefizite beim Phaseneinschub festgestellt.

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche und des Testlaufs am fiktiven Knotenpunkt werden im zweiten Teil des Kapitels 6 Vorschläge gemacht, die dazu beitragen sollen negative Wirkungen der ÖPNV-Priorisierung zu minimieren. In diesem Zusammenhang werden Maßnahmen zur generellen Erhöhung der Effektivität von ÖPNV-Priorisierungen vorgestellt sowie Möglichkeiten der Anpassung der ÖPNV-Priorisierungsart an die bestehenden Verkehrsbedingungen vorgetragen.

Thomas Kaluzny

August 2010