
Kurzfassung der Diplomarbeit

Name: Ivonne Gerdts

Thema: Wirkungen von Beschleunigungsmaßnahmen für den Öffentlichen Verkehr auf Gesamtwartezeiten und Emissionen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze
M. Sc. Jessica Balluff

Die steigende Anzahl von Verkehrsteilnehmern im motorisierten Individualverkehr (MIV) führt insbesondere an bereits stark belastenden Korridoren zu Überlastungen des Straßenraums. Um der einhergehenden Minderung der Verkehrsqualität entgegenzuwirken, wird zunehmend versucht, den Anteil des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sowie des nicht-motorisierten Individualverkehrs (NMIV, wie Radfahrer- oder Fußgängerverkehr) zu steigern. Im Fokus der Betrachtungen steht hierbei insbesondere die Förderung des ÖPNV, da dieser angesichts hoher Belastungsgrade der Fahrzeuge gegenüber dem MIV mehr Personen unter Einsatz weniger Fahrzeuge befördern kann. Dies führt zu einer Verringerung der aktiven Verkehrsteilnehmer und hat eine Entlastung der Straßenräume wie auch der Umweltauswirkungen zum Vorteil.

Maßnahmen zur Beschleunigung von Bussen, Straßen- und Stadtbahnen tragen in diesem Zusammenhang wesentlich zur Attraktivitätssteigerung des ÖPNV bei, indem die Fahrten schneller, sicherer und wirtschaftlicher gestaltet werden. Hierbei haben insbesondere Maßnahmen zur Reduzierung der Verlustzeiten an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen (LSA) spürbare Beschleunigungswirkungen erzielt. Die Bevorrechtigung des ÖPNV bezeichnet die vorrangige Abfertigung der öffentlichen Fahrzeuge gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern im Straßenraum. Dieser konventionelle Ansatz führt jedoch häufig zu Zielkonflikten mit den übrigen Nutzern sowie den bestehenden Randbedingungen.

So unterliegt der ÖPNV aufgrund verschiedener Einflüsse, wie der situationsbedingten Verkehrslage, Unregelmäßigkeiten im Fahrtablauf. Durch den Einsatz verkehrabhängiger Steuerung soll das Lichtsignalprogramm in soweit beeinflusst werden, dass Fahrzeuge des ÖPNV gegenüber anderen Verkehrsteilnehmergruppen bevorzugt werden. Die hierbei eingeleiteten Eingriffe stellen den herannahenden ÖPNV-Fahrzeugen Freigabezeit bereit und ermöglichen somit ein Passieren des Knotenpunkts ohne bzw. mit geringen signalbedingten Verlustzeiten und Halten. Andere Verkehrsteilnehmer, insbesondere querende Ströme, erfahren dadurch eine Verkürzung der ihnen zur Verfügung stehenden Freigabezeit.

Die Bevorrechtigung des ÖPNV an LSA kann unterschiedliche Formen annehmen, wobei die absolute Bevorrechtigung die stärkste Form darstellt. Dabei soll dem ÖPNV an allen Konfliktpunkten eine freie Fahrt gewährleistet werden. Eine abgeschwächte Form der Bevorrechtigung stellt die bedingte Bevorrechtigung dar, welche dem ÖPNV abhängig von bestimmten Bedingungen eine Durchfahrt ermöglicht. Bei der Wahl der ÖPNV-Bevorrechtigung sind die Wirkungen stets in Abhängigkeit der Strategie zur Verkehrslenkung, der Knotenpunktgestaltung, der Verkehrsbelastung sowie der bevorzugten Verkehrsart abzuwägen.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es anhand einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation die verkehrlichen wie auch umweltbezogenen Wirkungen von Maßnahmen zur Beschleunigung des ÖPNV an Lichtsignalanlagen zu untersuchen sowie anschließend zu bewerten.

In einem ersten Schritt werden die erforderlichen Grundlagen zur Beurteilung der Qualität eines Knotenpunkts mit LSA erläutert, wobei insbesondere auf die Kriterien Verkehrsfluss und Umweltschutz (Emissionen) eingegangen wird. Weiterführend erfolgt auf Grundlage einer ausführlichen Literaturrecherche die Darstellung der bestehenden Möglichkeiten zur Beschleunigung des ÖPNV unter eingehender Betrachtung von Maßnahmen zur Bevorrechtigung öffentlicher Verkehrsmittel an Lichtsignalanlagen. Diesbezüglich werden unterschiedliche Bevorrechtigungsarten sowie die Möglichkeiten des Eingriffs in das Steuerungsprogramm der LSA erläutert.

Anschließend werden die Wirkungen von ÖPNV-Bevorrechtigungen auf den Verkehrsablauf, die Verkehrsteilnehmer sowie die Umwelt anhand internationaler Untersuchungen und Forschungsberichte zusammengetragen. Es wird hierbei untersucht, inwieweit Eingriffe in die Signalsteuerung Einfluss auf Verlustzeiten an LSA (Wartezeiten) nehmen um Rückschlüsse auf Wirkungsbeziehungen ziehen zu können. Soweit die Datengrundlage es zulässt erfolgt die Analyse für alle Verkehrsteilnehmer, wobei der Fokus auf den NMIV und MIV gerichtet ist.

In einem weiteren Schritt werden die festgestellten Wirkungen der ÖPNV-Bevorrechtigungen an einem mit der Software VISSIM simulierten Knotenpunkt überprüft. Als Grundlage dient der innerstädtische Knotenpunkt Bieberer Straße/ Untere Grenzstraße/ Rhönstraße in Offenbach am Main mit lichtsignalgesteuerter Verkehrsführung. An diesem werden verschiedene Szenarien durch Eingriff in das Lichtsignalprogramm sowie baulicher Maßnahmen auf Grundlage der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation nachgebildet. In Summe beinhalten die Eingriffe der simulierten bedingten Bevorrechtigung die Verlängerung der benötigten Freigabezeit sowie die Anforderung eines Phasentauschs bei gleichzeitiger Kürzung der übrigen Phasen und konstanter Umlaufzeit. Zudem werden die Auswirkungen baulicher Maßnahmen am Beispiel einer eingerichteten Busspur untersucht.

Zur Beurteilung der entstandenen Wirkungen werden die Reisezeiten, Wartezeiten und Rückstaulängen für jede Verkehrsteilnehmergruppe zunächst getrennt nach Fahrstreifen ermittelt. Auf Basis der gewonnenen Daten werden anschließend die personenbezogenen Gesamtwartezeiten am Knotenpunkt bestimmt und eine Einstufung der Verkehrsqualität vorgenommen. Weiterhin werden die Ergebnisse der verschiedenen Szenarien jeweils mit dem Basisszenario ohne ÖPNV-Bevorrechtigung verglichen, um Rückschlüsse bzgl. der Wirkungen der einzelnen Maßnahmen ziehen zu können. Darüber hinaus können anhand der generierten Umweltkenngößen Stickoxid und Kohlenmonoxid die Szenarien hinsichtlich ihrer umweltbezogenen Wirkungen untersucht werden.

Im Zuge der Auswertung waren für das Szenario Freigabezeitanpassung positive Entwicklungen bezüglich der verkehrlichen und umweltbezogenen Kenngrößen im Vergleich zum gegenwärtigen Verkehrsablauf festzustellen. Jedoch trugen bereits vereinzelte negative Wirkungen zu einer Verringerung der Qualitätsstufe der Fußgänger bei. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Nutzergruppe konnte dennoch die bestehende Gesamtqualität beibehalten werden. Die Einrichtung der Busspur bei gleichzeitiger Verlängerung der Freigabezeit führte nicht zu einer erwarteten Beschleunigung des ÖPNV. Vielmehr konnte eine drastische Verschlechterung des Verkehrsablaufs der östlichen Knotenpunktzufahrt beobachtet werden, infolgedessen die Gesamtwartezeiten aller Nutzergruppen sowie folglich die Gesamtqualität gesunken ist. Weiterhin erfolgte ein Phasentausch, womit die Gesamtwartezeiten des ÖPNV gesenkt werden konnten, ohne den Fußgängerverkehr zu benachteiligen. Aufgrund der zum Teil beträchtlichen Kürzung der Freigabezeiten von Kfz-Strömen war für den MIV hingegen eine Verschlechterung der Verkehrsqualität festzustellen, was sich in einer Verringerung der Gesamtqualität widerspiegelte. Spezifische Wirkungen von Maßnahmen zur ÖPNV-Bevorrechtigung auf Emissionen konnten nicht nachgewiesen werden, jedoch ließ sich ein Zusammenhang zwischen diesen und der Verstärkung des Verkehrsablaufs feststellen.

Aus der Untersuchung lässt sich schlussfolgern, dass bei isolierter Betrachtung von ÖPNV-Bevorrechtigungsmaßnahmen diese spürbare Wirkungen erzielen können. Unter Einbeziehung der übrigen Verkehrsteilnehmer, insbesondere des MIV, sind jedoch für das betrachtete Fallbeispiel teilweise gegenteilige Wirkungen festzustellen. Entsprechend erscheint aus volkswirtschaftlicher Sicht eine isolierte Betrachtung der Wirkungen von Maßnahmen zur ÖPNV-Bevorrechtigung nicht länger zweckmäßig. Diese Annahme gilt es jedoch in weiterführenden Studien unter Einbeziehung der Besetzungsgrade während den Spitzenstunden zu untersuchen. Hieraus könnten sich beispielsweise Ansätze für die künftige Anpassung der Kriterien zur Wirkungsbewertung ergeben.

Ivonne Gerdts

März 2014