

Evaluierung und Kalibrierung eines Qualitätssicherungssystems zur Überwachung der ÖPNV-Beschleunigungsqualität an Lichtsignalanlagen

Master's Thesis von Cornelius Hartwig

Mentoren:

Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos
M.Sc. Eftychios Papapanagiotou

Externer Mentor:

Dipl.-Ing. Bernd Schneider (Stadtwerke München GmbH)

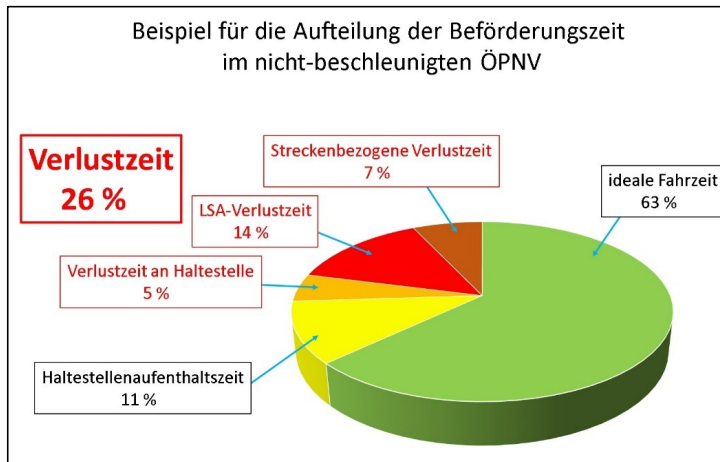


Abb. 1: Ausgangssituation für die Planung von Bevorrechtigungsmaßnahmen im Oberflächen-ÖPNV ist die Betrachtung der Beförderungszeit in nicht-beschleunigten Netzabschnitten. Der größte Verlustzeitanteil entsteht dabei an lichtsignalisierten Knotenpunkten.

Beschleunigungsmaßnahmen für den ÖPNV an lichtsignalisierten Knotenpunkten im Netz bieten erhebliches Potenzial bei der Verringerung der Beförderungszeit (s. Abb. 1). Deshalb kommt ihnen bei verkehrstechnischen Überlegungen eine hohe Bedeutung zu. Ihre technische Umsetzung bietet anhand aggregierter Funkmeldepunkt-daten bei der Annäherung eines Linienfahrzeugs die Möglichkeit, den laufenden Betrieb zu analysieren und zu evaluieren. Die Wartezeit eines ÖPNV-Fahrzeugs an einer Lichtsignalanlage (LSA) gemäß HBS 2015 ist in diesem Zusammenhang die vergleichbare Qualitätskenngröße, an der Qualitätssicherungs- und -managementmaßnahmen ansetzen.

Verkehrsunternehmen und Ingenieurbüros haben verschiedene Ansätze, Modelle und Softwareprodukte zur Überwachung der ÖPNV-Beschleunigungsqualität an Lichtsignalanlagen entwickelt. Das im Mittelpunkt dieser Master's Thesis stehende Modell der Stadtwerke München GmbH erlaubt beispielsweise, die ÖPNV-Beschleunigungsqualität an Lichtsignalanlagen hinsichtlich des Qualitätskriteriums (mittlere) Wartezeit zu beurteilen. Es befindet sich derzeit im Entwicklungsstadium.

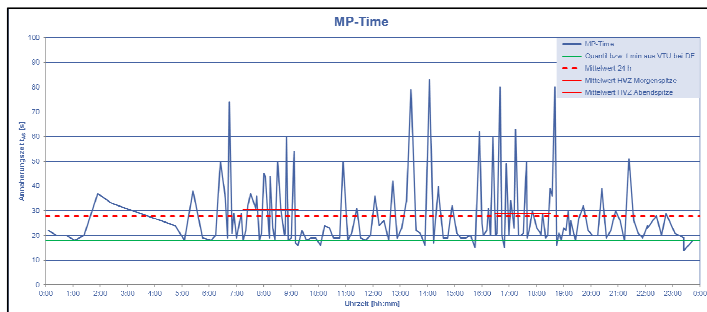


Abb. 2: An beschleunigten Knotenpunkten in München meldet sich jedes ÖPNV-Fahrzeug über sogenannte Meldepunkte an der LSA an. Dabei werden Funkmeldetelegramme aggregiert, die im Steuergerät der LSA abgespeichert werden. Für jedes Fahrzeug liegen infolgedessen unter anderem sekundenfeine Informationen über den Zeitpunkt der Hauptanmeldung und der Abmeldung vor. Im Modell ist die Zeitdifferenz zwischen diesen beiden Zeitpunkten gleichzusetzen mit der beeinflussten, tatsächlichen Annäherungszeit eines ÖPNV-Fahrzeugs. Abbildung 2 zeigt die Annäherungszeiten aller Linienfahrzeuge an einem exemplarischen Signalquerschnitt im Tagesverlauf. Das 15%-Quantil aller Annäherungszeiten (grüne horizontale Linie) repräsentiert im Modell die ideale, unbeeinflusste Annäherungszeit. Die Wartezeit eines Linienfahrzeugs ergibt sich anschließend als Differenz von beeinflusster Annäherungszeit und unbeeinflusster Annäherungszeit.

Um Aussagen zur Güte dieses Modells machen zu können, werden auf definierten Teststrecken mit fünf aufeinanderfolgenden, beschleunigten lichtsignalisierten Knotenpunkten (Englschalkinger Straße in München-Bogenhausen, s. Abb. 3) Reisezeitmessungen in den Fahrzeugen von Tram und Bus durchgeführt. Anhand der Messergebnisse wird die Wartezeit des ÖPNV an den Lichtsignalanlagen ausgewertet und mit der im Modell berechneten Wartezeit verglichen.

Der Vergleich zwischen modellierter und gemessener Wartezeit zeigt, dass das Modell bereits im Ist-Zustand belastbare und repräsentative Ergebnisse liefert. Dennoch ist festzuhalten, dass es die Wartezeit im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Reisezeitmessung im Allgemeinen leicht überschätzt. Bei einer differenzierteren Betrachtung fällt auf, dass diese Differenzen mit den spezifischen Streckencharakteristika der Knotenpunktzufahrten zusammenhängen. Aus dieser Erkenntnis heraus erwächst die Forderung nach Möglichkeiten der Anpassung, Kalibrierung oder Parametrisierung des aktuellen Modells.



Abb. 3: Blick auf den Querschnitt der Englschalkinger Straße Richtung Osten. Die Trambahn verkehrt hier auf einem besonderen Bahnkörper in Straßenmittellage, die Busse verkehren auf den Fahrstreifen des MIV.

Die Ausarbeitung stellt hierzu drei unabhängige Ansätze vor, durch die sich die modellierte Wartezeit besser an die durch die empirischen Untersuchungen gewonnene Wartezeit annähert und das Modell somit an Aussagekraft gewinnt:

- Kalibrierung einer wichtigen Kenngröße im Modell
- Weiterentwicklung des Modells anhand von Bordrechnerdaten der ÖPNV-Fahrzeuge in Situationen mit Haltestelle direkt vor dem Signalquerschnitt
- Parametrisierung des Modells unter Berücksichtigung der Lage und Distanz des Hauptmeldepunkts vor dem Signalquerschnitt

Alle drei Ansätze zur Modifikation des Modells werden anhand der gewonnenen Daten aus der Reisezeitmessung erarbeitet. Dabei sind jeweils der Nutzen und der Aufwand für die Implementierung in das Modell und hinsichtlich einer möglichen, zukünftigen softwarebasierten Anwendung zu berücksichtigen.