

# Entwicklung eines Steuerungsverfahrens für die ÖPNV-Priorisierung unter Berücksichtigung der kontinuierlichen Erfassung von ÖPNV-Fahrzeugen

## Master's Thesis von Peter Schöffner

### Mentoren:

Natalie Steinmetz, M.Sc.  
Philipp Stüger, M.Sc.

### Externer Mentor:

Christian Jobst (gevas humberg & partner GmbH)

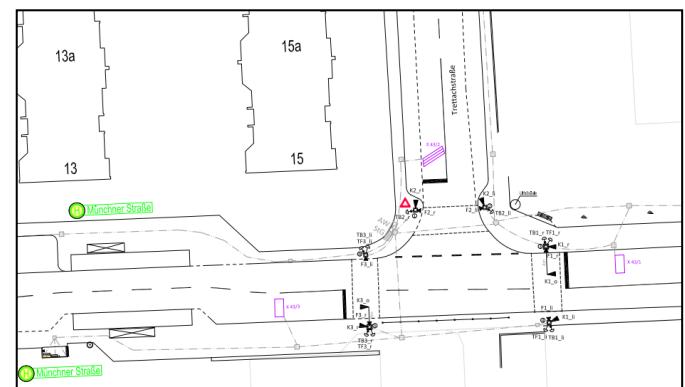
### Motivation

ÖPNV-Systeme stehen vor der Herausforderung sich steigenden Verkehrsnachfragen anzupassen und gleichzeitig Vorteile gegenüber dem Individualverkehr zu liefern, um städtische Verkehrssysteme zu entlasten. ÖPNV-Priorisierungen sind Maßnahmen, die die Effizienz des ÖPNV steigern können und Reisezeiten reduzieren. Durch Priorisierungen an Lichtsignalanlagen werden ÖPNV-Fahrzeuge bevorzugt behandelt. In Deutschland wird das Meldepunktprinzip am häufigsten zu Priorisierung umgesetzt. Die Technologie verwendet vor allem R09 Telegramme mittels Analogfunk, die bereits seit mehr als 30 Jahren beständig sind und nicht wesentlich verändert wurden. Diese mittlerweile veraltete Technologie soll nun in den kommenden Jahren abgelöst werden. Die Bundesnetzagentur hat eine Entscheidung getroffen, ab Ende 2028 die Frequenzbereiche der R09 Telegramme zu unterbinden. Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit und zugleich die Chance, alternative und modernere Lösungen zur Priorisierung zu finden. Die V2X Technologie beschreibt dabei die Möglichkeit, eine flexiblere Steuerung zu entwickeln. Zu dieser Technologie gibt es bereits Richtlinien zur Priorisierung von ÖPNV-Fahrzeugen. Die Umstellung erschwert sich allerdings durch die Vielzahl an Meldepunktverfahren in Deutschland.

### Methodik

Diese Arbeit untersucht in diesem Rahmen die Unterschiede zwischen einem entwickelten Steuermodul der ÖPNV-Priorisierung, das auf V2X Kommunikation basiert, und dem herkömmlichen Meldepunktverfahren. Die Forschungsfragen zielen darauf ab, die Auswirkungen der Steuerung in verschiedenen Szenarien, wie veränderte Verkehrsstärken, temporäre Hindernisse und die Führung von Fahrrädern auf der Straße, zu analysieren. Konkret sollen folgende Fragen durch diese Arbeit beantwortet werden: Wie leistungsfähig ist das entwickelte Steuermodul im Vergleich zum Meldepunktverfahren unter den verschiedenen Szenarien und was sind die Auswirkungen in Bezug auf die Verlustzeiten und die Staulänge? Welche Bedeutung haben die verschiedenen Einflussgrößen auf die Wirksamkeit der Steuerung, und welche Vorteile entstehen durch die Nutzung der kontinuierlichen Erfassung der ÖPNV-Fahrzeuge? Ziel ist es ebenfalls, ein umfassendes Verständnis und die Vorteile der V2X Kommunikation für eine ÖPNV-Priorisierung aufzuzeigen.

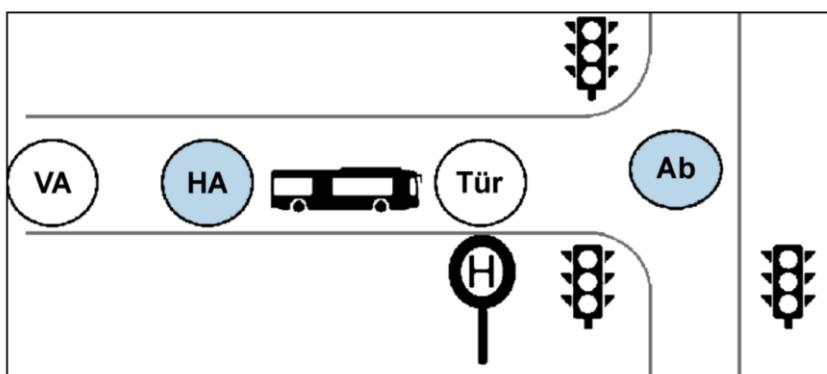
Die Untersuchung basiert auf einer Simulationsstudie, um die Auswirkungen der Steuerungen zu analysieren. Hierfür wurde ein Simulationsnetz in PTV Vissim modelliert, das die relevanten Eigenschaften der ausgewählten Kreuzung in Augsburg abbildet. Das entwickelte Steuermodul umfasst die Berechnung der erwarteten Restfahrzeit (ETA) der ÖPNV-Fahrzeuge, die auf historischen Daten beruht, sowie die Rückstauauflösung bei Annäherungen von ÖPNV-Fahrzeugen. CAM-Nachrichten stellen für dieses Verfahren die nötigen Fahrzeuginformationen, weshalb dieses Steuermodul eine Zwischenlösung darstellt, da durch die verwendete Software LISA (Schlothauer & Wauer) keine Quittierungssignale (SREM/SSEM) modellieren lassen, wie es in der Zielstufe der Priorisierung mit C-ITS der Fall ist. Es wurden Szenarien mit variierenden Verkehrsstärken, temporären Hindernissen und Fahrrädern auf der Straße modelliert. Als Bewertungsgrößen wurden Verlustzeiten sowie Staulängen herangezogen.



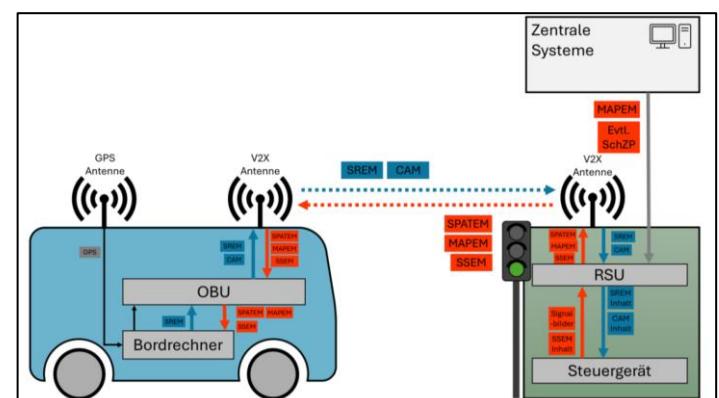
Lageplan des Knotenpunkts

### Ergebnisse

Die Simulationsstudie zeigt, dass die C-ITS Steuerung im Vergleich zum Meldepunktverfahren Vorteile aufweist, jedoch durch weitere Einflussgrößen eingeschränkt wird. Dazu zählen die Auswirkungen der Prioritäten unter konkurrierenden Buslinien, die durch einen hohen Bus Takt in dieser Arbeit stark ausfallen. Des Weiteren werden die Vorteile der C-ITS Steuerung limitiert, wenn sich die Haltestelle im Einflussbereich der Steuerung befinden, was zu keinen Verbesserungen führt. Die Integrität von ETA ist in Szenarien mit schwankenden Geschwindigkeiten essenziell. Für temporäre Störungen können nicht signifikante Tendenzen erkannt werden, dass die C-ITS Steuerung reaktionsschneller ist. Bei Veränderung der Verkehrsstärke können die Vorteile von ETA und der Rückstauauflösung bestätigt werden.



ÖPNV-Priorisierung im Meldepunktverfahren



ÖPNV-Priorisierung mit V2X Technologie