# Optimierung der Priorisierung von Straßenbahnen im Mischverkehr unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einflussfaktoren


## Master‘s Thesis von Corinna Kinkela

**Mentoren:**
M.Sc. Natalie Steinmetz
Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos

**Externe Mentoren:**
Dr.-Ing. Tobias Schendzielorz (Schlothauer & Wauer)
M.Sc. Timotheus Wischniowski (Schlothauer & Wauer)


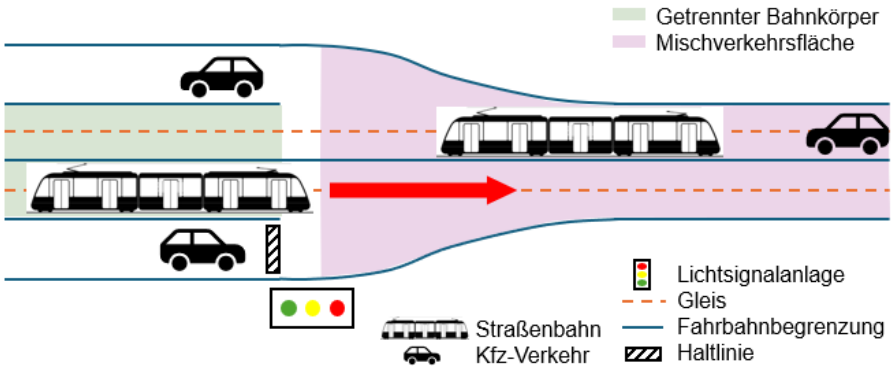


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Straßenbahn im Mischverkehr

### Kontinuierlichen Restfahrzeitübertragung

Kann eine kontinuierliche Übertragung der Restfahrzeit von der Straßenbahn zur Lichtsignalanlage die Priorisierung der Straßenbahn beeinflussen oder verbessern?

Grundlagen:

Bisher: Datenübertragung über Analogfunk; Lizenz läuft 2028 aus
Alternative: Datenübertragung über WLAN-Netze

**CAM:** Bewahren das bewährte Prinzip der Meldestrecke und erfordern nur geringe Anpassungen in der LSA-Steuerung [1]

**SREM:** Übermitteln der LSA die geschätzte Ankunftszeit in Echtzeit und ermöglichen so die Detektion von Rückstaus oder Störungen im Zufahrtsbereich → hoher Aufwand [1]

Vorgehensweise:

Implementierung von Meldestrecken, deren Meldepunkte jeweils in einem Abstand von 8 Metern positioniert werden. Somit wird jede Sekunde eine Information vom ÖV-Fahrzeug zur LSA übermittelt.

### Methodik

Entwicklung beider Steuerungskonzepte in LISA und Simulation beider Varianten in Vissim mit variierenden Verkehrsstärken und Linksabbiegeanteilen.

### Bewertungskenngrößen:

- Beförderungsgeschwindigkeitsindex (BGI) von 0-1: Vergleich der idealen und der gemessenen Straßenbahngeschwindigkeit
- Stufen der Angebotsqualität (SAQ) für den ÖV von A-F
- Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) für den MIV von A-F
- Rückstaulängen des MIVs in den Knotenpunktzufahrten

| Verkehrsstärken | Linksabbiege-anteil | Eignung |
|---|---|---|
| 500 Fz/h | 0 % - 15 % | Geeignet |
| 750 Fz/h | 0 % - 5 % | Geeignet |
| | 10 % - 15 % | Bedingt geeignet |
| 900 Fz/h | 0 % | Bedingt geeignet |
| | Ab 2,5 % | Nicht geeignet |

Abb. 3: Grenzwerte für die Realisierung einer dynamischen Straßenraumfreigabe

### Dynamische Straßenraumfreigabe

Inwiefern wirkt sich ein steigender Linksabbiegeanteil ohne separaten Abbiegestreifen auf die Leistungsfähigkeit der Straßenbahn aus?

Bis zu welchen Linksabbiegeanteilen ist die Umsetzung einer dynamischen Straßenraumfreigabe möglich?

Definition einer dynamischen Straßenraumfreigabe:

ÖV fährt bevorzugt in einen Straßenabschnitt ein, welcher zuvor vom MIV geräumt wurde

→ Linksabbieger reihen sich im Gleisbereich auf, während sie darauf warten abfließen zu können und blockieren somit die nachfolgende Straßenbahn

Vorgehensweise:

- Staudetektion & Linksabbiegerdetektion
- Meldepunkte so platzieren, dass die LSA-Steuerung rechtzeitig auf eine ÖV-Anmeldung reagieren kann

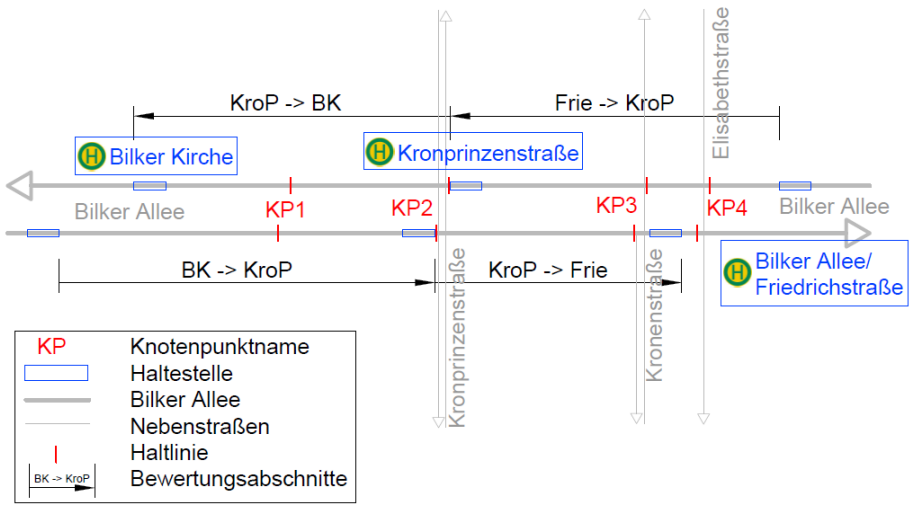


Abb. 2: Untersuchungsstrecke und Bewertungsabschnitte

Ein steigender Linksabbiegeanteil wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit der Straßenbahn aus. Bei niedrigen Verkehrsstärken ist eine dynamische Straßenraumfreigabe bei Linksabbiegeanteilen bis 15 % realisierbar. Bei einer mittleren Verkehrsbelastung sind Linksabbiegeanteile bis zu 5 % geeignet. Bei starken Verkehrsbelastungen sollte für die Realisierung einer dynamischen Straßenraumfreigabe auf Linksabbieger verzichtet werden bzw. ein separater Abbiegestreifen angeordnet werden.

Die Simulationsergebnisse der dynamischen Straßenraumfreigabe wurden mit den Simulationsergebnissen der kontinuierlichen Restfahrzeitübertragung mit Hilfe eines zweiseitigen t-Tests verglichen. Bei einem Konfidenzniveau von 95 % konnten keine signifikanten Unterschiede des BGIs der beiden Steuerungsvarianten festgestellt werden. Es waren lediglich deskriptive Unterschiede festzustellen. Die kontinuierliche Restfahrzeitübertragung kann im Rahmen dieser Fallstudie somit die Beschleunigung der Straßenbahn nicht signifikant verbessern.


[1] Gay, M., Grimm, J., Otto, T., Partzsch, I., Gersdorf, D., Gierisch, F., Löwe, S. & Schütze, M. (2022). Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunk-ten. https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/in-dex/docid/2595/file/v353+bf+gesamtversion.pdf