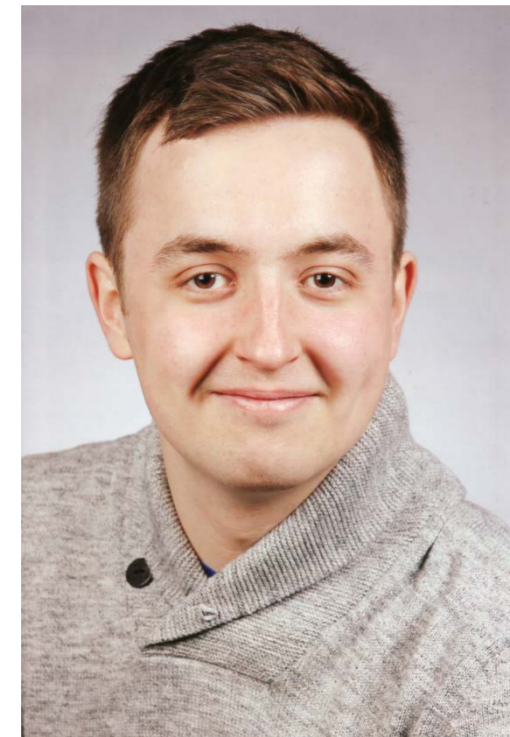


STUDIENARBEIT

Potentiale und Auswirkungen von Zwischenzeitberechnungen mit realen Fahrzeuglängen im schienengebundenen ÖPNV

	Bearbeitung:	Paul Nieft geboren am 16.03.1993 in Dresden Studiengang Verkehrsingenieurwesen	Dr.-Ing. Martin Schmotz Dipl.-Ing. Frank Kirmse (DVB AG)
	Betreuung:	Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike	
	Zeitraum:	07.06.2017 bis 07.09.2017	

Ausgangslage und Zielstellung

Die Berechnung der Zwischenzeiten bildet eine wesentliche Grundlage für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen (LSA). Als Zwischenzeit t_z wird dabei die Zeitdauer zwischen dem Ende der Freigabezeit eines Verkehrsstroms und dem Beginn der Freigabe des anschließend freigegebenen nicht oder bedingt verträglichen Verkehrsstroms bezeichnet. Diese Zwischenzeit errechnet sich aus der Überfahrzeit t_u und der Räumzeit t_r des endenden Verkehrsstroms sowie der Einfahrzeit t_e des beginnenden Verkehrsstroms. Die zu betrachtende Räumzeit ist abhängig von der zu räumenden Wegstrecke s_0 , der Räumgeschwindigkeit v_r und der Fahrzeuglänge l_{Fz} . Die Einfahrzeit ist abhängig von der Einfahrtgeschwindigkeit v_e , und dem Einfahrtweg s_e .

Als Fahrzeuglänge wird für die Straßenbahn eine mittlere Länge von 15 m angesetzt, obwohl bspw. in Dresden im tatsächlichen Betrieb Fahrzeuge bis zu einer Länge von 45 m eingesetzt werden.

Die Datentelegramme, die für die An- und Abmeldung an die LSA durch die Straßenbahnen versendet werden, können auch Informationen über die Fahrzeuglänge des aktuellen Fahrzeuges beinhalten. Mithilfe der nachfolgend dargestellten Analysen sollte aus diesem Grund die Notwendigkeit der zukünftigen Nutzung von fahrzeugspezifischer Zwischenzeiten zur Berücksichtigung der gesamten Fahrzeuglänge untersucht werden.

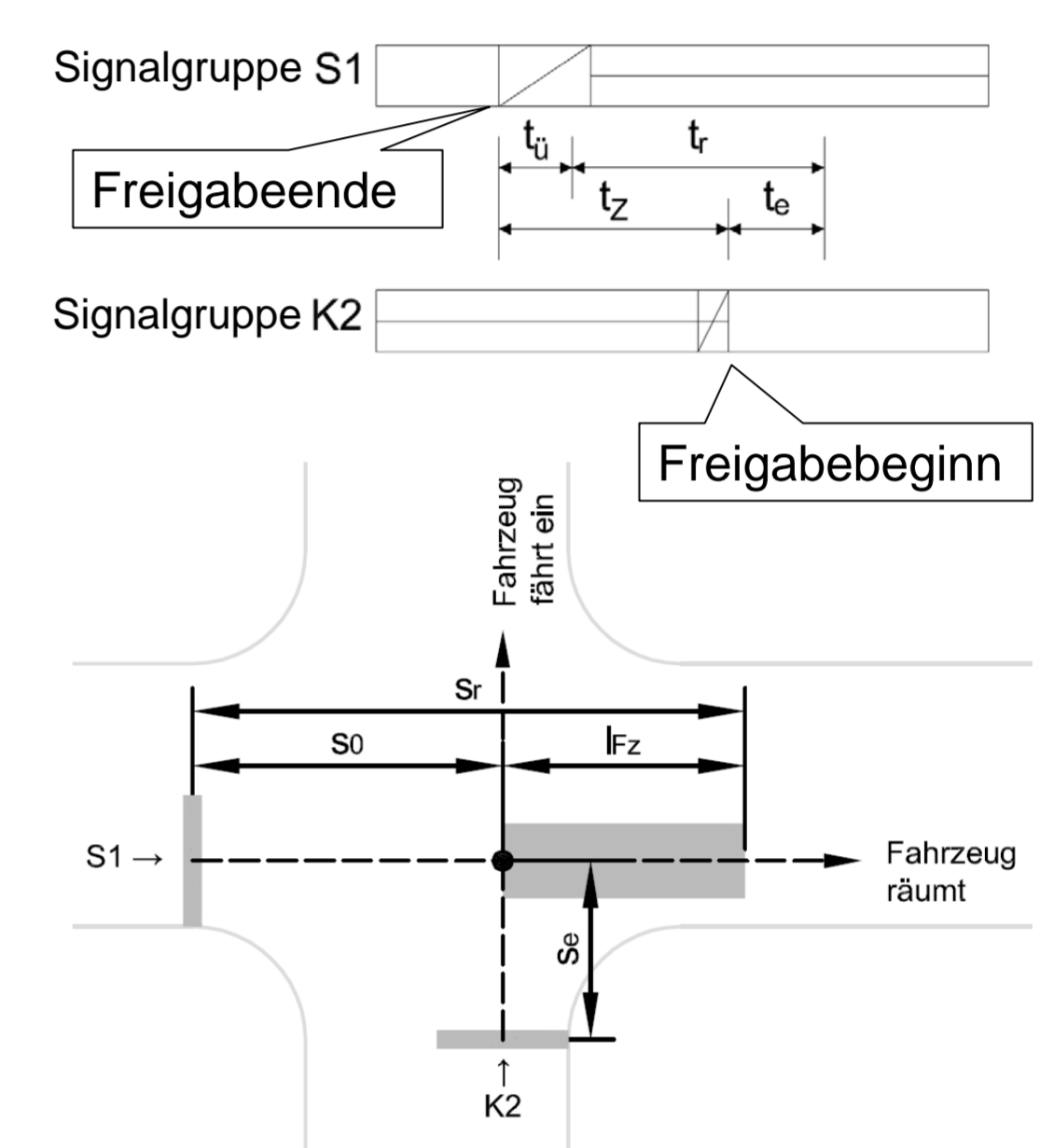


Abbildung 1: Berechnung der Zwischenzeiten

Relevanz der Räumzeit im schienengebundenen ÖPNV

Die Räumzeit ist insbesondere relevant, wenn in der letzten Sekunde einer Freigabe einer Straßenbahn in den Knotenpunkt einfährt. Die Beeinflussung aller LSAs in Dresden wird durch versendete Datentelegramme in Form von An- und Abmeldung an die LSA durchgeführt. Mithilfe des Kalkulationsprogramms Microsoft Excel konnten die Zeitstempel der Abmeldetelegramme mit den verbleibenden Freigabezeiten der LSA, die den Online-Signalzeitenplänen entnommen wurden, verglichen werden. Durch die geringe Anzahl an Datenquellen war es für lediglich drei Knotenpunkte innerhalb eines fünfzehntägigen Zeitraum möglich, eine Untersuchung durchzuführen.

Bei 21,2 % der 18182 erfassten Fahrten befuhren die Straßenbahnen in der letzten Freigabesekunde den Knotenpunkt. Bei der Auswertung der verschiedenen Knotenpunkte fiel auf, dass sich die Anteile an den jeweiligen Zufahrten stark unterscheiden. Insbesondere durch die in Abbildung 2 dargestellten Diagramme wird ersichtlich, dass die Einfahrtzeitpunkte durch Haltestellen und Koordinierungen stark variieren, weshalb die Ergebnisse dieser Untersuchung nur für einen groben Überblick genutzt werden können.

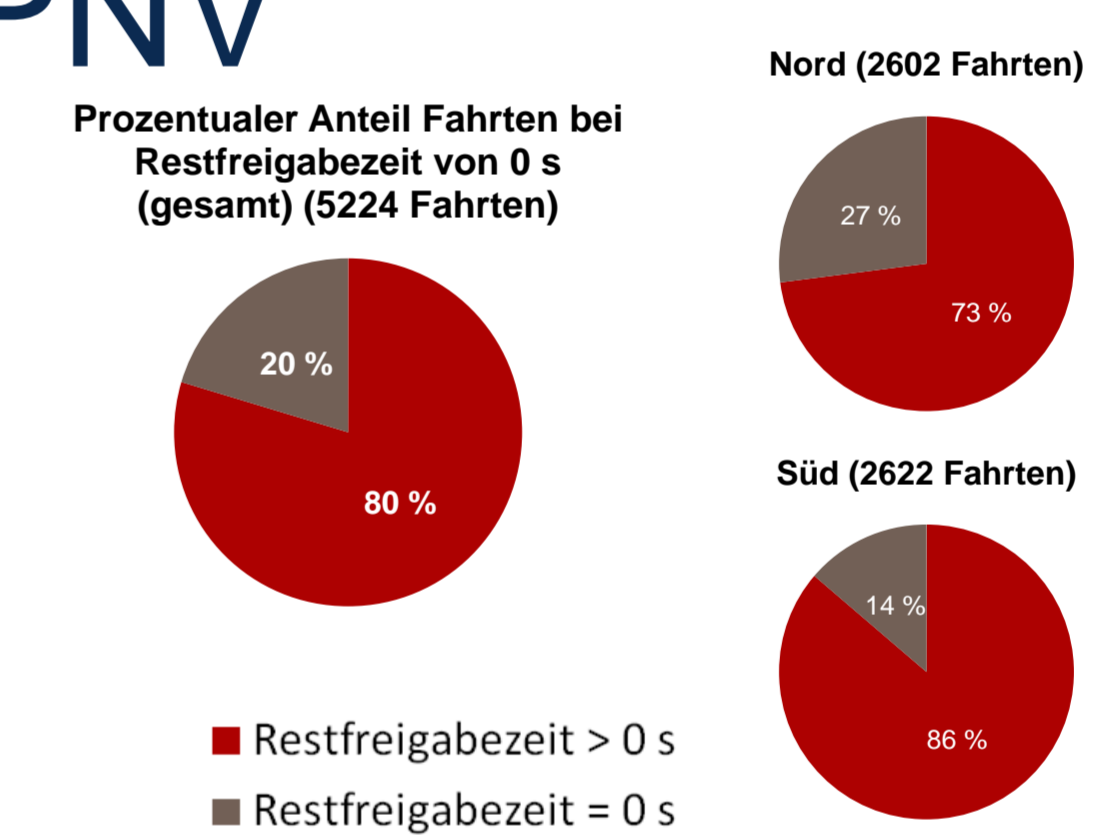


Abbildung 2: Anteile der Einfahrten in den Knotenpunkt bei verbleibender Freigabezeit von 0 s

Unfallanalyse

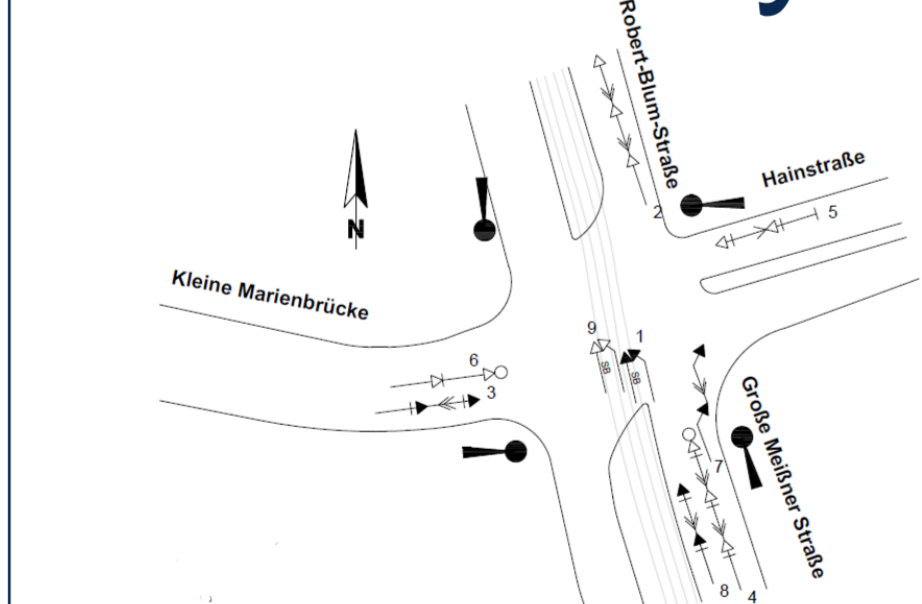


Abbildung 3: 1-Jahreskarte Knotenpunkt Hainstraße/Robert-Blum-Straße

Durch die Anwendung der mittleren Fahrzeuglänge kann es vorkommen, dass ein feindlicher Verkehrsstrom bereits freigegeben ist, obwohl die Straßenbahn den Knotenpunkt noch zu einem Großteil räumt. Zwischen einfahrenden Fahrzeugen und räumenden Straßenbahnen können somit Konfliktsituationen entstehen, die zu einem Unfall führen können. Zur Beurteilung der Verkehrssicherheit durch Räumzeiten mit mittleren Fahrzeuglängen wurde eine Unfallanalyse für 15 Knotenpunkte in Dresden durchgeführt. Innerhalb der Zeiträume der 1- und 3-Jahreskarte wurden 235 Unfälle erfasst, wovon sich 156 im Jahr 2016 ereigneten. Innerhalb des Dreijahreszeitraums zwischen 2014 und 2016 wurden 119 Unfälle mit Personenschäden registriert. Insgesamt ereigneten sich lediglich 13 Unfälle mit Beteiligung von Straßenbahnen. Bei keinem dieser Unfälle lässt sich erkennen, dass räumende Straßenbahnen den Unfall begünstigten (z. B. verbotswidrige Wendevorgänge in Abbildung 3). Unter Berücksichtigung dieser Analyse lässt sich kein Sicherheitsdefizit durch Räumzeiten mit mittleren Fahrzeuglängen erkennen.

Beeinflussung des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten

Wird die Zwischenzeit für räumende Straßenbahnen mit einer Länge von 45 m berechnet, erhöht sich diese gegenüber der mit 15 m berechneten Zwischenzeit. Unter der Annahme, dass die Erhöhung der Zwischenzeit zur Reduzierung der Freigabezeit des einfahrenden Kraftverkehrsstroms führt, kann mittels des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) die Kapazität bei unbehindertem Abfluss bestimmt werden. Für drei Knotenpunkte wurden neue Zwischenzeiten für die gesicherten IV-Ströme berechnet. Dabei wurde festgestellt, dass bei ähnlicher Umlaufzeit von zirka 110 s die Freigabezeiten der einfahrenden Kraftverkehrsströme um zirka vier Sekunden reduziert werden. Die Kapazität bei unbehindertem Abfluss reduzierte sich demzufolge in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Freigabezeit um zirka 35 Fzg/h je Fahrstreifen. Durch die sehr kleine Stichprobe ist eine erneute Auswertung mit einer größeren Stichprobe und der vollständigen Analyse des Verkehrsablaufs am Knotenpunkt sinnvoll.

Fazit

In mehr als 75 % der Einfahrten auf die untersuchten Knotenpunkte wurde die angesetzte Räumzeit durch die Straßenbahnen nicht benötigt. Weiterhin ereigneten sich im Untersuchungszeitraum keine Unfälle, die durch räumende Straßenbahnen verursacht wurden. Die Kapazität bei unbehindertem Abfluss verringert sich darüber hinaus, was insbesondere in der Hauptverkehrszeit die mittlere Wartezeit des Individualverkehrs beeinträchtigen kann.

Unter Beachtung der Ergebnisse dieser Auswertungen ist eine Nutzung von fahrzeugspezifischen Zwischenzeiten nicht sinnvoll.