

Untersuchungen zum Einfluss des Knotenpunktabstands und der Fahrstreifenanzahl auf die Eignung von Straßenzügen zur Einrichtung einer Grünen Welle

Kurzfassung der Vertieferarbeit von Ralph Köhler

Zur Einleitung in das Thema "Eignung von Straßenzügen zur Einrichtung einer Grünen Welle" wurde die Lichtsignalsteuerung in die Begriffe Steuerungssysteme, Steuerungsarten und Steuerungsverfahren untergliedert. Danach ist die historische Entwicklung der koordinierten Signalsteuerung von ihren Anfängen 1917 durch das Simultansystem bis zum modernen Progressivsystem beschrieben worden. Schließlich wurden die verschiedenen Systeme des Prinzips der Grünen Welle, Simultan-, Alternativ-, und Progressivsystem, dargestellt. Das Progressivsystem ist das System, das heute am weitesten verbreitet ist.

Zur weiteren Bearbeitung des Themas wurden die Voraussetzungen und Randbedingungen einer Grünen Welle nach RiLSA (1992) erläutert. Diese enthalten die Forderungen nach:

- einem maximalen Haltlinienabstand von 750 - 1000 Metern
- zwei durchgehenden Fahrstreifen
- Abbiegestreifen
- gleich großen Umlaufzeiten an allen an der Grünen Welle beteiligten Knotenpunkten
- der Unzulässigkeit von Fußgängerüberwegen
- den Grundstrukturen der Phaseneinteilung in Abhängigkeit vom Teilpunkt
- geringer Neigung

Weitere Hemmnisse einer geschlossenen und an die Progressionsgeschwindigkeit angepassten Führung von Fahrzeugpulks bestehen in:

- Geschwindigkeitsdifferenzen bei hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten der Pulks, bzw. fahrzeugspezifischen Geschwindigkeitsdifferenzen
- Störungen durch Parkvorgänge
- Störungen durch querende Fußgänger
- wetterbedingten Störungen und Verschlechterungen der Fahrbahnoberfläche
- Störungen an der Haltlinie
- Störungen durch Radverkehr

Das Robertsonsche Pulkauflösungsmodell wurde verwendet, um die Eignung von verschiedenen Straßenzügen für die Einrichtung einer funktionsfähigen Grünen Welle zu untersuchen. Der Einfluss der einzelnen Kalibrierungskonstanten des Pulkauflösungsmodells ist anhand von graphischen Beispielen dargestellt worden. Bisherige Neukalibrierungen des Modells sind ausgewertet worden, um die Bandbreite der Kalibrierungskonstanten zu ermitteln. Danach wurden an mit dem Betreuer Achim Reusswig ausgewählten Straßenzügen mit dem Ziel der Ermittlung der Kalibrierungskonstanten und der mittleren Geschwindigkeit Fahrzeugpulks erhoben, indem die Fahrzeugpulks, sowohl am Anfang wie auch am Ende der Streckenzüge notiert wurden. Die drei Streckenzüge lagen im Raum Darmstadt und wiesen unterschiedlich zulässige Höchstgeschwindigkeiten auf. Die Notation der Fahrzeugpulks und das zu diesem Zweck entwickelte Messprogramm wurden nachvollziehbar dargelegt.

Nachdem die Anfangs- und Endpulks der jeweiligen Strecken erhoben worden sind, wurden aus diesen Pulks die Kalibrierungskonstanten des Pulkauflösungsmodells ermittelt. Dies geschah mittels der Methode der kleinsten Quadrate. Die Methode wurde zuerst beschrieben und dann auf die erhobenen Fahrzeugpulks der drei Straßenzüge angewendet. In früheren

Feldversuchen existieren verschiedene Paare von α und β , bei denen der Wert des Kalibrierungskriteriums fast gleich ist und eine sinnvolle Unterscheidung nicht möglich ist (Axhausen 1987 und Abbas 2001). Da in diesem Feldversuch die Pulkauflösung über längere Distanzen, außerhalb geschlossener Ortschaften und auf Strecken mit unterschiedlicher zulässiger Höchstgeschwindigkeit gemessen worden ist, wurde in Absprache mit dem Betreuer Achim Reusswig beschlossen, das absolute Minimum des jeweiligen Kalibrierungskriteriums zu finden, auch wenn es keinen großen Unterschied bei dessen Wert geben würde. Die Kalibrierungskonstanten der einzelnen Straßenzüge unterschieden sich deutlich voneinander und es gab bei allen drei Streckenzügen deutliche, absolute Minima der jeweiligen Kalibrierungskonstanten. Ziel der Simulation mit dem auf die Strecken kalibrierten Modell war, nun die untersuchten Straßenzüge für die Einrichtung einer Grünen Welle zu bewerten. Aus diesem Grund wurde die theoretische Qualität des Verkehrsflusses auf den Messstrecken bei der Einrichtung von Grünen Wellen auf den Straßenzügen in Abhängigkeit von der Knotenpunktdistanz ermittelt. Die Verkehrsqualitätsstufen (QSV) wurden in Absprache mit dem Betreuer Achim Reusswig nach HBS (2001) festgelegt. Da die Art und Größe des Startpulks Einfluss auf die Qualität des Verkehrsflusses hat, wurden, sowohl die notierten Pulks mit einem geringen Auslastungsgrad, als auch ein gestellter Pulk mit einem Auslastungsgrad von 0,8 simuliert. Für die Simulation sind die streckenspezifischen ermittelten Kalibrierungskonstanten benutzt worden. Mittels eines Makros einer handelsüblichen Tabellenkalkulation wurden die Breiten und Lagen der Zeitprozentbänder, innerhalb denen sich die verschiedenen Prozentsätze an Kfz nach den QSV bewegen, ermittelt und in Weg-Zeit-Diagrammen dargestellt. Über diese Kfz-Prozent-Bänder sind mögliche Grünbänder Grüner Wellen gelegt worden. Die Grünbandbreite ist in Abhängigkeit von der Breite des 95-Prozent-Bandes der Kraftfahrzeuge des entsprechenden Startpulks in Absprache mit dem Betreuer Achim Reusswig festgelegt worden. Die gemachten Untersuchungen sind ein Indiz dafür, dass sowohl im innerstädtischen Bereich, als auch außerhalb geschlossener Ortschaften, durchaus eine funktionsfähige Grüne Welle auf Strecken mit nur einer Fahrspur pro Richtung koordiniert werden kann. Bei der Messstrecke 1 ist dies bei einem den für innerstädtische Verhältnisse großen Knotenpunkt Abstand möglich. Im Falle von nur einer Fahrspur ist jedoch darauf zu achten, dass nur wenig weitere Hemmnisse einer geschlossenen Führung der Fahrzeugpulks auftreten. Diese Arbeit hat Indizien dafür geliefert, dass die in der RiLSA genannten maximalen Knotenpunkt Abstände etwas zu hoch sind. Keine der drei Messstrecken erreichte in der theoretischen Simulation die Qualitätsstufe C über eine Strecke von 750 Metern, obwohl die erhobenen Kalibrierungskonstanten eine geringe Pulkauflösung darstellen. Weitere Untersuchungen können an Strecken mit noch geringerer Pulkauflösung gemacht werden, um das absolute, in dieser Arbeit nur grob geschätzte Maximum, über die eine Grüne Welle koordiniert werden kann, zu finden. Es ist allerdings fraglich, ob es Strecken gibt, deren Pulkauflösung noch viel geringerer ist, da die Messstrecken schon eine geringe Pulkauflösung aufweisen. Die drei Messstrecken sind deshalb ein Indiz dafür, dass die maximale Knotenpunktdistanz, über die eine Grüne Welle koordiniert werden kann, verringert werden sollte. Die längste Distanz, über die eine funktionsfähige Grüne Welle koordiniert werden kann, erreichte in der Simulation die Messstrecke 2 mit 600 - 700 Metern. Bei der Koordinierung von Grünen Wellen außerhalb geschlossener Ortschaften fiel auf, dass die Fahrzeugpulks beider Messstrecken sich nicht mit der in der RiLSA genannten Progressionsgeschwindigkeit fortbewegten. Da im Rahmen der Vertieferarbeit nur zwei Messstrecken außerhalb geschlossener Ortschaften betrachtet worden sind, ist eine abschließende Bewertung aufgrund mangelnder Datengrundlagen nicht möglich. Weitere Forschung zur Klärung der Progressionsgeschwindigkeit außerhalb geschlossener Ortschaften ist für eine vollständige Bewertung notwendig. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass außerhalb geschlossener Ortschaften nicht immer mit einer Progressionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gearbeitet werden kann. Trotz der

kleinen Stichprobe der Daten ist zu empfehlen, dass außerhalb geschlossener Ortschaften die wahre Progressionsgeschwindigkeit durch Erhebungen vor der Koordinierung einer Grünen Welle herausgefunden wird. Eine andere Möglichkeit ist, dass durch Geschwindigkeitssignale den Fahrzeugführern die geplante Progressionsgeschwindigkeit mitgeteilt wird.

Da die erstellten Bewertungen auf Grund einer sehr kleinen Datengrundlage gemacht worden sind, würde es sich anbieten, aufbauend auf diese Arbeit zweisepurige Straßenzüge mit noch geringerer Pulkauflösung zu untersuchen, um das hier nur grob geschätzte Maximum über die eine Grüne Welle koordiniert werden kann, zu finden. Gleichzeitig könnte die durchschnittliche Geschwindigkeit erhoben werden.