

---

## Kurzfassung der Master-Thesis

---

Name: Ning Xue

**Thema: Untersuchung der Einsatzbereiche regelbasierter und modellbasierter Verkehrssteuerungen**

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze  
M.Sc. Wei Jiang

---

Mit dem Wirtschaftswachstum nimmt die Verkehrsnachfrage in vielen großen Städten, besonders in asiatischen Ländern stetig zu. In diesen Städten sind zahlreiche Knotenpunkte während der Spitzenstunde sehr stark belastet oder überlastet. Weiterhin ist die Umweltauswirkung von Verkehr immer kritischer geworden. Um die Steuerungsqualität zu erhöhen und die Kapazität der Verkehrsanlagen auszunutzen, ist der Einsatz von verkehrabhängigen Steuerungsverfahren notwendig. Die vorliegende Master-Arbeit befasst sich daher mit den Einsatzbereichen von regelbasierten und modellbasierten Steuerungsverfahren.

Die Verkehrssteuerungsverfahren sind nach RiLSA [2015] auf der makroskopischen und der mikroskopischen Ebene zu differenzieren. Auf der makroskopischen Ebene werden langfristige Belastungsänderungen in Netzen oder an Knotenpunkten berücksichtigt, während die Steuerungsverfahren auf der mikroskopischen Ebene auf die kurzfristige Veränderung des Verkehrszustands an Knotenpunkten reagieren können. Nach der Aktivierungsart können noch zeitplanabhängige Steuerungsverfahren (Signalprogrammauswahl) und verkehrabhängige Verfahren unterschieden werden.

Verkehrabhängige Steuerungsverfahren können an den Knotenpunkten entweder regelbasiert oder modellbasiert umgesetzt werden. Eine regelbasierte Steuerung basiert direkt auf den Messdaten von Verkehrsflüssen. Bei dem Entscheidungsprozess sind logische, zeitliche und Zustandsbedingungen zu berücksichtigen. Ein Ablaufdiagramm wird meistens sekundlich für die Steuerung durchlaufen. Im Gegensatz zu regelbasierten Steuerungen verwenden modellbasierte Steuerungen in einem Modell verarbeitete Daten. Abbildung des Verkehrszustands, Durchsuchung der Steuerungsalternativen und Berechnung der Steuerungswirkung werden anhand der entsprechenden Modelle durchgeführt. Die optimale Lösung wird mit Hilfe einer Zielfunktion, in die verschiedene Kenngrößen einfließen können, bestimmt.

Eine regelbasierte Steuerung wird in der Regel individuell vom Verkehrsingenieur für das Einsatzgebiet entworfen. Die Qualität der Steuerung ist abhängig von dem planenden Ingenieur. Im Laufe der Zeit wurden standardisierte Steuerungsverfahren wie VS-PLUS oder verkehrstechnische Arbeitsplätze und Sprachen wie TRENDS/TRELAN zur Erstellung von regelbasierten Steuerungen entwickelt, mit deren Hilfe die Arbeitsprozesse standardisiert und vereinfacht werden

Zugleich wurden auch zahlreiche modellbasierte Steuerungsverfahren entwickelt. Nach dem Steuerungsgebiet ist zwischen modellbasierten Knotenpunktsteuerungsverfahren (z.B. OPAC, EPICS etc.) und Netzsteuerungsverfahren (SCOOT, UTOPIA, BALANCE etc.) zu unterscheiden. Das

---

Steuerungssystem kann zentral oder dezentral aufgebaut werden. Die Erfassung der Verkehrsflussdaten kann je nach Bedürfnis der jeweiligen Verfahren durch Detektoren an der Haltlinie, kurz vor der Haltlinie oder stromaufwärts erfolgen. In der Zielfunktion sind normalerweise verkehrliche Kenngrößen wie die mittlere Wartezeit, Anzahl der Halte und ggf. auch die mittlere Staulänge einzuberechnen. Zu den Steuerungsvariablen gehören Freigabezeit, Phasenfolge, Umlaufzeit sowie Versatzzzeit. Die Optimierung von Netzsteuerungen wie SCOOT und BALANCE wird typischerweise in Intervallen von 5 Minuten durchgeführt, die von Knotenpunktsteuerungen wie EPICS oder LA ATCS dagegen sekundlich.

Zur Erstellung der Einsatzkriterien beider verkehrsabhängiger Steuerungen wurden in Anlehnung an vorherige Forschungen die folgenden Merkmale zusammengefasst:

- Verkehrsnachfrage:
  - Verkehrsbelastung (schwach bis mittel, stark, überlastet)
  - Verkehrsschwankung (tageszeitabhängig, räumlich, situationsabhängig)
- Netzstruktur: Linienzug, sich kreuzende Linienzüge oder Netz mit Vermaschung
- Knotenpunktgröße: klein, mittelgroß, groß
- Knotenpunktform: Einmündung, Kreuzung, Kreisverkehr, aufgeweitete Kreuzung
- Fahrstreifenaufteilung: mit Linksabbiegerfahrstreifen, mit ÖPNV-Fahrstreifen
- Ziele der Steuerung:
  - Reduzierung der Umweltwirkungen
  - Situationsabhängige Optimierung spezifischer Kenngrößen
  - Zuflusdosierung durch Pfortneranlagen
  - ÖV-Priorisierung

Anschließend wurden beide verkehrsabhängige Steuerungen in der mikroskopischen Simulation (VISSIM) modelliert. Das Simulationsmodell basiert auf einem realistischen Verkehrsnetz in Neu-Delhi (Indien). Um die vorliegenden Merkmale zu untersuchen, wurden mehrere Szenarien aufgrund des Basismodells entworfen. Aus technischen Gründen wurden bei den Simulationen nur lokale Steuerungen eingesetzt. Regelbasierte Steuerungen wurden möglichst einfach und praxisrelevant erstellt, während modellbasierte Steuerungen durch PTV EPICS repräsentiert sind. Gegenüber dem homogenen Verkehr in Deutschland, der hauptsächlich aus Pkw besteht, ist der indische Verkehr sehr heterogen. Statt sie nach deutschen Regelwerken wie HBS und RiLSA zu berechnen wurden deshalb die meisten Steuerungsvariablen mit Hilfe der Simulation festgelegt.

Zur Auswertung der Steuerungsqualität wurden nach dem Vorschlag aus HBS [2015] die mittlere Verlustzeit, Anzahl der Halte, mittlere Staulänge und eventuell maximale Staulänge als verkehrliche Kenngrößen benutzt. Die Umweltwirkung wie Emissionen wurde mit Hilfe des Softwareprogramms EnViVer ermittelt.

Von den Simulationsergebnissen sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen. Im Vergleich zu homogenem Verkehr stellt der heterogene Verkehr größere Herausforderungen an die modellbasierten Steuerungen. Die Verkehrsdaten sind für verkehrsabhängige Steuerungen in diesem Fall am besten zufahrtbezogen zu erfassen. Modellbasierte Verkehrssteuerungen können mehrere Kenngrößen gleichzeitig berücksichtigen. Bei ÖV-Priorisierung wirkt sich die lokale modellbasierte Steuerung weniger negativ auf den individuellen Verkehr aus. Gegenüber regelbasierten Steuerungen können lokale modellbasierte Steuerungen situationsabhängige Verkehrsschwankungen besser bewältigen. Die lokale regelbasierte Steuerung zeigt gewisse Vorteile bei dem Einsatz an Einmündungen von einer Nebenstraße zur Hauptstraße. Das Potential zur Reduzierung von Schadstoffemissionen ist bei lokalen verkehrsabhängigen Steuerungen sehr begrenzt. Bei Überlastung

---

des Knotenpunkts aus mehreren Zufahrten kann mit lokalen verkehrsabhängigen Steuerungen keine große Verbesserung erreicht werden.

In folgenden Studien ist der Einsatz von lokalen verkehrsabhängigen Steuerungsverfahren bei anderen Knotenpunktformen (Kreisverkehr, aufgeweitete Kreuzung) und Knotenpunkten mit unterschiedlichen Fahrstreifenaufteilungen (ÖV-Fahrstreifen, Linksabbiegerfahrstreifen) zu untersuchen. Weiterhin sind bei der Auswahl der Steuerungsverfahren der Fußgänger- und Radverkehr einzubeziehen. Darüber hinaus sind die Kombinationen von Netzsteuerungsverfahren mit Knotenpunktsteuerungsverfahren bei unterschiedlichen Situationen zu untersuchen.

**Ning Xue**

25.12.2016