

---

## **Kurzfassung der Masterarbeit**

---

**Name:** Tianjun Zhou

**Thema:** **Minderungspotenzial der Luftschadstoffbelastung in China durch Optimierung der Lichtsignalsteuerung**

**Betreuer:** Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze, Prof. Dr.-Ing. Keping Li (Tongji University Shanghai), M.Sc. Jessica Balluff, M.Sc. Wei Jiang

---

Die globale Erderwärmung sowie die Luftverschmutzung sind heute ein globales Thema. Viele Länder setzen sich zusammen, neue Regelungen für die Verbesserung der Luftqualität zu vereinbaren und geeignete Maßnahmen dafür zu finden.

Die Luftschadstoffbelastung hat eine große Wirkung zur Beeinflussung der menschlichen Gesundheit und anderen Lebewesen. In Bezug auf die Tatsache ist die Auswirkung auf den auftretenden Lebenszeitverlusten aus derzeitigen Untersuchungen noch unterschätzt, da eine genaue Quantifizierung der Abhängigkeit davon noch selten gemacht wird.

Die in den Städten auftretende Luftschadstoffbelastung ist ein großes Problem für das Leben der Anlieger. Die Situation ist noch schlimmer in den Entwicklungsländern wie z.B. China. Dort werden viele Brennstoffe wie Kohle, Diesel und Benzin verbraucht, während ein gutes Wirtschaftswachstum anzustreben ist. Bei der Urbanisierung sind viele Menschen in die Städte eingezogen. Deshalb entstehen viele Verkehrsnachfragen in dem städtischen Straßenverkehr.

Das Volumen des motorisierten Individualverkehrs hat sich rasant in den vergangenen 20 Jahren in den chinesischen Städten gesteigert. Obwohl die chinesische Regierung die strenge Abgasnormen für Kraftfahrzeuge eingeführt hat, ist deren Durchsetzung noch schwierig und scheint es unter Berücksichtigung des Entwicklungsstands von den Fahrzeugtechniken langsam zu sein.

Das große Verkehrsaufkommen führt zu vielen Stau auf den städtischen Straßen. Es ist üblich in chinesischen Städten zu sehen, insbesondere in den Spitzstunden. Die verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen in der Luft sind deswegen sehr hoch und die Grenzwerte für die Luftschadstoffimmissionen werden in den Städten überschritten. Unter Berücksichtigung derzeitiger Situation des Straßenverkehrs in China ist ein geeignetes bzw. verbessertes Verkehrsmanagement dafür notwendig.

Das Verkehrsmanagement ist in Deutschland hoch entwickelt. Beispielsweise werden die Umweltzonen in vielen deutschen Städten eingeführt. Das Durchfahrtsverbot für Lastkraftwagen hat eine Minderwirkung zur Luftschadstoffbelastung in den Städten. Die lichtsignaltechnische Steuerung kann das Fahrverhalten und weiter das Luftschadstoffausstoß von den Fahrzeugen beeinflussen. Das intelligente Steuerungssystem beeinflusst das ganze Straßennetz oder die Strecken. Dazu werden die Empfehlungen mit Routenwahlen, angemessenen Geschwindigkeiten

---

und Störungsmeldungen an den Fahrzeugen gegeben. Durch die Verbesserung der Verkehrsqualität werden die Konzentrationen der Luftschadstoffe auf den Straßen bzw. in den städtischen Räumen gesenkt.

Die in dieser Arbeit untersuchten Maßnahmen sind die Koordinierung der LSA auf einer Strecke und die lichtsignaltechnische Bevorrechtigung des ÖPNV, mit dem Ziel, das Minderungspotenzial zur verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung unter Ausnutzung der bestehenden Infrastruktur in chinesischen Städten auszuschöpfen.

Der Fokus wird auf die Optimierung der lichtsignaltechnischen Steuerung bzw. Verbesserung der Signalsteuerung für chinesische Städte gelegt. Unter Berücksichtigung des Entwicklungsstands der lichtsignaltechnischen Maßnahmen zur Beeinflussung der Luftschadstoffbelastung bestehen noch viele Verbesserungsmöglichkeiten der Lichtsignalsteuerung in China. Durch die Optimierung der Signalsteuerung wird ein guter Verkehrsablauf gewährleistet und ist eine Minderwirkung für Luftschadstoffbelastung in den Städten daher möglich.

Ein Fallbeispiel steht für die Koordinierung der LSA auf eine Hauptstraße mit dem hohen Sättigungsgrad (0.9) in der Mittelstadt Hangzhou Chinas zur Verfügung. Dafür werden insgesamt 4 Varianten mit den Grünen Wellen gestellt und dann mit Bezugsfall und mit der bestehenden Grünen Welle (Originale Grüne Welle) verglichen. Ein Kontenpunkt mit relativ niedrigem Sättigungsgrad (0.4) im Entwicklungsgebiet von der Mittelstadt Shenyang in China wurde als ein anderes Fallbeispiel für die Modellierung der Bevorrechtigung des ÖPNV gewählt. Dafür werden insgesamt 8 Szenarien mit den Festzeitsteuerungen, lichtsignaltechnischen Bevorrechtigungen des ÖPNV jeweils mit und ohne Busfahrstreifen gebildet. Die ursprünglichen Modelle waren schon vorhanden. In dieser Arbeit werden die beiden Modelle nur unter Bedarf ohne Schwächung der Plausibilität kalibriert bzw. geändert.

Für die mikroskopische Verkehrsflusssimulation wird das Programm VISSIM der PTV AG in Version 7.3 verwendet. Dazu werden die Module VISSIG und VisVAP auch angewendet. Die Emissionsmodellierung wird in dem von TNO entwickelten EnViVer Enterprise mit Online Version gemacht.

Aus den Simulationen werden die Ergebnisse gesammelt und durch die Vergleiche zwischen entsprechenden Szenarien werden die Ergebnisse unter gleichen Rahmenbedingungen ausgewertet. Die Falluntersuchungen mit Messfahrten werden in dieser Arbeit nicht gefordert.

Eine Minderwirkung für die Luftschadstoffbelastung kann durch die Koordinierung der LSA mit dem Festzeitprogramm auf den Straßenzügen und deren entsprechenden Optimierungen verbessert werden. Dabei gibt es keine negativen Auswirkungen für den Querverkehr sowohl bei den verkehrlichen Kenngrößen als auch bei den umweltrelevanten Kenngrößen. Durch die Koordinierung der LSA wird die mittlere Anzahl der Halte reduziert und damit die durchschnittlichen Geschwindigkeiten auf den Straßenzügen erhöht. Darauf wird die mittlere Wartezeit des Gesamtverkehrs durch die Optimierung der Umlaufzeit weiter gesenkt.

Die Bevorrechtigung des ÖPNV mit baulicher Maßnahme (Busfahrstreifen) wird durch die Festzeitprogramme in vielen chinesischen Städten gesteuert, da eine große Störung mit verkehrsabhängiger Signalsteuerung für den motorisierten Individualverkehr verursacht wird.

---

Allerdings ist eine genaue Abwägung zwischen der Beschleunigung des ÖV und der Verhinderung des MIV nicht durch die Untersuchungen vorgelegt. Die Forschungen dafür sind nötig. Es ist aus den Literaturrecherchen schon klar geworden, dass eine lichtsignaltechnische Bevorrechtigung des ÖPNV im Verkehr mit hohem Sättigungsgrad kein signifikantes Verbesserungspotenzial für Verkehr und Umwelt erzielen kann. Deshalb werden die Szenarien mit verschiedenen in Deutschland angewendeten Signalsteuerungen auf den Knotenpunkt mit niedrigem Sättigungsgrad dafür in dieser Arbeit gebildet.

Mit der Auswertung der Ergebnisse aus den Simulationen wird es festgestellt, dass eine Bevorrechtigung des ÖPNV mit baulicher Maßnahme (Busfahrstreifen) ohne verkehrsabhängige Signalsteuerung zu einer schlechten Verkehrsqualität für öffentliche Busse und einer hohen Konzentration der verkehrsbedingten Luftschadstoffe auf den Zufahrten am Knotenpunkt führt. Mit verkehrsabhängiger Bevorrechtigung des ÖPNV mit Busfahrstreifen kann eine große Minderwirkung zur Luftschadstoffbelastung und eine Verbesserung der Verkehrsqualität im Gesamtverkehr realisiert werden. Bei der lichtsignaltechnischen Bevorrechtigung des ÖPNV beim Mischverkehr (ÖV und MIV) ist das Verbesserungspotenzial für Verkehr und Umwelt jedoch begrenzt, wobei sich der Mischverkehr in dieser Arbeit nur um eine Mischung vom öffentlichen Verkehr und motorisierten Individualverkehr auf den Straßen handelt. Es ist jedoch noch vorteilhaft bei der Verstärkung der Attraktivität vom öffentlichen Verkehr unter Berücksichtigung des MIV.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die hier untersuchten Maßnahmen voraussichtlich auf viele Einsatzfälle in China angewendet werden sollen. Es bedarf jedoch den Zusammenarbeiten von vielen Teilnehmern, um eine wirksame Maßnahme umzusetzen. Mit der Hoffnung, eine flexible Mobilität in den chinesischen Städten und eine gute Luftqualität in den Lebensräumen zu erhalten, sollen mehr Aufmerksamkeiten auf das Verkehrsmanagement und dafür Bemühungen gegeben werden.

**Tianjun Zhou**

Januar 2015