

# **Untersuchungen zur Koordinierungsqualität in Abhängigkeit von der Priorisierungsstufe des ÖPNV mit Hilfe des Simulationsmodells TRANSYT**

## **Kurzfassung der Vertieferarbeit von Andreas Vesper**

In innerstädtischen Straßennetzen muss das Verkehrsaufkommen verschiedener Verkehrsteilnehmergruppen abgewickelt werden, dies sind unter anderem Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), koordinierte und nicht koordinierte Verkehrsströme des motorisierten Individualverkehrs (MIV), Radfahrer und Fußgänger. Die verschiedenen Nutzergruppen stellen dabei sowohl an die Gestaltung der Straßenräume und der Knotenpunkte, als auch an die Verkehrssteuerung im Straßennetz unterschiedliche Anforderungen. Zielkonflikte sind die Folge, denen unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen durch Kompromisslösungen begegnet werden kann.

Gegenstand der Vertieferarbeit ist die nähere Betrachtung eines Zielkonfliktes zwischen dem ÖPNV und dem MIV, der in der städtischen Verkehrssteuerung häufig auftritt. Dabei steht die Fragestellung im Vordergrund, in welchem Verhältnis Qualitätsgewinne und -einbußen des MIV, in koordinierten Strecken, zu denen des ÖPNV, in Abhängigkeit von unterschiedlichen Priorisierungsstufen, stehen. Die erforderlichen Untersuchungen wurden unter anderem mit dem makroskopischen Simulationsprogramm TRANSYT, beispielhaft an dem innerstädtischen Straßenzug der Heinrichstraße in Darmstadt, vorgenommen.

Die mögliche Bandbreite der ÖPNV-Priorisierung an Knotenpunkten mit Lichtsignalsteuerung kann sich von keiner bis hin zu einer absoluten Bevorzugung des ÖPNV gegenüber dem MIV erstrecken. Um den unterschiedlichen Grad der ÖPNV-Bevorzugung einer Untersuchung unterziehen zu können, ist zuvor eine Einteilung in einzelne Priorisierungsstufen erforderlich. Diese wurde in Anlehnung an die Priorisierungsstufen nach MERTZ und FRIEDRICH, an die unterschiedlichen Steuerungsverfahren nach RiLSA und an die ÖPNV-beeinflussten Steuerungsverfahren nach den Hinweisen zur Bevorrechtigung des ÖPNV bei der Lichtsignalsteuerung vorgenommen. Die Steuerungsverfahren der Lichtsignalsteuerung, die in den einzelnen Priorisierungsstufen zum Ansatz kommen, unterscheiden sich dabei in der Anzahl der veränderbaren Elemente des Signalprogramms, dies sind im einzelnen die Phasenfolge, die Phasenanzahl und die Freigabezeiten, die mit zunehmendem Priorisierungsgrad variabel in die Gestaltung des Signalprogramms eingehen. Die Bandbreite der definierten Priorisierungsstufen erstreckt sich dabei von der Priorisierungsstufe Prio 1, der eine Festzeitsteuerung zugrunde liegt, bis hin zur Stufe Prio 4, in der alle veränderbaren Elemente des Signalprogramms variabel in die teilverkehrsabhängige Lichtsignalsteuerung einfließen.

Um die Auswirkungen der ÖPNV-Priorisierung auf die Koordinierungsqualität des MIV untersuchen zu können, ist eine Bewertung erforderlich, anhand derer eine Aussage über Qualitätsgewinne und -verluste gemacht werden kann. Die Herleitung von Funktionen zur Bewertung erfolgt im Rahmen der Vertieferarbeit in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird zunächst die Bewertung getrennt für den ÖPNV, die koordinierten und die nicht koordinierten Verkehrsströme des MIV vorgenommen. Dabei erfolgt die Bewertung jeweils durch Ansatz einer Bewertungsfunktion (BF), in die die Wartezeit und die Anzahl der Halte als wesentliche Kenngrößen einfließen. Im zweiten Schritt fließen die zuvor ermittelten Bewertungsgrößen, der einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen, durch Ansatz der Bewertungsfunktion (PI) in die Gesamtbewertung ein.

In den Ausführungen zur Herleitung der Bewertungsfunktionen wird erläutert, dass neben Kriterien des Verkehrsablaufs durchaus andere Anforderungen der Verkehrsteilnehmergruppen ihre Berechtigung haben und Eingang in die Bewertung finden sollten. Während in der Vergangenheit Umwelt-, Energie- und Sicherheitsaspekte bei der Bewertung oft nur beiläufig behandelt wurden, da sie zum einen schwer zu fassen und zum anderen schwer in Relation zu den Kenngrößen zu setzen sind, fließen diese Aspekte mit in die Bewertungsfunktionen ein. Weiterer ist es das Bestreben, neben objektiven Kriterien auch subjektive Kriterien, wie menschliches Empfinden und menschliches Verhalten, mit in die Betrachtungen einfließen zu lassen. Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass die definierten Bewertungsfunktionen verschiedenen Annahmen unterliegen, die im einzelnen den Ausführungen der Vertieferarbeit entnommen werden können.

Um die Kenn- bzw. Zielgrößen der einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen ermitteln zu können, die als Eingangsgrößen zur Bewertung benötigt werden, wurde der zu untersuchende Streckenabschnitt der Heinrichstraße, im Hauptteil der Vertieferarbeit, einer Simulation unterzogen. Die Simulation des Verkehrsflusses sollte an einem zuvor abgegrenzten Teilgebiet mit Hilfe des Simulationsprogramms TRANSYT durchgeführt werden. Im Rahmen der Untersuchungen stellte sich heraus, dass das Simulationsprogramm weder in der Lage ist, die vorhandene teilverkehrsabhängige Lichtsignalsteuerung in der Heinrichstraße abzubilden, noch die Fahrzeugankünfte einzelner ÖV - Fahrzeuge zu definierten Zeitpunkten zu simulieren. Aus diesem Grund mussten zum einen Vereinfachungen in der Simulation vorgenommen werden und zum anderen wurden analytische Betrachtungen erforderlich, um zumindest die Simulation der Fahrzeuge des MIV in TRANSYT zu ermöglichen.

Wie bereits zuvor dargestellt, konnte die Modellierung der ÖV-Fahrzeuge nicht durch das Simulationsprogramm erfolgen. Aus diesem Grund mussten die ÖPNV-Ankünfte, an den Knotenpunkten der Heinrichstraße, durch analytische Betrachtungen ermittelt werden. Bei der Ermittlung der Ankunftszeiten ist den Fahrzeugen des ÖPNV zum einen ein binomialverteilter Zufluss, bei Betrachtung der einzelnen Umläufe, und zum anderen ein rechteckverteilter Zufluss, bei Ermittlung des genauen Zeitpunktes innerhalb eines Umlaufs, unterstellt worden. Die Simulation der ÖV - Ankünfte erfolgte im Anschluss durch eine durchgeführte Monte-Carlo-Simulation.

Die anschließende Simulation des MIV im Programm TRANSYT wurde exemplarisch an 50 Umläufen vorgenommen. Dieser Vorgehensweise lag die Annahme zugrunde, dass die im Rahmen der Simulation ermittelten Kenn- bzw. Zielgrößen des MIV ausreichen, um von der Stichprobe ( 50 Umläufe ) Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit (unendlich viele Umläufe) an den Knotenpunkten der Heinrichstraße schließen zu können. Versuche, die ermittelten Kenn- bzw. Zielgrößen durch einen Chi-Quadrat-Test einer bekannten Verteilungsfunktion zuzuordnen zu können, schlugen fehl. Aus diesem Grund sind die ermittelten Ergebnisse der Simulation in TRANSYT nur als ein Ergebnis der durchgeführten Simulation anzusehen und es kann keine allgemeingültige Aussage, bezogen auf die Heinrichstraße, getroffen werden.

Die ermittelten Kenn- bzw. Zielgrößen des ÖPNV basieren auf der Grundlage von analytischen Betrachtungen.

Ergebnis der durchgeführten Simulationen ist, dass mit zunehmender Priorisierungsstufe die Gesamtverkehrsqualität an den betrachteten Knotenpunkten der Heinrichstraße zunimmt. Dieser Effekt ist im wesentlichen darin begründet, dass die Verkehrsqualität, mit der der ÖPNV an den Knotenpunkten abgewickelt werden kann, mit zunehmender ÖPNV-Bevorzugung stark zunimmt, während die Qualitätsgewinne und -verluste des MIV

verhältnismäßig geringen Schwankungen unterliegen und einen relativ geringen Einfluss auf die Gesamtbewertung ausüben.

Es kann für die betrachteten Knotenpunkte der Heinrichstraße, unter Berücksichtigung verschiedener Einschränkungen, die in der Vertieferarbeit näher erläutert sind, die Priorisierungsstufe Prio 4 empfohlen werden.

Zum Abschluss ist zur grundsätzlichen Eignung des Simulationsprogramms TRANSYT anzuführen, dass dieses Simulationsprogramm zur Bearbeitung der Fragestellung, die im Rahmen der Vertieferarbeit behandelt wurde, völlig ungeeignet ist. Bei ähnlichen Fragestellungen sollten vorzugsweise mikroskopische Simulationsprogramme, wie AIMSUN oder VISSIM, zur Anwendung kommen.

Weiter wird darauf verwiesen, dass das Modell TRANSYT mit Fehlern behaftet ist und in der Simulation des Verkehrsflusses zum Teil Vereinfachungen vornimmt, die den realen Verkehrsfluss nicht entsprechen.