

Verfahren zur dynamischen Umlegung der Verkehrsnachfrage in innerstädtischen Straßennetzen mittels mikroskopischer Verkehrssimulation unter Berücksichtigung der Lichtsignalsteuerung

Master's Thesis von Anton Sperber

Mentoren:

M.Sc. Eftychios Papapanagiotou
M.Sc. Sasan Amini

Externer Mentor:

Dr.Ing. Gerhard Listl (gevas humberg & partner)



Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es, die Auswirkungen der verschiedenen **Parameter der dynamischen Umlegung** in einer **Mikrosimulation** zu untersuchen. Dazu wurde ein reales Untersuchungsgebiet modelliert und der Verkehr darin dynamisch umgelegt. Um den Verkehr mit **Nachfragematrizen** dynamisch umlegen zu können, sind in Vissim gegenüber der „normalen“ statischen Routenversorgung umfangreiche Anpassungen am Netz nötig. Da das Netz mit diesem Zusatzmodul nicht so intuitiv modellierbar ist, wie ein Netz mit statischer Routenversorgung, dauerte es um einiges länger, bis eine Simulation ohne Fehlermeldungen bis zum Ende ausgeführt werden konnte.

Die zahlreichen Parameter der dynamischen Umlegung (siehe Tabelle unten), wurden dann auf ihre Auswirkungen hinsichtlich **Wegesuche**, **Wegewahl** und Anzahl der benötigten **Iterationsschritte** untersucht. Die verschiedenen Parameter haben dabei unterschiedlich große Auswirkungen auf die Ergebnisse der Umlegung. Da sich diese drei Aspekte der dynamischen Umlegung aber auch gegenseitig maßgeblich beeinflussen, haben die meisten Parameteränderung Auswirkungen auf die komplette Umlegung.

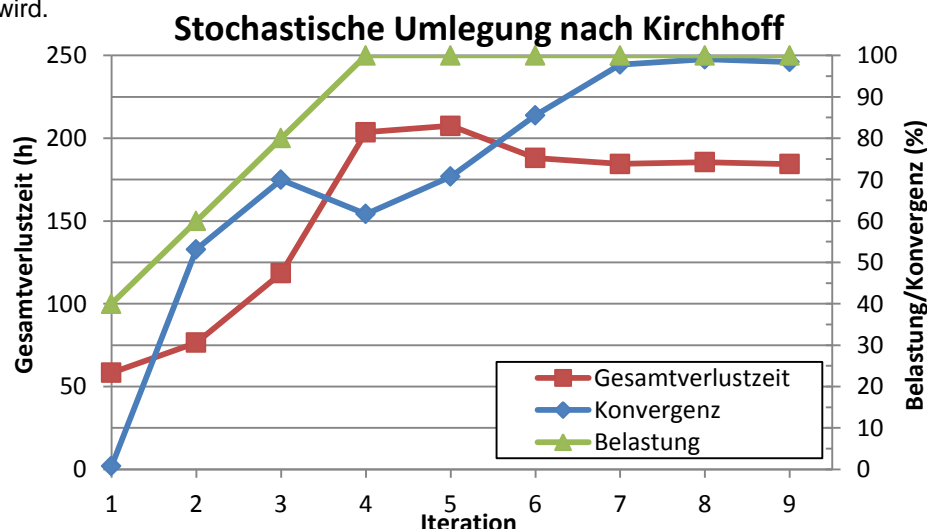
Die dynamische Umlegung des Verkehrs besteht aus verschiedenen Teilmodellen - die **Bewertung der Wege** ist eines davon. In Vissim erfolgt dies anhand der **generalisierten Kosten**, die für jeden Weg aus der **Reisezeit**, der **Wegelänge** und den **zusätzlichen Kosten** berechnet werden. Durch die **Bewertungskoeffizienten** wird dabei bestimmt, welche Gewichtung die drei Attribute bekommen.

Vor jedem Iterationsschritt wird in der **Wegesuche** der billigste Weg für jede Quelle-Ziel-Beziehung gesucht und in der Wegesammlung gespeichert. Da die Anzahl der gefundenen Wege maßgeblichen Einfluss auf die Verteilung der Fahrzeuge hat, ist es wichtig, dass die Parameter der Wegesuche auf die jeweiligen Begebenheiten des Netzes angepasst werden. Nach einer Simulation sollte außerdem die Wegesammlung überprüft werden, um sicher zu stellen, dass sich der Verkehr auf alle realistischen Wege aufteilen kann. Sollten Wege fehlen, die in der Realität von den Verkehrsteilnehmern genutzt werden, kann die Wegesammlung mit Hilfe der **Alternativwegesuche** vervollständigt werden.

Nach der Wegesuche folgt in der dynamischen Umlegung die **Wegewahl**. Diese ist von mehreren Faktoren abhängig - der entscheidende ist dabei das **Aufteilungsmodell**. In Vissim kann entweder die Gleichgewichtsumlegung oder die stochastischen Umlegung nach Kirchhoff gewählt werden. Wird der Verkehr nach der **Gleichgewichtsumlegung** im Netz verteilt, so wird der Verkehr einer Quelle-Ziel-Beziehung so lange von den teuren auf die billigeren Wege umverteilt, bis die generalisierten Kosten aller Wege im Gleichgewicht sind. Jeder Verkehrsteilnehmer fährt also am Ende auf dem für ihn billigsten Weg.

Im Gegensatz dazu wird bei der **stochastischen Umlegung nach Kirchhoff** ein Teil des Verkehrs auch auf teurere Wege umgelegt. Dadurch ist die Gesamtverlustzeit aller Fahrzeuge im Netz am Ende höher. Je kleiner dabei der **Kirchhoff-Exponent** gewählt wurde, desto höher war am Ende die Gesamtverlustzeit, weil der Anteil an Fahrzeugen, die auch teurere Wege wählen, dadurch höher ist. Durch verschiedene andere Einstellungen lässt sich die Wegewahl zusätzlich beeinflussen, zum Beispiel durch die Vermeidung von Umwegen. Dabei werden solche Wege für den Verkehr gesperrt, die um den gewählten **Umwegfaktor** teurer sind als der billigste Weg.

Die **Konvergenzkriterien** bestimmen schließlich, wann eine Umlegung als stabil angesehen wird und der Iterationsvorgang abgebrochen werden kann. Es stehen in Vissim drei verschiedene Konvergenzkriterien zur Auswahl: **Reisezeit** auf den Wegen oder Kanten und **Belastung** auf den Kanten. Dabei kann jeweils eingestellt werden, um wieviel Prozent sich das gewählte Kriterium von einem Iterationsschritt zum nächsten maximal verändern darf, damit die Iteration als konvergent angezeigt wird.



Kategorie	Parameter	Wert/ Einstellung
Dateien	Bewertungsintervall	1800 Sekunden
	Startbelastung	40%
	Schrittweite	20%
	Bewertungen schreiben	Ja
	Wege schreiben	Ja
Kosten	Zeitintervall für Kantenbewertungen in der Wegesuche	Gleiches Intervall, vorheriger Simulationslauf
	Kosten für Wegewahl nach Kirchhoff	Wegereisezeiten
	Glättungsmethode	Exponentielle Glättung
	Glättungsfaktor	0,5
Suche	Neue Wege suchen	Ja
	Alternativwege suchen	Ja (Streuung 0,5/ Durchläufe 5/ ohne Kurzwegkostenerhöhung)
	Wege für unbelastete Beziehungen suchen	Nein
	Wegewahltyp	Nur beim Losfahren entscheiden
Wahl	Zielparkplatzwahl	Nicht relevant
	Wegevorauswahl	Umwege erkennen und vermeiden: Ja (Faktor: 2,5) Wege mit zu hohen Gesamtkosten verwerfen: Ja (Max. Mehrkosten: 75%) Anzahl Wege begrenzen: Ja (Max. Wege je Parkplatzbeziehung: 5)
	Aufteilungsmodell für Wege	Stochastisch (Kirchhoff) oder Gleichgewichtsumlegung
	Konvergenzkriterium	Reisezeit auf Wegen: 15%, 95%
Konvergenz	Geforderte Anzahl aufeinanderfolgender konvergierender Simulationsläufe	3

Im Zuge der Untersuchung wurden die **Potenziale**, aber auch die **Grenzen und Defizite** der dynamischen Umlegung in der Mikrosimulation dargestellt und Vorschläge für eine sinnvolle Vorgehensweise bei der Routenversorgung eines innerstädtischen Straßennetzes abgeleitet. So kann die dynamische Umlegung unter den richtigen Voraussetzungen gute Ergebnisse liefern und auch deutlich mehr Fragestellungen beantworten als die statische Umlegung. Allerdings ist die Anwendung durch die große Anzahl an zusätzlichen Parametern um einiges zeitaufwändiger und komplizierter. Die dynamische Umlegung sollte also nur gewählt werden, wenn die Aufgabenstellung dies wirklich verlangt.

Im Anschluss wurde außerdem - mit dem gleichen Parametersatz - die Verwendung des Zusatzmoduls „**Mesoskopische Simulation**“ getestet und die Ergebnisse wurden wiederum mit denen der Mikrosimulation verglichen. Vor allem bei hoher Netzbelastung lieferte die mesoskopische Simulation dabei für das untersuchte Netz andere Ergebnisse, als bei der Mikrosimulation. Die mesoskopische Modellierung ist somit nur für besonders große Netze oder lange Zeiträume zu empfehlen, wenn die mikroskopische Simulation aufgrund des hohen Rechenaufwandes an ihre Grenzen stößt und die mesoskopische Simulation deutliche Geschwindigkeitsvorteile hat.