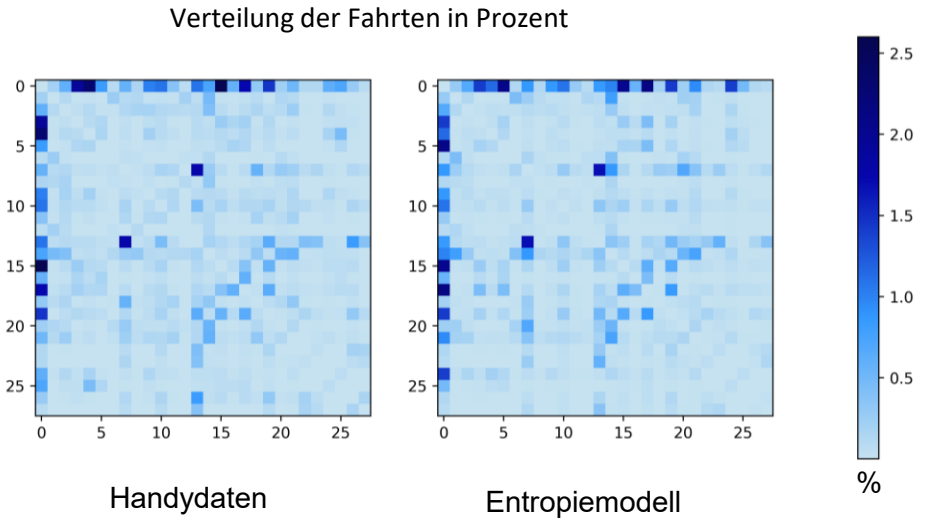
Methoden zur Modellierung der Zielwahl in Verkehrsmodellen

Bachelor‘s Thesis von Lukas Maly

Mentoren:
Dr.-Ing. Johannes Müller
Fadi El Eid

Zielwahlmodelle liefern mit jeweils unterschiedlichen Vorgehensweisen eine Verkehrsstrommatrix für das jeweilige Verkehrsnetz. Das Ziel der Arbeit war es, die relevantesten Methoden der Zielwahl darzulegen und zwei davon ausgewählte in einer Fallstudie anzuwenden. Zu den gängigsten Modellen der Verkehrsverteilung zählen unter anderem das Gravitationsmodell, das Entropiemodell, das Gelegenheitsmodell und die Trendfaktorenmodelle. Eine weitere Strategie ist die Modellierung der Quell-Ziel-Matrix mit Mobiltelefondaten.
Das älteste und etablierteste Verkehrsverteilungsmodell, das sogenannte **Gravitationsmodell**, schätzt die Zahl der Fahrten zwischen zwei Verkehrszellen, indem es mehrere Einflussgrößen, wie z.B. Entfernung, Reisezweck oder die Anzahl der Arbeitsplätze in der Zielzelle, einbezieht. Zudem trägt es seinen Namen, weil es unter Bezugnahme auf das Newtonsche Gravitationsgesetz formuliert wurde. Es wird in offenes Gravitationsmodell, quellgekoppeltes Gravitationsmodell und quell- und zielgekoppeltes Gravitationsmodell unterteilt.
Das **Entropiemodell** ist durch eine solide theoretische Grundlage besser untermauert und beruht auf dem Prinzip der Entropiemaximierung. Dieses ermöglicht es, zusätzliche Nebenbedingungen einzubauen. Das können Kapazitätsgrenzen an den Zielorten, die Vermeidung bestimmter Routen oder auch Mindestentfernungen sein.
Die Grundidee des **Gelegenheitsmodells** besteht darin, dass Personen alle Zielmöglichkeiten Schritt für Schritt abwägen und sich dafür oder dagegen entscheiden. Die Zielzonen werden nach Entfernung (Widerstand) sortiert, wobei innerhalb einer Zone jedes Ziel dieselbe Wahrscheinlichkeit hat, gewählt zu werden. Diese Wahrscheinlichkeit berechnet sich aus der durchschnittlichen Reiselänge und der mittleren Dichte der möglichen Ziele.
Zu den **Trendfaktorenmodellen** gehören unter anderem die Einheitsfaktormethode und das Fratar-Verfahren. Sie beschreiben die Veränderung bestehender Verkehrsbeziehungen. Dabei kann die Quell-Ziel-Matrix für einen zukünftigen Zeitpunkt mit aktuellen Ausgangsdaten oder für den gegenwärtigen Zeitpunkt mit einer alten Verkehrsstrommatrix ermittelt werden.
Bei der Schätzung von Verkehrsstrommatrizen anhand von **Mobiltelefondaten** wird mit Call Detail Records gearbeitet. Dabei handelt es sich um Aufzeichnungen von Anrufen oder anderen Telekommunikationsaktivitäten. Die Datenerhebung lässt sich mit GPS-Daten und Informationen über WLAN und Bluetooth optimieren.
Die erforderlichen Strukturgrößen, die man zur Anwendung der Modelle benötigt, werden neben Statistiken auch aus Mobilitätserhebungen gewonnen. Bei der Gegenüberstellung der unterschiedlichen Zielwahlmethoden zeigte sich, dass es nicht die eine optimale Methode gibt. Vielmehr hängt die Modellwahl von Faktoren, wie der Verfügbarkeit geeigneter Daten, der vorhandenen Rechenleistung und dem Planungszusammenhang ab.

Modell	Rechenaufwand	Strukturänderung	Einsatzbereich
Gravitationsmodell	gering	bedingt flexibel	mittlere Entfernungen bzw. kleine Städte
Entropiemodell	hoch	flexibel	städtische Netzwerke
Gelegenheitsmodell	mittel	eher unflexibel	entfernungsunabhängige Kontexte
Trendfaktorenmodelle	sehr gering	unflexibel	stabile Verkehrsbedingungen
Mobilfunkdatenmodelle	mittel	sehr flexibel	gute Netzabdeckung bzw. in Entwicklungsländern



Im Rahmen einer Fallstudie für die Region Hof (Saale) wurde deutlich, dass sich das Entropiemodell und die Modellierung mit Mobiltelefondaten neben dem populären Gravitationsmodell sinnvoll einsetzen lassen. Beide Verfahren konnten mittels einer Python-Implementierung den Berufsverkehr realistisch in einer Verkehrsstrommatrix abbilden. Dabei wurden die 27 Gemeinden des Landkreises Hof und die Stadt Hof als Verkehrszellen festgelegt. Um die Zielwahl unabhängig von der Verkehrserzeugung betrachten zu können, wurden die Verteilungen der Quell-Ziel-Matrizen in Prozent dargestellt. In der Abbildung sind neben der generellen Ähnlichkeit teilweise auch unterschiedliche Ergebnisse zu erkennen. Dies demonstriert, dass sich die Wahl der Methode auf die Ergebnisse und somit auch die möglichen Planungsentscheidungen auswirkt. Dadurch wurde erneut deutlich, dass für das Planungsvorhaben eine geeignete Methode ausgewählt werden muss, um möglichst realistische Ergebnisse zu erzielen.