

# **BERECHNUNG VON RÄUMLICH UND ZEITLICH AUFGELÖSTEN DURCHSCHNITTSGESCHWINDIGKEITEN AUS FCD ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG IM STRAßENVERKEHR**

**Lukas SPENGLER<sup>1(\*)</sup>, Marius MADSEN<sup>2</sup>, Marc GENNAT<sup>3</sup>**

## **Einleitung**

Um energieeffiziente und nachhaltige Verkehrskonzepte entwickeln zu können, sind Mobilitätsdaten unerlässlich. Hierzu zählen Informationen zu Straßenverkehrsflüssen, wie die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit und Querschnittsbelastungen. Während die Datenhoheit heute bei Großkonzernen liegt, müssen kommunale Verkehrsplaner häufig mit wenigen und schlecht aufbereiteten Datensätzen arbeiten, um Probleme im Verkehrssystem zu identifizieren.

In diesem Beitrag werden Floating Car Data (FCD) ausgewertet, um hochaufgelöste Durchschnittsgeschwindigkeiten zu berechnen und die tageszeitliche Verteilung der Geschwindigkeit auf Hauptstraßen mit der tageszeitlichen Verteilung der Anzahl an Personen im Verkehr verglichen.

## **Methode**

### ***Rohdaten und Straßennetz***

FCD sind eine Liste mit geografischen Koordinaten mit dem dazugehörigen Zeitstempel. Für das vorliegende Beispiel wurden Daten von einem Krefelder Taxiunternehmen bereitgestellt, aus denen zusätzlich hervorgeht, welchen Besetzungsgrad das Fahrzeug zum jeweiligen Zeitpunkt hatte. Der Datensatz umfasst insgesamt 17 Millionen Datenpunkte von 38 Fahrzeugen aus dem Jahr 2019. Zu beachten ist, dass die Daten in Abhängigkeit der Zeit und der Fahrgeschwindigkeit un stetig aufgezeichnet wurden und der Zeitstempel nur mit einer Minutenaufösung abgespeichert wurde.

Für das Straßennetz werden die Rohdaten des frei verfügbaren Kartenmaterials von OpenStreetMap [1] genutzt. Hierbei stellt eine Kreuzung einen Knoten des Graphen dar und der Straßenabschnitt, der die beiden Kreuzungen verbindet, eine Kante. Als Kantengewicht wird die Länge des Straßenabschnitts genutzt. Zudem sind der Straßename und die zulässige Höchstgeschwindigkeit zu jeder Kante hinterlegt. [2]

### ***Geschwindigkeitsberechnung***

Der entwickelte Algorithmus filtert die FCD mit einem nichtrelevanten Besetzungsgrad „frei“, „Pause“ und „Funk aus“ heraus und trennt die übrigen Daten in einzelne Fahrten. Diese Fahrten werden nun in Abhängigkeit von ihrer Startzeit in stündliche Zeitgruppen unterteilt, die separat ausgewertet werden. Eine höhere zeitliche Auflösung oder Unterscheidung von Wochentagen, Feiertagen und Ferienzeiten ist mit der gleichen Methodik möglich, wenn ausreichend Datenpunkte vorhanden sind, wurde hier aber nicht angewandt.

Die FCD-Punkte der jeweiligen Fahrten einer Zeitgruppe werden mit den Kanten des Graphen verknüpft und bilden eine Route bzw. Liste von Kanten-IDs. Aus den Zeitstempeln wird die Fahrzeit der Route berechnet. Mittels Parameterschätzverfahren können so die Durchschnittsgeschwindigkeiten aller

---

<sup>1</sup> Hochschule Niederrhein, SWK E<sup>2</sup> - Institut für Energietechnik und Energiemanagement, Reinartzstr. 49, 47805 Krefeld, Germany, +49 2151822 5122, lukas.spengler@hs-niederrhein.de, www.hs-niederrhein.de/swk-e2

<sup>2</sup> Hochschule Niederrhein, SWK E<sup>2</sup> - Institut für Energietechnik und Energiemanagement, Reinartzstr. 49, 47805 Krefeld, Germany, +49 2151822 6697, marius.madsen@hs-niederrhein.de, www.hs-niederrhein.de/swk-e2

<sup>3</sup> Hochschule Niederrhein, SWK E<sup>2</sup> - Institut für Energietechnik und Energiemanagement, Reinartzstr. 49, 47805 Krefeld, Germany, +49 2151822 5112, marc.gennat@hs-niederrhein.de, www.hs-niederrhein.de/swk-e2

Kanten für jede Zeitgruppe berechnet werden. Die Werte aller Zeitgruppen einer Kante werden als Vektor neben der Länge der Kante als weiteres Kantengewicht zugeordnet. So können Graphenalgorithmen wie der Dijkstra-Algorithmus [3] nicht nur den kürzesten, sondern auch den schnellsten Weg zwischen zwei Punkten und dessen Fahrzeit bestimmen.

## Auswertung

Die ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeiten lassen sich grafisch darstellen, um Problemzonen im Straßenverkehr aufzudecken (siehe Abbildung 1). Wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit zu einer bestimmten Tageszeit niedrig ist, ist das Verkehrsaufkommen hoch. In diesem Fall und auch wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit außerhalb der Stoßzeiten deutlich unter der zulässigen Höchstgeschwindigkeit liegt, kann eine Anpassung der Lichtsignalanlagen-Schaltzeiten in Betracht gezogen werden.

Tabelle 1: Bedeutung der Farbe in Abbildung 1

Farbe	Geschwindigkeit [km/h]
Rot	$\leq 10$
Magenta	$\leq 20$
Grün	$\leq 30$
Cyan	$\leq 50$
Blau	$\leq 70$
Schwarz	$> 70$

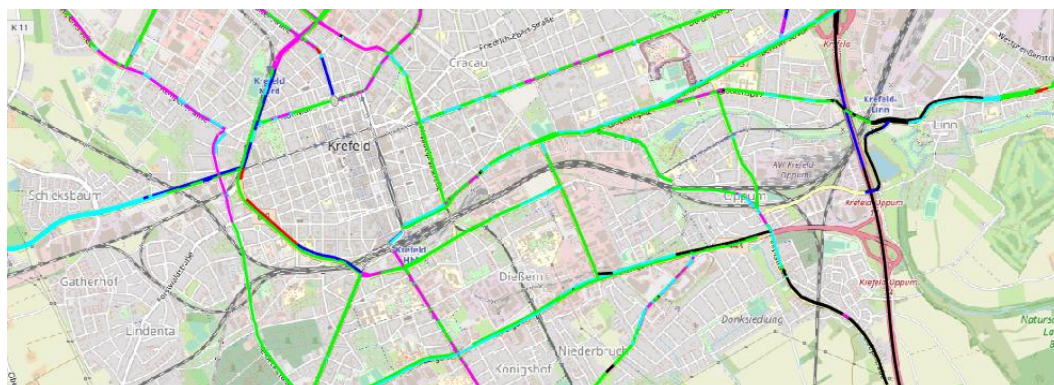


Abbildung 1: Durchschnittsgeschwindigkeiten auf wichtigen Straßen in Krefeld zwischen 08:00 und 09:00 Uhr

Zudem können die zeitlich aufgelösten Geschwindigkeiten einer vielbefahrenen Kante betrachtet und für eine Plausibilitätsprüfung mit dem Tagesgang von Verkehrswegen aus einer Mobilitätsbefragung verglichen werden. Abschließend können Fahrzeiten von Routen zur Validierung und Verifizierung mit anderen Routenplanungstools wie Graphhopper oder Google Maps verglichen werden.

Diese Methodik ist allgemein anwendbar und die Algorithmen sollen in einem anstehenden Forschungsprojekt auf Open Source-Plattformen zur Verfügung gestellt werden.

## Referenzen

- [1] OpenStreetMap contributors: Planet dump [data file from 09.04.2021]. Retrieved from <https://download.geofabrik.de/>
- [2] Spengler, L., Gennat, M.: Fahrzeitermittlung im städtischen Raum mittels Google API. In: Proff, H. (eds) Making Connected Mobility Work. Springer Gabler, Wiesbaden (2021). doi:10.1007/978-3-658-32266-3\_52
- [3] Dijkstra, E.W.: A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathematik 1, 569-271. Springer (1959). doi:10.1007/BF013863901