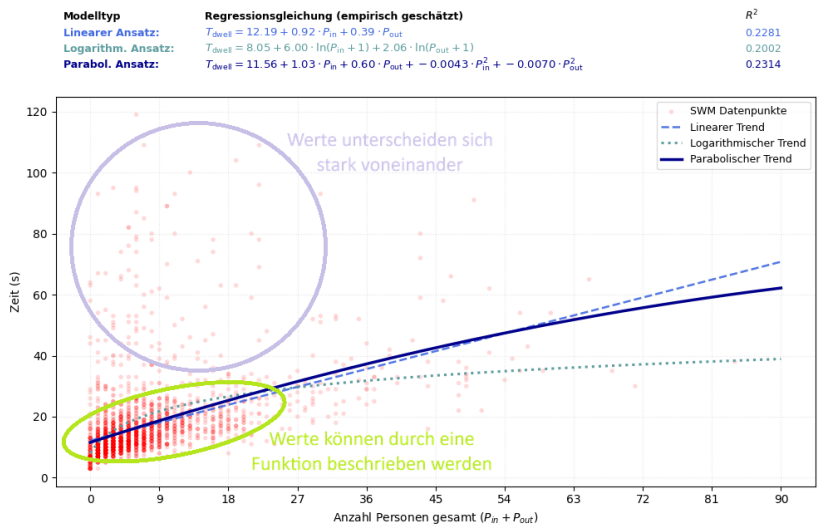
Modellierung von Haltedauern im städtischen Busverkehr: Von statischen Annahmen zu nachfragegerechten Ansätzen

Bachelor‘s Thesis von Anna Nikandrova

Mentoren:
Dr.-Ing. Fabian Fehn
Mario Ilic, M.Sc.

Externer Mentor:
Dr. Li Yining (Stadtwerke München)



Einleitung

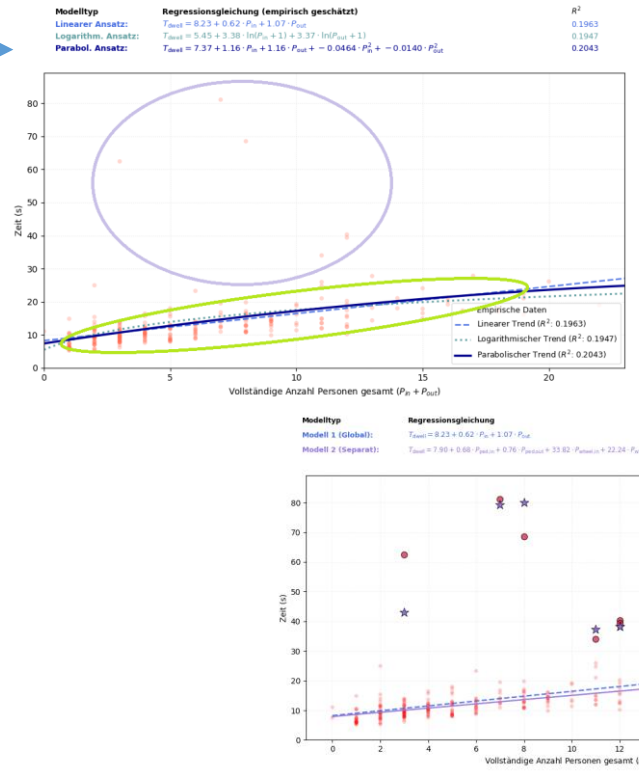
Um die ÖPNV-Prozesse zu optimieren und die Nachhaltigkeitsziele der Stadt München zu erreichen, soll die Haltedauer der Bussen an den Haltestellen möglichst genau berechnet werden. Zu den Faktoren, die die Länge der Haltezeit beeinflussen, gehören die Anzahl und der Typ der ein- und aussteigenden Fahrgäste.

Makroskopisches Modell

Nach dem Empfang der Daten der Stadtwerke München über 10 Haltestellen wurde eine Visualisierung und darauf basierende Regressionsmodell erstellt. Dort wurden die Haltezeiten in Abhängigkeit von der Summe der Ein- und Aussteiger bei jedem Halt abgebildet. Es wurden die Ausreißer gefunden, die sich durch keinen der benutzten Ansätze erklären lassen.

Mikroskopisches Modell

Für die weitere Untersuchung wurden neue Daten nicht nur zur Einsteigerzahl, sondern auch zum Einsteigertyp manuell durch Mitfahrten in Bussen und Zahlungen gesammelt. Es wurden Rollstuhlfahrer, Rollatorbenutzer, Personen mit Kinderwagen, Koffern oder Einkaufstrolleys sowie Kinder, Jugendliche, Senioren und weitere Fahrgasttypen separat erfasst. Basierend auf der Gesamtzahl der Personen wurde das gleiche Modell wie im ersten Fall erstellt und der ähnliche Bereich mit den Ausreißern gefunden. Im unteren Diagramm ist zu sehen, dass die Datenpunkte mit Rollstuhlfahrern den größten Zeitanspruch haben. Die wurden separat betrachtet und der spezifische Zeitaufwand pro Rollstuhlfahrer wurde berechnet. Das Modell ist deutlich genauer geworden, was sich auch an der Änderung des Bestimmheitsmaßes R^2 zeigt. Anschließend wurde das Modell unter Berücksichtigung des spezifischen Zeitaufwands für jeden Fahrgasttyp erstellt, was zu noch besseren Ergebnissen führte.



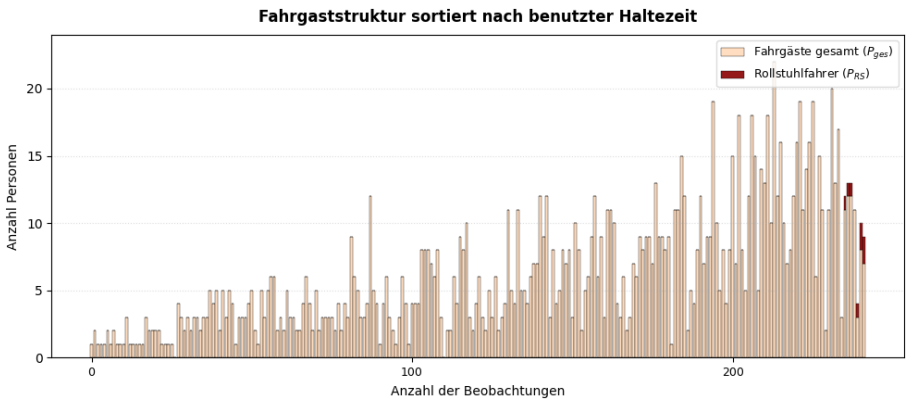


Tabelle 6.1: Bestimmtheitsmaß R^2 der unterschiedlichen Modelle

Modell	linear	log.	parabol.
Makroskopisches Modell			
Normale Ansätze	0,2281	0,2002	0,2314
95%-Quantil der Werten	0,3665	0,3529	0,3846
Mikroskopisches Modell			
Normale Ansätze	0,1963	0,1947	0,2043
Ansätze mit separaten Teilen für Rollstuhlfahrer	0,8407	0,8445	0,8668
Ansätze mit separaten Teilen für allen Fahrgasttypen	0,8570	0,8673	0,8906

Ergebnisse

Die Berücksichtigung der Einsteigeranzahl sowie -typ ist bei der Ausrechnung der Fahrgastwechselzeit sehr wichtig. Je mehr Typen berücksichtigt werden und je mehr Daten gesammelt werden, desto genauer sind die Modelle.

Ausblick

Während die vorliegende Arbeit die signifikanten Unterschiede in der Haltedauer je nach Fahrgasttyp statistisch nachweist, bleibt die Erhebung dieser Daten im betrieblichen Alltag eine Herausforderung. Mit der schnell wachsenden Industrie der künstlichen Intelligenz entwickelt sich die Bilderkennung ständig, somit ist es schon technisch möglich, die Fahrgasttypen während der Fahrt zu erkennen. Berücksichtigung anderer Ansätze sowie Sammlung mehrerer Daten, z.B. über die Fahrzeuge, ist für die Weiterentwicklung notwendig.