

Prognose von Verspätungen im ÖPNV auf Basis der Klassifikation streckenbezogener Störungsmuster

Die Vorhersage von Fahrzeugankunftszeiten an Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) dient der Anschlussicherung zwischen verschiedenen Linien und ist Grundlage für den Einsatz dynamischer Fahrgastinformationen. Vielerorts verwenden Verkehrsbetriebe die klassische Linearprognose als Baustein rechnergestützter Betriebsleitsysteme (RBL). Auf Basis der ermittelten Fahrzeugposition kann dabei der Abstand zur nächstfolgenden Haltestelle bestimmt und die Eintreffenszeit unter Annahme einer störungsfreien Weiterfahrt laut Fahrplan vorausgesagt werden. Ein alternatives Prognoseverfahren sollte weniger stör anfällig sein als die Linearprognose. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein musterbasierter Ansatz entwickelt und anhand eines Analysenetzes mit Ortungsinformationen der *Dresdner Verkehrsbetriebe AG* evaluiert.

Typische Fahrtabläufe (z.B. pünktliche Fahrten, Verspätungsaufbau) wiederholen sich regelmäßig innerhalb eines Liniennetzes und können als zweidimensionale (Störungs-) Muster charakterisiert werden: Zum Analysezeitpunkt bilden neben der aktuellen Fahrt F_0 die Fahrplanlagen (Abweichungen von der Sollankunftszeit) der betrachteten Haltestellen (Hst) von zwei zurückliegenden Fahrten (F_{-1} ; F_{-2}) ein aktuelles Muster (Abbildung 1, rot eingrahmt). Als Referenz für die Prognose werden typische Muster durch ein neuartiges inkrementelles Online-Clusterverfahren abgespeichert.

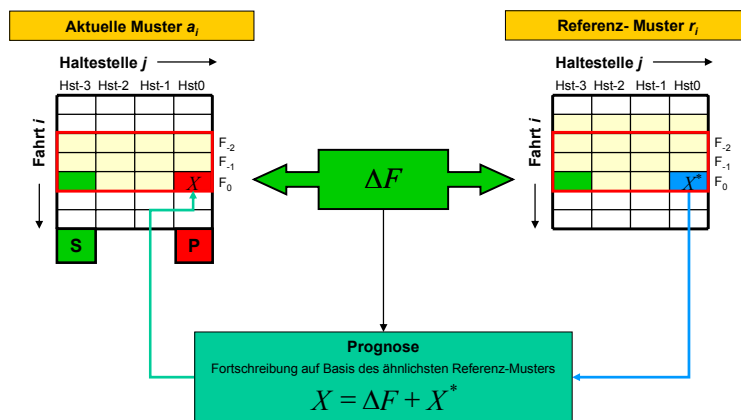


Abbildung 1: Fortschreibung auf Basis des ähnlichsten Referenz-Musters

Zum Analysezeitpunkt wird das aktuelle Muster a_i mit allen Referenz-Mustern r verglichen, um auf Grundlage der Fahrplanlage X^* des ähnlichsten Referenz-Musters r_i die Vorhersage der gesuchten Fahrplanlage X vorzunehmen. Als Vergleichsmaß dient die quadratische Euklidische Distanz, die den absoluten Abstand zweier Vektoren im Raum symbolisiert. Die Fortschreibung erfolgt additiv: Zur Prognose von X wird die Differenz ΔF der letzten bekannten Fahrplanlagen der Vergleichsmuster zur Fahrplanlage X^* addiert.

Zum Vergleich von Musterverfahren und Linearprognose wurde das absolute Fehlermaß *MAD* (*mean signed deviation*) herangezogen. Für verschiedene Entfernungen zur Prognose-Haltestelle wurde die Abweichung von prognostizierten und gemessenen Fahrplanlagen bestimmt (Abbildung 2).

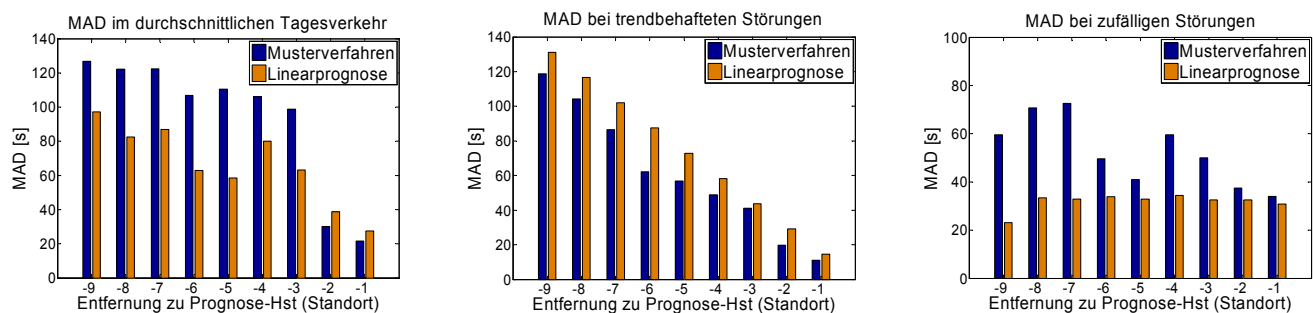
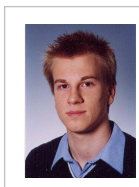


Abbildung 2: Vergleich des Prognosefehlers *MAD* für Musterverfahren und Linearprognose

Das Musterverfahren scheint im durchschnittlichen Tagesverkehr tendenziell schlechter geeignet zu sein als die Linearprognose. Bei trendbehafteten Störungen besitzt das Musterverfahren offenbar Vorteile. Schwanken die Fahrplanlagen zufällig während einer Fahrt, so ist die Linearprognose die bessere Vorhersagemethode. Externe Einflüsse, wie Lichtsignalanlagen, verhindern signifikante Verbesserungen im Vergleich zum bisherigen Linearprognoseverfahren.



Student: Stefan Tönjes

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krimmling (TU Dresden)

Betreuer: Dr.-Ing. Klaus-Peter Döge (TU Dresden), Dipl.-Ing. Georg Förster (Fraunhofer-IVI)

Kontakt: Stefan.Toenjes@ivi.fraunhofer.de