

Verfahren zur Kalibrierung von Betriebssimulationen im Eisenbahnbetrieb

Ableitung geeigneter Störungen auf der Grundlage gegebener Ur- und Folgeverspätungen

Der Eisenbahnbetrieb wird immer wieder durch verschiedene Störeinflüsse beeinträchtigt, welche in Verspätungen resultieren. Es kommt aber nicht nur zu externen Urverspätungen, sondern auch zu internen Folgeverspätungen, die durch die gegenseitige Behinderung der Zugfahrten entstehen. In der Praxis ist die Verteilung von externen und internen Einflüssen auf das System meist unbekannt. Zwar lassen sich durch Datenerhebungen und Messungen die resultierenden Verspätungen entlang einer Linie darstellen, deren genaue Ursache und deren Zusammensetzung aus Urverspätungen und Folgeverspätungen ist aber meist unbekannt.



Foto: Stephan Kerner



Übersicht der Einflussfaktoren auf den Verspätungsverlauf im Eisenbahnbetrieb

Das Verfahren zur Ableitung von Störungen

Es werden drei Arten von Störungen eingestreut, welche alle negative Exponentialfunktionen folgender Gestalt sind:

- Anteil = 100 %
- Mittlere Verspätung = X
- Maximale Verspätung = 3*X

Je nach Art der Störung wird der Wert X auf unterschiedliche Weise berechnet.

Einbruchsstörungen

- Bei den Einbruchsstörungen wird der Verspätungsverlauf betrachtet und der Verspätungswert an der Einbruchsstelle notiert.
- ⇒ Dieser Wert wird als Wert X gesetzt.

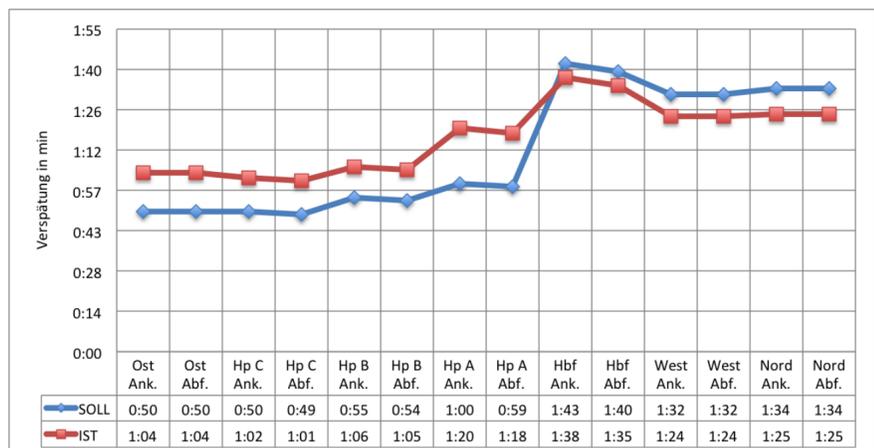
Haltezeitstörungen

- Bei den Haltezeitstörungen wird der Verspätungsverlauf betrachtet und für jede Station i der Verspätungsaufbau berechnet (VA_i = Abfahrtsverspätung i — Ankunftsverspätung i)
 - Dann wird aus dem Fahrplan für jede Station i der Haltezeitzuschlag berechnet (HZZ_i = Planhaltezeit i — Mindesthaltezeit i).
- ⇒ Der Wert X berechnet sich hier aus $VA_i + HZZ_i$.

Fahrzeitstörungen

- Bei den Fahrzeitstörungen wird zunächst aus dem Verspätungsverlauf der Verspätungsaufbau für jede Relation i-j ($VA_{i,j}$ = Ankunftsverspätung j — Abfahrtsverspätung i) und aus dem Fahrplan der Fahrzeitzuschlag ($FZZ_{i,j}$ für jede Relation i-j) gezogen.
 - Zusätzlich wird aus der mesoskopischen Engpassanalyse für jede Relation i-j die Wert der Folgeverspätung ($FV_{i,j}$ = abschnittsbezogene Wartezeit i-j) gezogen.
- ⇒ Der Wert X berechnet sich hier aus $VA_{i,j} + FZZ_{i,j} - FV_{i,j}$

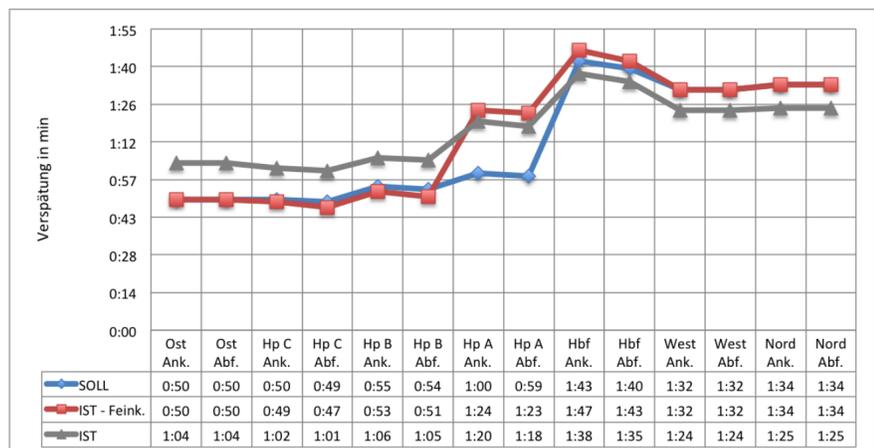
Ziel dieser Bachelorarbeit war es, ein Verfahren zu entwickeln, mit welchem auf Grundlage gegebener Verspätungsverläufe und der gegenseitigen Behinderungen zwischen den Zugfahrten geeignete Urverspätungen ermittelt werden können, die im Rahmen von Betriebssimulationen einen Ausgangspunkt für eine anschließende Feinkalibrierung bilden. Es soll also möglich sein, durch das Verfahren einen realen Verspätungsverlauf mit Hilfe von Betriebssimulationen so gut wie möglich nachstellen zu können.



Durch das Verfahren erreichte Kalibrierung eines Verspätungsverlaufes

Durch dieses Verfahren kann man qualitativ gute Ergebnisse erzielen und Verspätungsverläufe relativ gut nachstellen.

Ist man mit manchen Werten noch unzufrieden kann noch eine **Feinkalibrierung** durchgeführt werden. Bei dieser werden die Abweichungen zwischen SOLL- und IST-Werten verglichen und an entsprechender Stelle eine Anpassung, durch das Einstreuen bzw. herausnehmen weiterer Störungen, durchgeführt.



Durch die Feinkalibrierung erreichte Verbesserung der Ergebnisse

Bachelorarbeit von Stephan Kerner
 Betreut von Dr. rer. nat. Fabian Hantsch
 Bearbeitungszeitraum 04 - 07 2016

