

Entwicklung und Vergleich von Zugdispositionsstrategien für großskalige Eisenbahnnetzwerksimulationen in SUMO

Subject)

Im Rahmen der Zugführung im Eisenbahnbetrieb kommt der betrieblichen Disposition die Aufgabe zu, im laufenden Betrieb bei Planabweichungen steuernd einzugreifen und den fahrplangemäßen Betrieb wiederherzustellen bzw. entstehende Verspätungen zu beschränken. Mögliche Maßnahmen umfassen dabei Zugüberholungen, das Zurückhalten von Zügen sowie Gleiswechsel oder Umleitungen. Im Rahmen eines Forschungsprojekts am DLR wird aktuell an der Entwicklung einer netzweiten Simulation gearbeitet, welche die logistische Betrachtung von Transportprozessen auf Ebene von Transporteinheiten (Containern, Waren, ...) im Güterverkehr mit einer performanten, großskaligen Zugsimulation auf Basis der Open Source Software SUMO¹ verbindet.

Task)

Bislang beschränkt sich der Einsatz eisenbahnbetrieblicher Dispositionsstrategien in SUMO noch auf Sub-Netzwerke bzw. den ÖPNV. Eine Übertragung und Überprüfung hinsichtlich großskaliger Simulationsmodelle ist bislang nicht erfolgt. Im Rahmen der Masterarbeit sollen für diesen Anwendungsfall geeignete Dispositionsheuristiken für die Konfliktlösung im Zugverkehr identifiziert bzw. entwickelt und in Hinblick auf ihre Performance getestet und validiert werden. Durch die Masterarbeit soll somit ein Beitrag zum besseren Verständnis der Wirkweise von Dispositionsheuristiken für Eisenbahn-Netzsimulationen geleistet werden.

Action)

Die Masterarbeit richtet sich an Studierende mit Interesse an komplexen Netzwerk- und Verkehrssimulationen. Grundlegende Kenntnisse in Python sowie der Arbeit mit großen Datenmengen sind von Vorteil.

Die Masterarbeit umfasst die folgenden Aufgaben:

- Recherche aktuell verwendeter Dispositionsstrategien im Eisenbahnwesen und Analyse ihrer Übertragbarkeit auf die Software SUMO
- Analyse vorhandener technischer Möglichkeiten zur Integration dispositiver Eingriffe im Rahmen von SUMO (z.B. implementierte Dispositionsalgorithmen, dynamische Eingriffe via TraCi-Schnittstelle²,...)
- Analyse der Wirkweise von Parametervariationen im Rahmen bestehender Dispositionsalgorithmen in SUMO und Identifikation von Verbesserungsbedarf
- Entwicklung eigener Ansätze zur Abbildung der Zugdisposition in SUMO
- Vergleichende Evaluierung von unterschiedlichen Dispositionsstrategien/-heuristiken sowie Vergleich mit Näherungswerten für Verspätungsniveaus der RiL 405 Fahrwegkapazität³
- Bewertung der Güte unterschiedlicher Dispositionsansätze und Identifikation von Erweiterungsmöglichkeiten im Rahmen der Software SUMO

Für die Bearbeitung der Arbeit kann auf ein bestehendes SUMO-Schienennetzwerkmodell, das die Verkehre des Deutschlandtakts⁴ auf netzweiter Basis abbildet und ein konfliktfreies Fahrplangrundgerüst enthält, zurückgegriffen werden. Im Rahmen der Masterarbeit sind hieraus ggf. geeignete

¹ SUMO ist eine am DLR entwickelte intermodale, mikroskopische and agentenbasierte open-source Verkehrssimulation, mehr unter <https://www.eclipse.org/sumo/>

² <https://sumo.dlr.de/docs/TraCI.html>

³ DB Netz AG (Hrsg.): *Richtlinie 405: Fahrwegkapazität*.

⁴ <https://www.deutschlandtakt.de/>

Netzausschnitte bzw. -Teilnetze für die methodische Weiterentwicklung zu identifizieren und mit dem Betreuer abzustimmen.

Result)

Als Ergebnis der Masterarbeit wurden unterschiedliche Möglichkeiten zur Abbildung von Dispositionsmaßnahmen in netzweiten Eisenbahnbetriebssimulationen untersucht und evaluiert. Insbesondere werden im Rahmen der Masterarbeit die folgenden Ergebnisse erwartet:

- Übersicht bestehender Dispositionsalgorithmen in SUMO und Bewertung von Modellierungsqualität und -limitationen sowie Gegenüberstellung mit gegenwärtig im Realbetrieb umgesetzten Dispositionsmaßnahmen
- Analyse der Wirkung von Dispositionsalgorithmen bzw. -strategien und Parametersettings auf Basis von lokalen Einzelfallbetrachtungen (Validität) sowie vergleichende Evaluierung in Hinblick auf die Entwicklung der netzweiten aggregierten Verspätungskennwerte (Leistungsverhalten)
- Identifikation von Best Practices und Entwicklungsbedarf für die Integration geeigneter (realistischer) Dispositionsstrategien in netzweite, mikroskopische Eisenbahnbetriebssimulationen auf Basis der Software SUMO

Durch die Masterarbeit wird somit ein Beitrag zum verbesserten Verständnis der Wirkweise von Dispositionsstrategien in netzweiten Eisenbahnbetriebssimulationen geleistet und die Validität bestehender Ansätze im Rahmen der Software SUMO überprüft. Insbesondere kann für zukünftige Modellierungsansätze der Einfluss der betrieblich-dispositiven Steuerung auf das Gesamtsystemverhalten besser bewertet und in der Modellentwicklung zukünftig entsprechend berücksichtigt werden, um die Präzision eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Planungswerkzeuge im Schienengüterverkehr auch auf Netzebene weiter zu verbessern.

Start: frühestens ab 10/2023

Kontakt: Jakob Geischberger, jakob.geischberger@dlr.de, 0531 295 3215