



Forschungsarbeit am Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik

Aufbau und Visualisierung eines dynamischen Eisenbahn-Systemmodells der Schweiz in Raum und Zeit



Die Forschungsarbeit befasst sich mit den Methoden für den Aufbau eines Eisenbahn-Systemmodells in Raum und Zeit. Dazu gehört eine Sammlung von Daten über die Infrastruktur und den Betrieb. Mit besonderem Blick auf die systemtheoretische Betrachtungsweise versucht diese Arbeit, einen Beitrag für das Verständnis der dynamischen Wechselwirkungen im komplexen System der Eisenbahn zu leisten.

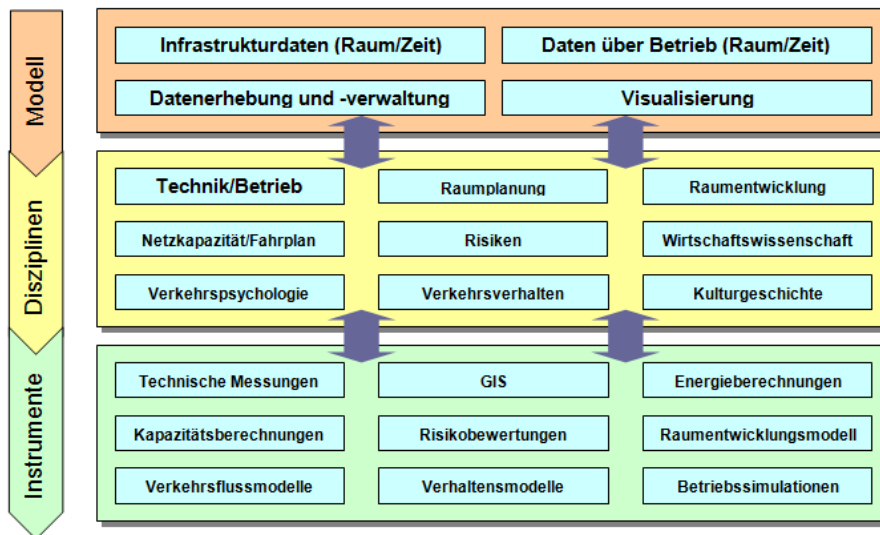
Modelle bilden einen Ausschnitt der Realität in einem bestimmten Massstab ab, bisher typischerweise zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Modellierung in einem Zeitintervall ist auf Grund ihrer Komplexität oft zu aufwändig oder höchstens für einen räumlich stark beschränkten Ausschnitt möglich. Das hier beschriebene Eisenbahn-Systemmodell soll als Grundlage für dynamische Untersuchungen dienen, welche auch in einem Zeitintervall erfolgen können. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, wenn nicht nur ausgewählte oder wenige Systemelemente isoliert betrachtet, sondern das ganze System mit seinen Wechselwirkungen in einen übergeordneten Zusammenhang gestellt werden soll.

Die methodische Arbeit für den Aufbau eines dynamischen Eisenbahn-Systemmodells möchte aufzeigen, wie eine umfangreiche Datenbasis für Untersuchungen im komplexen System des Schienenverkehrs aufgebaut werden kann. Dazu werden die heute denkbaren Methoden für die Erhebung und die Verwaltung von Daten mit einbezogen. Ferner möchte die Arbeit darstellen, wie auf dieser Grundlage Simulationen mit realistischen Darstellungen zur Untersuchung nicht messbarer Faktoren angewendet werden können. Dies betrifft besonders auch Problemstellungen im Zusammenhang mit Schnittstellen zwischen Menschen und Maschinen. Zudem erlauben solche Visualisierungen einen Einblick in die Vergangenheit und die Zukunft des Schienenverkehrs in einer bis heute verborgenen Tiefe.

Im Hinblick auf den gegenwärtigen Stand der Technologie stellt sich die Frage oft nicht mehr nach der Beschaffung von Daten. Vielmehr ist für uns die zielgerichtete Auswahl und Aufbereitung vorhandener Daten zur echten Herausforderung geworden. Die vorliegende Arbeit möchte sich diesen Hürden annehmen und versuchen, für den Datenhaushalt im Bereich der Infrastruktur und des Betriebs der Bahn einen innovativen Ansatz zu erarbeiten. Dabei soll für qualitative und quantitative Methoden besonders auch der hermeneutische Zirkel angewendet werden. Der Arbeitsablauf ist in sechs Stufen gegliedert und führt schliesslich zur Visualisierung am Geländemodell.



Für den Aufbau und die Anwendung dieses Modells müssen mehrere Arbeiten ausgeführt und miteinander koordiniert werden. Dies stellt hohe Anforderungen an die Projektorganisation. Im Wesentlichen befassen sich diese Studien mit der quantitativen und qualitativen Datenerhebung (Photogrammetrie, Bildanalyse, partizipativer Lösungsansatz), mit der Zusammenführung und Aufbereitung der elektronischen Datenbasis, mit der Visualisierung des Modells im 3D-Modell, mit den Simulationen sowie mit der Inwertsetzung, das heisst mit der Anwendung des gesamten Modellkomplexes.



Das Eisenbahn-Systemmodell auf den drei Ebenen des Modells (rot), der Disziplinen (gelb) und der Instrumente (grün). Zwischen allen Systemelementen (blau) bestehen Wechselwirkungen, welche für den Aufbau des Modells besonders berücksichtigt werden sollen. Das Modell dient als Grundlage für angewandte Methoden für Untersuchungen, welche auf Infrastruktur- und Betriebsdaten basieren.

Einmal fertig gestellt, bietet das Modell in der Praxis zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten: Heute kann eine bestimmte Problemstellung oft nicht genügend tief untersucht werden, weil Bereitstellung und Modellierung der notwendigen Daten als zu aufwändig erscheinen. Beispiele dazu sind im Bereich der Risikoanalysen zu finden, wo auf Grund der Notwendigkeit von repräsentativen Stichproben und des daraus resultierenden Signifikanzniveaus Berechnungen langfristig und mit möglichst genauer Grundlage durchgeführt werden müssen. Solche Situationen kennen wir etwa im Zusammenhang mit Sicherungsanlagen (Ausfall von Komponenten mit hoher Verfügbarkeit) oder Naturgefahren. Auch für komplexe Kapazitätsberechnungen mit Auswirkungen auf das gesamte Netz oder bei aufwändigen Ausbauprojekten der Infrastruktur stossen heutige Modelle an ihre Grenzen; vielfach können wiederum höchstens einzelne Systemelemente betrachtet werden.

Das Eisenbahn-Systemmodell soll durch seinen Detaillierungsgrad, seine feine Vernetzung und vor allem auf Grund der Abbildung von Objekten in Raum und Zeit für Untersuchungen ansatzweise neue Untersuchungsmöglichkeiten schaffen und damit einen Beitrag an die Entwicklungstätigkeiten bei den Bahnen leisten.

Stettlen, 15. Mai 2012

Jürg Suter
Bernstrasse 67
CH-3066 Stettlen

<http://www.desm.ch>