

VISUALISIERUNG IM BAHNLABOR RailSiTe®

Dipl.-Inform. Oliver Gantz¹, Dipl.-Ing. Volker Knollmann, Dr.-Ing. Klaus P. Jaschke, Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

Summary: The Institute of Transportation Systems of the German Aerospace Centre (DLR) operates a railway simulation laboratory called RailSiTe (“Rail Simulation and Testing”). Within this lab virtual trains can be run on virtual tracks on a distributed computer simulation. Comparative tests of systems and variants for the use of railway signalling and control systems can be performed. Beside investigations of the technology research on human factors can also be made. Therefore an interlocking operator station and an industrial driver desk are coupled with the laboratory’s core. To operate the driver desk a visualisation system has been integrated into the lab to generate the driver’s view. Special attention had to be given on the needed effort to create individual scenarios and on the consistent use of data files with respect to the modular architecture of the lab.

1. Einleitung

Das Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt betreibt in Braunschweig ein Bahnlabor, das so genannte RailSiTe® (Rail Simulation and Testing). In diesem Labor werden mit Hilfe einer verteilten Rechnersimulation virtuelle Bahnfahrten untersucht. Hierzu können beliebige reale, geplante oder vollkommen fiktive Strecken projiziert werden. Während einer Simulation können zeitgleich bis zu 60 Züge in Echtzeit auf der Strecke bewegt werden. Die Züge können über Fahrpläne und Geschwindigkeitsprofile vollautomatisch, bei Bedarf aber auch einzeln interaktiv gesteuert werden. Die dabei beteiligten Systeme, wie z. B. Onboard-Rechner, Stellwerk, Signale und Transponder, werden in Form von einzelnen Software-Modulen simuliert. Darüber hinaus können aber auch reale Industriekomponenten als Hardware-in-the-Loop in die Simulation eingebunden werden, um beispielsweise Konformitäts- und Interoperabilitätstests durchzuführen.

Das eisenbahntechnische Labor RailSiTe dient somit sowohl der institutsinternen Forschung, kann aber auch anderen Einrichtungen und Industriepartnern zur Verfügung gestellt oder bei Forschungsprojekten eingebunden werden.

2. Technik und menschliche Einflussfaktoren („Human Factors“)

Neben den Untersuchungen an der Technik besteht auch ein wachsendes Interesse an der Untersuchung menschlicher Einflussfaktoren („Human Factors“) im Bereich der Eisenbahnleit- und -sicherungstechnik. Diese Faktoren beeinflussen nachhaltig sowohl die Sicherheit insbesondere in Störungssituationen als auch die Effizienz betrieblicher Prozesse.

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR); Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung; Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig, Germany, Tel: +49 531 295 3414, Fax: +49 531 295 3402, E-Mail: Oliver.Gantz @dlr.de

Für menschliche Einflüsse gibt es im Wesentlichen zwei Schnittstellen: den Stellwerkbediener (Fahrdienstleiter) auf der Streckenseite und den Triebfahrzeugführer auf der Fahrzeugseite. Verbunden werden diese beiden Schnittstellen über die Leit- und Sicherungstechnik dazwischen.

Im RailSiTe wird der Arbeitsplatz des Stellwerkbedieners durch eine an das Labor gekoppelte Stellwerksimulation realisiert. Der verwendete Simulator BEST der Firma Vossloh Information Technologies wird u. a. von der DB AG und ÖBB zur Schulung von Fahrdienstleitern eingesetzt. Hiermit steht also ein realitätsnaher Bedienplatz mit der entsprechenden Stellwerkslogik und Fehlerszenarien zur Verfügung.

Die technischen Komponenten werden im Laborkern simuliert. Dieser besteht aus einer Reihe von miteinander vernetzten Rechnern. Die Anzahl der Rechner kann je nach Anforderung variiert werden. Auf diesen Rechnern werden die Systeme der Streckenseite (z. B. Gleisfreimelder, Signale, Weichen, Bahnübergänge) und der Fahrzeugseite (z. B. Onboard-Rechner, Fahrzeugdynamik) sowie die Luftschnittstellen der Transponder (z. B. Balisen, Euroradio) simuliert. Hier können auch industrielle Systeme, Subsysteme und Komponenten in die Simulation eingebunden werden.

Der Arbeitsplatz des Triebfahrzeugführers wird durch einen an das Labor gekoppelten realen Lokführerstand realisiert. Hiermit kann einer der Züge während der Simulation interaktiv von einem Triebfahrzeugführer gesteuert werden. Alle für eine realistische Fahrsimulation benötigten Bedienelemente sind vorhanden. Auch fahrzeugspezifische Instrumente und ein elektronischer Buchfahrplan können über drei LCD-Touchscreens dargestellt werden.

Zur Realisierung der Außensicht wurde eine Visualisierungssoftware in das Labor integriert. Diese errechnet laufend die Abbildung der Lokführerperspektive bezüglich der aktuellen Position des Zuges, die dann auf eine Leinwand vor dem Lokführerstand projiziert wird. Da sowohl der Lokführerstand als auch die Visualisierung über ein Netzwerk mit dem Labor verbunden sind, kann der Lokführerstand alternativ auch ortsunabhängig z. B. im institutseigenen Virtual Reality-Lab betrieben werden, wo eine 270°-Sicht möglich ist.

3. Anforderungen an die Visualisierungssoftware

Schon in der Planungsphase wurde eine Reihe von Anforderungen an die Visualisierungssoftware identifiziert:

- Bewegungen innerhalb einer virtuellen 3D-Landschaft müssen flüssig und optisch überzeugend in Echtzeit dargestellt werden können.
- Für eine realistische Darstellung muss die Verwendung von Texturen möglich sein.
- Die Projektierung von Strecken muss mit vertretbarem Aufwand möglich sein.
- Bahnspezifische Besonderheiten wie Übergangsbögen, Gleisüberhöhungen müssen von der Software berücksichtigt werden.
- Zugbewegungen, Änderungen von Weichenlagen und Signalbegriffen sowie alle anderen dynamischen Vorgänge während der Simulation müssen über eine Netzwerkverbindung an die Software gesendet werden können.
- Die Software muss innerhalb eines akzeptablen Zeitraums zu vertretbaren Kosten verfügbar sein.

Mit der Eisenbahnsimulation Zusi wurde ein Softwarepaket gefunden, das nahezu alle diese Anforderungen erfüllt. Neben einer ausgereiften Simulatorsoftware stehen auch eine Reihe von Tools zur Projektierung von Strecken, Landschaften und Fahrzeugen zur Verfügung. Die wenigen fehlenden Eigenschaften wie z. B. die Netzwerkanbindung für die dynamischen Simulationsvorgänge konnten in Kooperation mit dem Autor der Software implementiert werden.

4. Projektierung von Szenarien

Für die Projektierung von Testszenarien steht im Laborkern des RailSiTe ein Softwaretool zur Verfügung, das allerdings eine bestehende Streckentopologie als Grundlage voraussetzt. Für Konformitäts- und Interoperabilitätstests von Onboard-Geräten kann leicht eine einfache Strecke mit einem einzigen durchgehenden Gleis generiert werden.

Für komplexere Streckentopologien können die Werkzeuge der Visualisierungssoftware verwendet werden. Abbildung 1 zeigt die Oberfläche des Gleisplaneditors. Mit ihm können Gleisverläufe realer Strecken mit Hilfe von Gleisplänen, Landkarten oder Luftbildern exakt nachgezeichnet werden. Die Karten können halbtransparent im Editor eingeblendet werden. Der dort zu sehende Gleisverlauf kann dann durch Stützpunkte markiert und maßstabsgetreu reproduziert werden. Bei Kurven werden konstruktiv korrekte Übergangsbögen und Gleisüberhöhungen integriert. Für Weichen steht eine Bibliothek zur Verfügung, die nahezu alle in Deutschland gebräuchlichen Bauarten enthält. Parallelgleise können mit Angabe des Gleisabstands vollautomatisch generiert werden. Abschließend kann das Höhenprofil der Strecke definiert werden. Der Gleisverlauf ist damit komplett bestimmt.

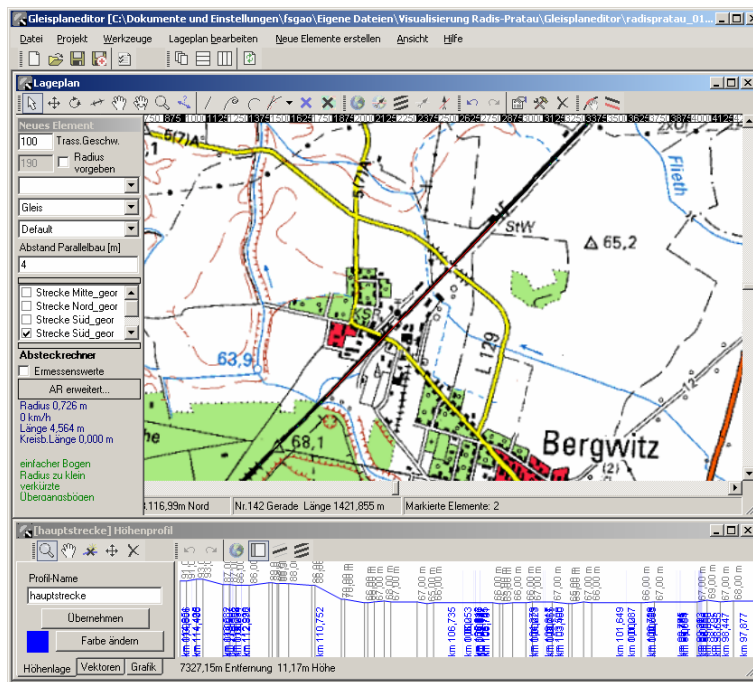


Abbildung 1: Gleisplaneditor

Der so entstandene Streckenverlauf kann dann mit dem 3D-Editor (Abbildung 2) weiter bearbeitet werden. Der Gleisoberbau (Gleise, Schwellen, Schotterbett, Schulter, Randweg) wird automatisch generiert. Für verschiedene Schwellen- und Schotterarten können dafür beliebige Texturen verwendet werden, so dass alle möglichen Bauformen realisiert werden können. Bahnsteige, Oberleitungen, Randbebauungen und Tunnelröhren können ebenfalls automatisch erzeugt werden. 3D-Objekte wie Gebäude, Bäume usw. können im Drag-and-Drop-Verfahren an beliebiger Stelle in die Landschaft integriert werden. Zahlreiche Standardobjekte wie Signale unterschiedlicher Art, Bäume, Häuser und Fahrzeuge sind in einer Bibliothek vorhanden, wodurch sich der Projektierungsaufwand nochmals reduziert.

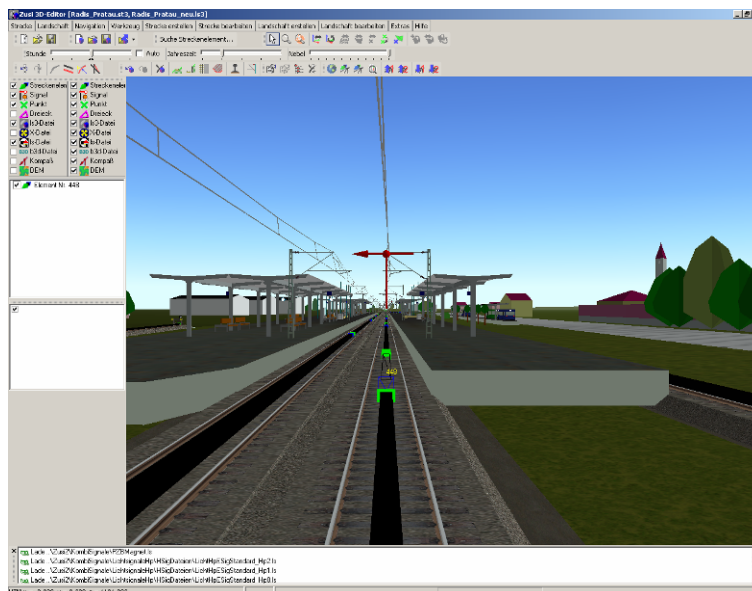


Abbildung 2: 3D-Editor

Schließlich kann noch der Himmel über eine statische Skybox oder einen dynamischen Skydome definiert werden. Für die Skybox werden 6 Bitmaps verwendet, die einen Würfel um den Betrachter herum bilden und die Sicht in alle 6 Richtungen begrenzen. Der Skydome dagegen berechnet dynamisch den Verlauf des Horizonts sowie Jahres- und Uhrzeitabhängig den aktuellen Sonnenstand.

5. Konsistente Datenhaltung

Aufgrund der Modularität des Labors musste beim Entwurf der Architektur besonders auf eine konsistente Datenhaltung geachtet werden. Die einzelnen Softwaresysteme (Laborkern, Stellwerksimulation und Visualisierung) waren zunächst monolithische Systeme mit jeweils eigenen herstellereigenen Dateiformaten. Um Mehrfachprojektierungen und den damit verbundenen Aufwand und die Gefahr von Inkonsistenzen zu vermeiden, musste ein gemeinsames Datenaustauschformat gefunden werden.

Für das gemeinsame Dateiformat bot sich die Verwendung von railML an. Dieses offene, XML-basierte Format entwickelt sich zunehmend zu einem Standard für Eisenbahninfrastrukturdaten. Es kann jederzeit für die Speicherung zusätzlicher Daten erweitert werden, ohne dass die Kompatibilität zum Dateiformat verletzt wird. Damit besteht in Zukunft auch die Möglichkeit, die Daten des RailSiTe mit anderen Applikationen wie z. B. OpenTrack zu nutzen. Alternativ können auch Daten von Partnern aus der Industrie oder der Forschung direkt verwendet werden.

Der 3D-Editor des RailSiTe bietet die Möglichkeit, die Infrastrukturdaten der Streckentopologie in eine railML-Datei zu speichern. Diese Datei kann mit Hilfe eines Softwaretools in die Datenbank des RailSiTe übernommen werden. Dieses Tool bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Gleise für den Streckenplan manuell zu platzieren, um ein möglichst übersichtliches Gleisbild in der schematischen Darstellung zu erhalten.

Ein Import von railML-Dateien in den 3D-Editor ist dagegen nicht möglich, da diese Dateien zu wenig Informationen über den realen Gleisverlauf in der Landschaft enthalten. Das gleiche gilt auch für den Stellwerksimulator. Auch hier ist nur ein Export nach railML möglich. Sollen für eine Projektierung sowohl die Visualisierung als auch der Stellwerksimulator gemeinsam zum Einsatz kommen, ist eine jeweils eigene Projektierung für beide Tools unumgänglich. Die Schnittmenge der benötigten Informationen beider Systeme ist zu gering, als dass sich eine Softwarelösung zum automatischen Datenaustausch lohnen würde. Da beide Tools ihre Daten in railML-Dateien exportieren können, besteht aber die Möglichkeit, die wichtigsten Daten aus beiden Tools automatisiert zu vergleichen, um Inkonsistenzen durch Projektierungsfehler zu vermeiden.

6. Fazit

Das Bahnlabor RailSiTe beinhaltet insbesondere im Hinblick auf die Verknüpfung mit der Visualisierung eine komplexe und inhomogene Softwarearchitektur. Neben der Minimierung von Aufwänden bei Projektierungen wurde bei der Konzeption der Softwaretools besonders auf eine konsistente Datenhaltung geachtet. Dadurch wurde der Austausch und Abgleich von Daten vereinfacht und die Gefahr von Dateninkonsistenzen minimiert, ohne die Leistungsfähigkeit und Flexibilität der einzelnen Softwarekomponenten einzuschränken.

7. Literatur

1. Meyer zu Hörste, M., K. Jaschke, and K. Lemmer. Ein Testlabor für den Nachweis der ERTMS/ETCS Konformität. in ZEL 2002. 2003. Zilina (SK).
2. Meyer zu Hörste, M. and K. Jaschke. Die Stellwerks-Simulation im Rahmen eines Testlabors für den Nachweis der ERTMS/ETCS Konformität. in BEST Users Conference. 2002. Kiel (D): Vossloh IT.
3. Meyer zu Hörste, M.: Methodische Analyse und generische Modellierung von Eisenbahnleit- und -sicherungssystemen. Dissertation, VDI Fortschrittberichte Series 12, No. 571, Düsseldorf 2004.
4. <http://www.railml.org>
5. Jaschke, K. P., Bolln, N.: RailSiTe und BEST – das Bahnlabor zur Simulation des Bahnbetriebs. Signal und Draht, 11, S. 32-34, 2004
6. <http://www.opentrack.ch>
7. <http://www.zusi.de>