

Foto: IVU AG/Maden Dietrich

## Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld der TU Berlin

# Betriebssimulation mit originaler Planungssoftware

**Dipl.-Ing. Christian Blome, Dipl.-Ing. Marek Grochowski**, beide IVU Traffic Technologies AG, und **Heiko Herholz**, Technische Universität Berlin, Technischer Mitarbeiter am FG Schienenfahrwege und Bahnbetrieb, alle Berlin



Das Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld (EBuEf)

der Technischen Universität Berlin bildet im Maßstab einer Modellbahn realitätsgetreue Planungs- und Dispositionsaufgaben ab. Um eine möglichst praxisnahe Ausbildung zu ermöglichen, verwendet die Universität eine vollumfängliche Planungssoftware für Bahnen des Berliner Herstellers IVU Traffic Technologies AG, das in gleicher Form bei Bahnunternehmen weltweit zum Einsatz kommt.

Seit mehr als 50 Jahren dient das Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld (EBuEf) des Fachgebiets Schienenfahrwege und Bahnbetrieb an der Technischen Universität Berlin der akademischen Ausbildung und Forschung. Mit originalen und originalgetreuen Stellwerken sowie einer maßstabsgetreuen Modellbahnanlage erlaubt es eine realitätsnahe Eisenbahnbetriebssimulation. Vom mechanischen bis zum elektronischen Stellwerk steht die gesamte Bandbreite der aktuell in Deutschland betriebenen Stellwerke zur Verfügung. Somit bietet die Anlage eine gute Darstellung der Perspektive des Fahrdienstleiters im Eisenbahnbetrieb.

Durch seine praxisnahen Übungsmöglichkeiten ist das EBuEf schon lange fester Teil der universitären Ausbildung im Eisenbahnbereich. Aber auch Behörden und Unternehmen der Verkehrsbranche nutzen die Anlage für praktische und praxisnahe Seminare sowie zur Horizonterweiterung ihrer Mitarbeiter. Die Deutsche Bahn AG etwa greift auf das EBuEf im Rahmen der Aus- und Weiterbildung von Fahrdienstleitern zurück.

Wie in anderen klassischen Eisenbahnbetriebsfeldern bedienen die Fahrdienstleiter „richtige“ Stellwerke, die in Funktionsweise und Ausstattung mit ihren originalen Vorbildern übereinstimmen. Auch die Züge verkehren fahrdynamisch und betrieblich der Realität entsprechend – nur eben im Maßstab einer Modellanlage. In den letzten Jahren wurden die Möglichkeiten der Anlage sukzessive erweitert, um auch die Arbeitsbereiche anderer Beteiligten des Eisenbahnverkehrs in den Betrieb aufzunehmen. So ist derzeit ein Fahrsimulator auf Basis eines Triebfahrzeug-Mockups im Bau, welcher die

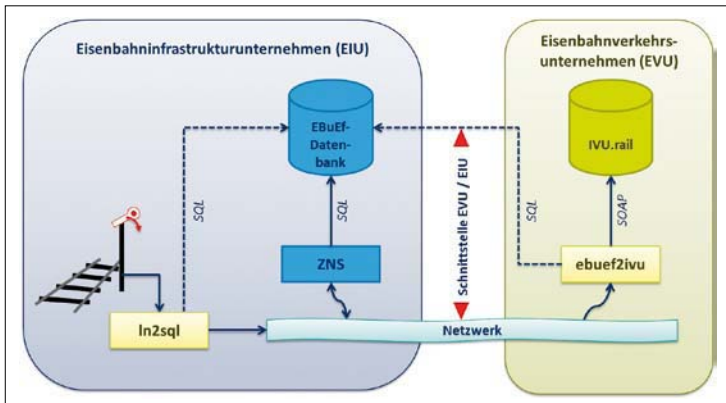
Perspektive des Triebfahrzeugführers in den Schulungsbetrieb aufnehmen soll.

## Systemaufbau am EBuEf

Das Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb verwendet bereits seit dem Jahr 2008 im Rahmen einer Übung zum Modul „Planung und Betrieb des ÖPNV“ die Software IVU.rail des Berliner Herstellers IVU Traffic Technologies AG. Seit 2012 steht das System auch an einem Arbeitsplatz des EBuEf zur Verfügung, um die Disposition aus Blick eines Eisenbahnverkehrsunternehmens zu vermitteln.

Bei IVU.rail handelt es sich um eine für die Anforderungen des Bahnverkehrs entwickelte Softwarelösung zur integrierten Planung und Steuerung des Produktionsprozesses einer Eisenbahn. Das System optimiert den gesamten Personal- und Fahrzeugeinsatz und sorgt unter Verwendung spezieller Planungsalgorithmen und Regelwerke für eine effiziente Ressourcenverwendung. Die Software besteht aus drei wesentlichen Hauptmodulen:

- IVU.rail.plan bildet den vollständigen Planungsprozess von der Fahrplanung bis zur Planung aller Ressourcen, wie Fahrzeugen, Personal, aber auch Abstell- und Bahnhofsgleisen ab.
- IVU.rail.crew dient zur Disposition der Mitarbeiter einschließlich der Urlaubs- und Abwesenheitsplanung.
- IVU.rail.vehicle ist das Modul zur Steuerung der Fahrzeuge und Infrastruktur im täglichen Betrieb.



Systemaufbau

Eisenbahnunternehmen verwenden weltweit das System, unter anderem DB Regio, die italienische Trenitalia, SBB Cargo in der Schweiz oder die vietnamesische Staatsbahn VNR. Im EBUf wird nach dem Import des Fahrplans im Standardformat railML im Modul IVU.rail.plan die Umlaufplanung durchgeführt. Im laufenden Betrieb erfolgt mit IVU.rail.vehicle die Fahrzeugdisposition. Es ist geplant, in einer späteren Ausbaustufe auch IVU.rail.crew einzuführen. Die gesamte Installation inklusive Datenbank, Applikations- und Schnittstellenserver findet dabei Platz auf einem einzigen Desktoprechner, könnte aber jederzeit auch auf weitere Arbeitsplätze ausgedehnt werden.

Der Einsatz der Software im Rahmen der universitären Ausbildung und Forschung am EBUf erlaubt es, praxisnah die Möglichkeiten einer modernen Softwarelösung für Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) darzustellen und das Zusammenspiel zwischen Fahrdienstleitern und Fahrzeugdisponenten zu simulieren.

Studenten und Fahrdienstleiter in der Ausbildung lernen so direkt an der Originalsoftware die verschiedenen Anwendungsfälle und Funktionen kennen. Die im Modellbetrieb gewonnenen Erkenntnisse dienen den Forschern darüber hinaus dazu, die Schnittstelle zwischen EVU und Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) weiterzuentwickeln. Aufgrund seiner begrenzten Größe und der überschaubaren, aber realitätsnahen Netzgestaltung eignet sich das EBUf sehr gut als Basis für Testszenarien. Es bietet dabei mehr Möglichkeiten als eine rein virtuelle Simulation, in der Fahrzeugbewegungen allein durch Software entstehen.

## Simulation

Bereits in der Phase der Erstellung des Jahresfahrplans wird IVU.rail im EBUf analog zu den Verfahren in der Eisenbahnwelt eingesetzt. Mittels IVU.rail.plan wird dabei für das geforderte Fahrplanangebot eine Umlaufplanung der Züge vorgenommen und die Gleisbelegung und Abstellpositionen in den Bahnhöfen festgelegt.

Und auch beim Einsatz im täglichen Betrieb orientiert sich die Integration zwischen IVU.rail und der übrigen Systemlandschaft des EBUf an den in der realen Welt verfügbaren Datenquellen zur Positionsbestimmung von Fahrzeugen. Diese können entweder aus einem Intermodal Transport Control System (ITCS, zuvor als rechnergestütztes Betriebsleitsystem bezeichnet) oder aus Zugnummernmeldeanlagen des EIU stammen.

Im EBUf werden die Daten der Zugnummernmeldeanlage (ZNS) weiterverwendet. Diese ermittelt mit Hilfe eines Schnittstellenadapters (In2sql) aus den Stellwerken die relevanten Weichenlagen und Signalstellungen auf der Modellinfrastruktur und schaltet beim Halt-Fall eines Signals die Zugnummer von einem Gleisabschnitt in den nächsten. Der im EBUf entwickelte IVU.rail-Schnittstellenadapter (ebuef2ivu) empfängt die Zugnummerninformation, verarbeitet diese und stellt sie IVU.rail als Echtzeit-Datensatz zur Verfügung. Der Adapter ebuef2ivu fragt dazu alle relevanten Informationen des gemeldeten Zugs (Zugnummer, Fahrzeugnummer, ggf. Fahrzeugreihenfolge im Zug) in der EBUf-Datenbank ab und meldet diese mittels SOAP an die offene Standardschnittstelle der Fahrzeugdisposition in IVU.rail weiter.

Der Fahrzeugdisponent im EBUf kann dadurch den Lauf der zu überwachenden Züge immer in Echtzeit nachvollziehen. Mittels IVU.rail.vehicle soll der Fahrzeugdisponent dabei drei wesentliche Hauptaufgaben erfüllen:

- die Auswahl passender Fahrzeuge zu den anstehenden Fahrplanleistungen als Ergebnis der Umlaufplanung,
- die Reaktion auf starke Verspätungen und Fahrzeugausfälle durch dispositive Maßnahmen (wie Umlauf- oder Fahrzeugtausch, ggf. aber auch durch gezielte Zugausfälle) und
- die Sicherstellung der Umsteigeanschlüsse im Bahnhof Walfdorf (dem „Hauptbahnhof“ des gesamten Netzes) in Zusammenarbeit mit den Fahrdienstleitern.

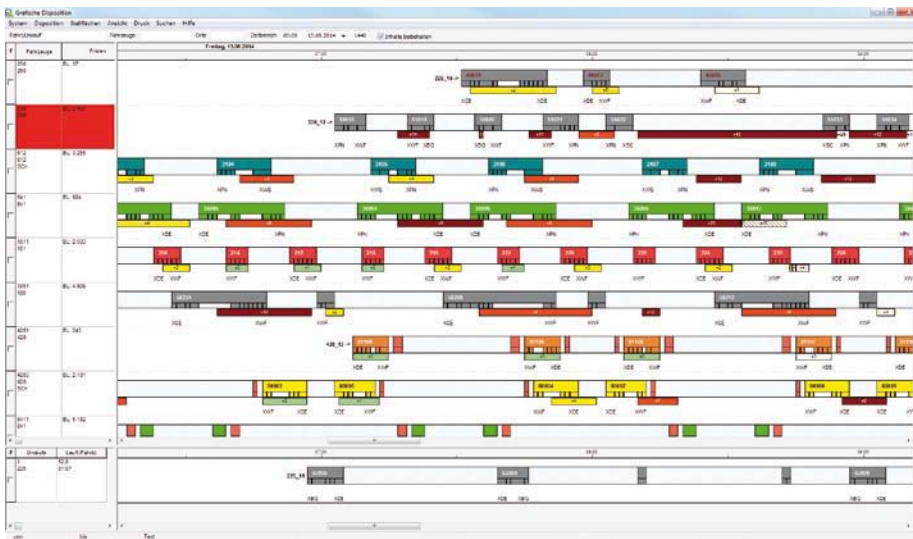
Es stehen dabei verschiedene, parallel nutzbare Ansichten zur Verfügung, welche die jeweils benötigten Informationen liefern. In der Balkengrafik auf Seite 63 lassen sich sehr gut die aktuell gefahrenen Leistungen und Folgeleistungen einschließlich der möglichen Verspätungen erkennen. Die Gleisbelegungsansicht der derzeit zehn Bahnhöfe im Netz zeigt potentielle Trassen- sowie Anschlusskonflikte und empfiehlt entsprechende Lösungsoptionen.

Eine besondere Funktion für kleinere Eisenbahnbetriebe, die nicht dauerhaft einen Dispositionsarbeitsplatz vorhalten wollen, wird ebenfalls im EBUf eingesetzt: die Ist-Daten-Disposition. Die Software ermittelt aus den eingehenden Ist-Daten-Meldungen der Fahrzeuge die Zuordnung der Fahrplanleistungen. Alle auftretenden Änderungen im Betrieb werden ebenso registriert und in den Daten automatisch nachgepflegt. Auf diese Weise erhalten die Anwender im EBUf ähnlich wie reale Unternehmen mit nur geringem Nachpflegeaufwand eine vollständige Betriebsübersicht.

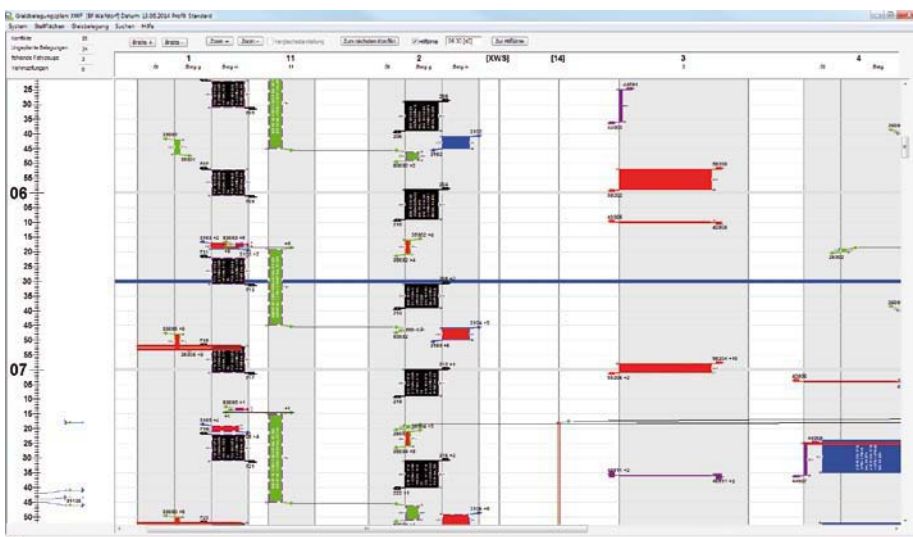
Zwar werden für die auf der Anlage im Einsatz befindlichen Fahrzeuge keinerlei Wartungsfristen nachverfolgt, trotzdem bietet sich dank Kilometer- und Stundenkonten erstmals die Möglichkeit, die Laufleistung im EBUf dauerhaft zu protokollieren. Außerdem erlauben es die statistischen Auswertungen, den Fahrzeugeinsatz genauer zu ermitteln.

## Zukünftige Einsatzszenarien

Auch wenn im EBUf heute schon ein großer Teil der Funktionalitäten des Planungssystems für reale Bahnen genutzt werden, gibt es noch einige neue Anwendungsperspektiven, die in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen.



Balkengrafik



Gleisbelegungsplanung

Im nächsten Schritt ist geplant, die Fahrplandaten unter Berücksichtigung der dispositiven Maßnahmen zu exportieren und in Form eines Abfahrtsmonitors als Fahrgastinformation zu visualisieren. Dabei wird die Export-Schnittstelle von IVU.rail.vehicle eingesetzt, welche die Daten im offenen Standard railML nach Bedarf entweder per Push- oder per Pull-Methode ausgibt. Diese sollen anschließend über einen Converter in das Fahrgastinformationssystem des EBUf übernommen werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, die dispositiven Entscheidungen auf Seiten des EIU auszuwerten, indem beispielsweise vom Fahrzeugdisponenten gewünschte Gleiswechsel oder Fahrzeugänderungen ebenfalls über die railML-Schnittstelle dem EIU übermittelt werden, wo diese Entscheidung letztendlich umgesetzt (oder abgelehnt) werden muss.

Das dritte Vorhaben erscheint bei einer Modellbahn zunächst ungewöhnlich, denn in Zukunft soll auch das umfangreiche Personalplanungs- und Personaldispositionsmodul von IVU.rail implementiert werden. Auch wenn das EBUf natürlich nur ein sehr kleines Netz bietet, sind doch zahlreiche Dienste zu besetzen. Es ist vorgesehen, bei großen Veranstaltungen, an

denen sich das EBUf beteiligt, wie etwa die Lange Nacht der Museen in Berlin, die Besetzungen der Stellwerke mit IVU.rail zu planen. Das System unterstützt eine solche Anwendung, da es sich sowohl für die Planung des fahrenden Personals als auch der stationären Mitarbeiter eignet und dabei neben komplexen Dienstregeln beispielsweise auch Qualifikationen beachten kann.

## Zusammenfassung

Schon heute sind im EBUf viele Themenfelder des täglichen Eisenbahnbetriebs über die Software IVU.rail dargestellt. Die Verwendung eines ausgewachsenen, voll funktionalen Systems für die Einsatzplanung von Bahnen erlaubt es den Dozenten des Fachgebiets Schienenfahrwege und Bahnbetrieb, Studierenden und externen Unternehmen eine realitätsnahe Ausbildung anzubieten. Die Benutzer lernen so direkt mit einer Software, wie sie weltweit bei Verkehrsunternehmen eingesetzt wird. Die IVU Traffic Technologies AG unterstützt die Technische Universität Berlin bei der kontinuierlichen Weiterentwicklung des EBUf, um auch künftig einen möglichst breiten Funktionsumfang realistisch abzubilden. ■