



Foto: DVB

Abb. 1: Dem Vorbild nachgebaut: Der Simulator der DVB.

Straßenbahnsimulator ergänzt Fahrschulbahn

Dresdner Projekt setzt Linienwagen frei

Kati Fach, Dipl.-Ing. Andreas Kretschmer; Dresden

Der bevorstehende demografische Wandel und der daraus resultierende Personalmangel werden in Zukunft zu einem steigenden Ausbildungsbedarf bei den Verkehrsunternehmen (VU) führen. Davon betroffen sind besonders die Straßenbahnfahrer. In

deren Ausbildung werden derzeit bei den meisten VU ausschließlich reale Straßenbahnen verwendet. Mit steigender Anzahl an Auszubildenden steigt zukünftig die Anzahl an erforderlichen Straßenbahnen für die Ausbildung massiv an. Sofern bei den VU die erforderlichen Fahrzeuge überhaupt

verfügbar sind, ist die Vorhaltung dieser für die Ausbildung entsprechend kostenintensiv. Zudem ist zu prüfen, ob die steigende Anzahl an Ausbildungsfahrten, bei vielerorts stetig steigender Zugfolgedichte und komplexeren Netzen, ohne Behinderung des Linienverkehrs noch erfolgen kann.



Foto: DVB

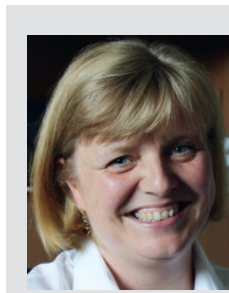
Abb. 2: Innenblick auf den Simulator. Auch die Seitenfenster sind nachgebildet.

Ein Fahrsimulator kann in der Aus- und Weiterbildung ergänzend zu den Aus- und Weiterbildungsfahrten mit realen Straßenbahnen eingesetzt werden. Wesentliche Potenziale von Straßenbahnsimulatoren liegen somit in der Erhöhung der Fahrzeugverfügbarkeit für den Kundeneinsatz, der Bewältigung des Ausbildungsbedarfs, der Verringerung von Ausbildungskosten sowie der weiteren Erhöhung der Ausbildungsqualität und -quantität. Ebenso ist die Auffrischung von Streckenkenntnissen an verschiedenen Dienststellen möglich. Die technische Erprobung zum Beispiel neuer Mensch-Maschine-Schnittstellen noch vor deren Einführung am realen Fahrerarbeitsplatz birgt zusätzliches Potenzial in sich.

Simulator für Präsentation des Fahrerberufs

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG mit mehr als 1800 Mitarbeitern steht in den nächsten Jahren vor der Herausforderung, viele neue Fahrbedienstete einzustellen. Altersstruktur und der demografische Wandel verlangen dafür nach besonderen Marketingstrategien. Deshalb wurde über den Bau eines Straßenbahnsimulators für die Präsentation des Fahrerberufs auf Messen und anderen öffentlichen Veranstaltungen nachgedacht. Die Umsetzung dieses Projektes oblag dem Unternehmensbereich der Berufsausbildung. Nach umfangreichen Planungen wurde ein inhaltliches Konzept erstellt, das die gewünschten Funktionen und das Aussehen des Simulators beschrieb. Die bauliche Ähnlichkeit und funktionale Authentizität mit einer echten Straßenbahn standen dabei im Vordergrund (Abb. 1, 2).

Der Simulator sollte aus diesem Grund mit Echttvideomaterial des Liniennetzes



Zur Autorin

Kati Fach (49) leitet seit 2017 die Aus- und Weiterbildung der Dresdner Verkehrsbetriebe AG. Die studierte Betriebswirtin ist bereits seit den 1980er Jahren bei den Dresdner Verkehrsbetrieben angestellt. Aus dem Fahrdienst kommend war sie von 2004 bis 2017 Ausbilderin für kaufmännische Azubis.



Zum Autor

Andreas Kretschmer (42) ist Diplom-Ingenieur für Verkehrswesen. Seit 2011 ist er als Berater und seit 2013 als Geschäftsführer der INAVET – Institut für angewandte Verkehrstelematik GmbH mit Sitz in Dresden tätig. Bis Ende 2009 leitete er im Magdeburger Institut für Automation und Kommunikation (ifak) den Schwerpunkt Verkehrsmanagement. Anschließend war er im Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt für die Landesinitiative Angewandte Verkehrsforschung (Galileo-Transport) zuständig.

der DVB ausgestattet sein. Mit dem Institut für angewandte Verkehrstelematik (INAVET GmbH) wurde ein Partner gefun-

den, der das Erstellen der Videos und der Akustik sowie die Bereitstellung der Simulationssoftware übernahm. Die INAVET

ANZEIGE

Hier ist der Einstieg zu Ihrem Aufstieg!

Weitere Stellenangebote finden Sie unter www.appel-solutions.de

GESUCHT!
3 Diplom-Ingenieure
Verkehrssystemtechnik

appel SOLUTIONS
Vermittlung von Führungskräften
für Stadtwerke und Verkehrsbetriebe

appel solutions · Dipl.-Ing. Hans-Peter Appel · Soerser Weg 28 · 52070 Aachen
Tel. 0241 168 9985 · Mobil 0173 264 6880 · hp.appel@appel-solutions.de · www.appel-solutions.de

Foto: DVB



Abb. 3: Als würde man real durch Dresden fahren.

Foto: DVB



Abb. 4: Besuchermagnet der Messe „KarriereStart“.

GmbH verfügt über langjährige Erfahrung und über umfangreiches Know-how zur Softwareentwicklung für Straßenbahnfahr-simulatoren und passte die Software in enger Zusammenarbeit an den Bedarf der DVB an. Darüber hinaus betreibt sie ein eigenständiges Testsystem zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Module der Simulator-Software.

Eine besondere Anforderung für den DVB-Simulator bestand darin, eine realistische Simulationsumgebung mit originalen visuellen sowie auditiven Elementen zu schaffen. Aus diesem Grund wurden die Videoaufnahmen in Full-HD mit hoher Ab-tastung auf realen Strecken im Liniennetz der DVB durchgeführt. Auch die Audioausgabe wurde mitsamt fahrdynamischer

Adaption erstmalig umgesetzt. Sie greift ebenfalls auf Originalaufnahmen zurück, um den Simulationsteilnehmern die best-mögliche Authentizität zu vermitteln. Die Einmessungen und Aufnahmen der realen Video- und Audioaufnahmen erfolgten nach umfangreicher Planung und Konzeption in aufwändiger Detailarbeit, um höchste Qualität zu gewährleisten. Anspruchsvolle Nachbearbeitungen der Videoaufnahmen und der Streckendaten ermöglichen eine freie Streckenwahl an jeder Weiche. Weiterhin wurde mit originalen Bedienelementen eine originalgetreue Abbildung der Steuerungslogik sowie der Fahrdynamik von Straßenbahnen umgesetzt, welche von Fachkräften im Fahrbetrieb (FIF) erprobt und bestätigt wurden.

Auf die Integration eines Bewegungssystems verzichtete die DVB bewusst. Zum einen bestand die Anforderung, den Simulator trotz äußerer Kubatur eines Straßenbahnfahrzeugs zu seinen Einsatzorten auf Messen oder zu unterschiedlichen Betriebshöfen transportieren zu können. Zum anderen ergab die im Vorfeld durchgeführte Marktanalyse, dass der Einsatz von Bewegungssystemen bei den Straßenbahnfahrern zum Teil zu Unwohlsein führen kann. Dies wurde als ungünstig für die Präsentation des Fahrberufs eingeordnet und kann bei der eigentlichen Ausbildungsaufgabe die Konzentration auf die Bewegungen anstatt auf die Fahraufgabe lenken. Im Ergebnis konnten die vorhandenen Mittel fokussiert auf die funktional-betriebliche Authentizität sowie die für die Ausbildung benötigte Realitätstreue der Fahrzeugsteuerung eingesetzt werden.

Innerhalb der DVB waren etwa 50 junge Lehr-linge aller Ausbildungsberufe an dem Pro-

Karte: INAVET

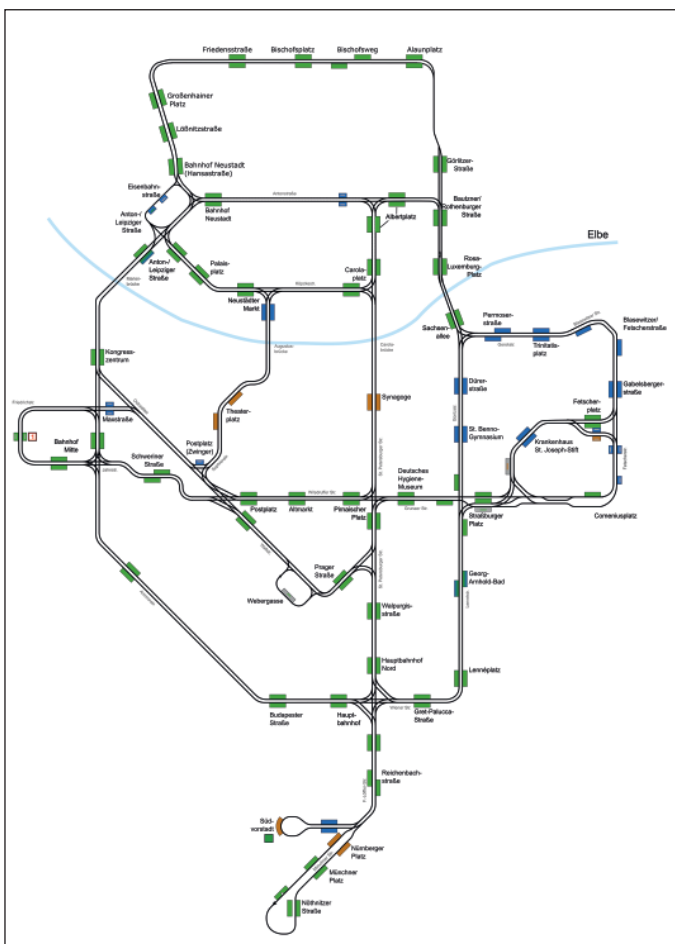


Abb. 5: Das im Simulator auf Echt-Vi-deo-Basis hinterlegte Streckennetz misst 64 km.

jekt beteiligt und wurden von Mitarbeitern verschiedener Fachbereiche unterstützt. Sie fertigten Rahmen und Verkleidung, lackierten die Karosserie, montierten diese, verdrahteten die Bedienelemente und programmierten die Licht- und Fahrfunktionen. Nach etwa zwei Jahren Planung und Bauzeit konnte der Simulator dem Unternehmen im Januar 2015 feierlich übergeben werden. Zwei Linien mit freier Weichenstellung und die Verwendung eines Rückspiegels standen interessierten „Fahrern“ zur Verfügung. Die hohe Qualität der Videos führte bei allen Nutzern sehr schnell zu dem Gefühl, sich in einer echten Straßenbahn durch Dresden zu bewegen (Abb. 3).

Regelmäßig Besuchermagnet auf Messe „KarriereStart“

Bei der jährlich stattfindenden Messe „KarriereStart“ in Dresden ist der Fahr Simulator seitdem alljährlich ein Besuchermagnet (Abb. 4). Großes Interesse erzeugte der Simulator bei der VDV-Jahrestagung 2016 in Dresden und löste mehrere Anfragen anderer Verkehrsunternehmen aus. Viele Unternehmen der Branche stehen schließlich vor ähnlichen Herausforderungen des Arbeitnehmer-Recruitings und der Ausbildung ihres Fahrpersonals bei knappen Ressourcen im Fahrzeugpool. Die DVB AG hat mit ihrem Simulator im Dezember 2015 in Berlin den „Human Resources Excellence Award“ in der Kategorie Azubi-Marketing gewonnen. Auf Seiten der DVB AG entstand noch während der Bauphase die Idee zur Erweiterung des Simulators für den Einsatz als Ausbildungsobjekt: So könnte er auch für die Aus- und Weiterbildung von Fahrpersonal eingesetzt werden. Dafür waren weitreichendere Funktionen notwendig, für deren Umsetzung im Vorfeld Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchgeführt wurden.

Abb. 6: Der Simulator im Einsatz bei der Ausbildung.



Foto: DVB

Einsatz als Ausbildungsobjekt

Das Streckennetz im Fahr Simulator wurde in Zusammenarbeit mit INAVET kontinuierlich erweitert und alle freien Abbiegemöglichkeiten im inneren Stadtkern wurden umgesetzt. Um das im Simulator auf Echt-Video-Basis hinterlegte Netz auf den inzwischen im Einsatz befindlichen Umfang von 64 km mit 70 spitz befahrenen Weichen zu erweitern, wurde die Datenerfassung, -aufbereitung und -bereitstellung den wachsenden Anforderungen sowie Richtlinien stetig angepasst (Abb. 5).

Für den Einsatz in der Fahrschule sind momentan weitere Funktionen in Planung. Damit die Kommunikation mit der Leitstelle und den Fahrgästen trainiert werden kann, wird in Kürze das Integrierte Bordinformationssystem (IBIS) in den Fahr Simulator integriert. Zudem soll in Zukunft bei der Aus- und Weiterbildung am Fahr Simulator der Umgang mit Fahrzeugstörungen mit Hilfe der Vehicle Train Control Unit (VTCU) und das daraus folgende Störungsmanagement sowie die Entstörungsroutinen trainiert werden.

Weiterhin sind realitätsnahe Gefahrensituationen in der Entwicklung, um das korrekte Verhalten in diesen Situationen und resultierende Abläufe im Falle eines Unfalls zu schulen. Auch die Herausforderungen im Umgang mit den Fahrzeugen der neuen breiteren Fahrzeuggeneration, welche in den nächsten Jahren bei der DVB angeschafft werden, sollen am Fahr Simulator trainiert werden. Dies ist mit einer realen Straßenbahn in der Aus- und Weiterbildung nicht möglich (Abb. 6).

Die DVB und INAVET führen ihre erfolgreiche Kooperation auch bei der Umsetzung eines zweiten noch mobileren Simulators fort. Dieser ist in handlicher modularer Bauweise konzipiert und somit noch flexibler im Einsatzort. Trotzdem wird die bauliche Ähnlichkeit und funktionale Authentizität mit einer echten Straßenbahn, wie beim ersten Fahr Simulator erhalten bleiben. Die hierfür entwickelte Technik bildet außerdem die Grundlage für Anfragen anderer Verkehrsunternehmen für die Entwicklung und den Einsatz von Straßenbahnsimulatoren für die Fahreraus- und -weiterbildung.

Zusammenfassung/Summary

Straßenbahnsimulator ergänzt Fahrschulbahn

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG hat sich in Kooperation mit der INAVET GmbH dem Thema des steigenden Ausbildungsbedarfs gestellt und im Rahmen eines Ausbildungsprojektes gemeinsam einen Straßenbahnsimulator gebaut. Dieser wird zur Aus- und Weiterbildung des gesamten Fahrpersonals genutzt und ist zur Vermittlung von Streckenkenntnissen geeignet. Es handelt sich dabei um eine wirklichkeitsgetreue Nachbildung eines Straßenbahnführerstandes mit originalen Bedienelementen. Videoaufnahmen in Full-HD bei hoher Abtastung und originalgetreue auditive Elemente tragen ebenso zu einer realistischen Simulationsumgebung bei wie die echte Fahrdynamik, die Nachbildung von Fahrzeugzuständen und -störungen sowie die Schulungsmöglichkeit von Bedienhandlungen. Liniennunabhängiges Fahren und freies Abbiegen auf realen Strecken des Liniennetzes ermöglichen es, die praktische Fahrschulung trotz knapper Ressourcen und unter Schonung der begrenzten Fahrzeugflotte zu unterstützen.

Tram simulator complements driving school tram

In cooperation with INAVET GmbH, Dresdner Verkehrsbetriebe AG has faced the problem of increasing training requirements and has built a tram simulator as part of an educational project. Originally intended to present the driving profession at fairs and other public events, it is now used for training and education of all driving personnel including the teaching of specific knowledge about local infrastructure and route conditions. The simulator is a reproduction of a tram driver's cab with an original human machine interface. Full HD video recordings with high sample rates on real lines and the use of original aural elements ensure both: a true simulation environment and realistic driving dynamics. Free routing on real networks and the simulation of various vehicle incidents support practical driving education while preserving the limited resources and the vehicles.