

Simulatoren für die Lokomotivführerausbildung bei schweizerischen Privatbahnen

Dr. Ing. Hansjürg Rohrer
 Professor für Elektrische Maschinen und Zugförderung
 Berner Fachhochschule Biel

Theo Stolz, Ing. HTL
 Chef Zugförderung und Werkstätten
 Chemins de fer du Jura

Daniel Fankhauser, dipl. Tech. HF
 Leiter Rollmaterial und Technik
 Aare – Seeland mobil

Mehrere Schweizer Meterspurbahnen bilden seit 2007 ihre Lokomotivführer auf Simulatoren aus. Einerseits wird ein mit einem Simulationsrechner verbundenes separates Führerpult, andererseits das Führerpult eines betriebsfähigen Fahrzeuges verwendet. Bei beiden Varianten wird die Simulations-Software Locsim der Berner Fachhochschule Biel eingesetzt. Diese Software und ihre Weiterentwicklung werden näher vorgestellt.

Simulationsanlage von Railplus für Aus- und Weiterbildung im Fahrdienst

Die Railplus AG hat in enger Zusammenarbeit mit der Berner Fachhochschule Biel eine mobile Simulationsanlage gebaut. Diese ist seit März 2007 erfolgreich im Einsatz. Die Anlage ist in einem Normbürocontainer untergebracht und wird per LKW oder Bahn an die jeweiligen Einsatzorte gebracht. Dadurch entfallen zusätzliche Kosten für Reisen und Spesen der Benutzer. Weiter müssen vor Ort keine Räumlichkeiten für die Unterbringung der Anlage zur Verfügung gestellt werden.

Im Innern des Containers befindet sich der Führerstand in einem abgetrennten Raum. Der Führertisch entspricht der neuesten Stadler-Fahrzeuggeneration der Matterhorn – Gotthard-Bahn (MGB) und der Aare – Seeland mobil (ASm). Neben den üblichen Bedien- und Anzeigegegeräten sind auch die meisten bei den Eigentümerbahnen im Einsatz stehenden Zusatzausrüstungen, wie jene für Zahnradbetrieb, verschiedene Zugsicherungen, Vakuum- und Druckluftbremsen, eingebaut. Das Simulationsbild wird mit einem Beamer auf eine 2,2 Meter breite Projektionswand vor dem Führertisch projiziert.

Hinter dem Führerraum befindet sich der Arbeitsplatz des Instructors mit zwei zusätzli-

Railplus

Die heutige Railplus AG wurde 2003 von sechs schweizerischen Privatbahnen gegründet. Inzwischen gehören acht Meterspurbahnen zu den Trägern. Ziel und Zweck dieser Gesellschaft sind vor allem die Nutzung von Synergien und die Mitbestimmung von Standards. In den verschiedenen Bereichen bestehen Fachgruppen, die sich den spezifischen Themengruppen annehmen. Ein wichtiger Teil ist die gemeinsame Ausbildung des Fahrdienstpersonals.

chen Bildschirmen und der Konsole für die Bedienung der Anlage. Der hintere Teil des Containers bietet Platz für Besprechungen und Theorieunterricht. Zusätzliche Bildschirme beim Besprechungstisch ermöglichen das Mitverfolgen des Geschehens durch die nicht im Einsatz stehenden Lokomotivführer.

Der Container ist mit Heizung und Klimaanlage ausgerüstet. Er wird über ein Kabel mit Energie versorgt.

Die Idee zum Bau der Simulationsanlage entstand aus der bereits bestehenden Soft-

Unten links: Railplus-Simulatorcontainer in Langenthal (Foto: D. Fankhauser).

Unten rechts: Innenansicht des Simulator-Containers. Blick aus dem Besprechungsraum mit dem Arbeitsplatz des Instructors durch die Glas-Trennwand zum Führerpult und der Projektion des Führerstandausblicks. Auf dem rechten Instruktor-Bildschirm ist ebenfalls der Führerstandausblick, auf dem linken Bildschirm die Bedienoberfläche des Simulationsprogrammes mit dem Gleisplan dargestellt (Foto: D. Fankhauser).

ware „Locsim“ der Berner Fachhochschule in Biel und dem Bedürfnis, praxisnahe Aus- und Weiterbildung anbieten zu können, ohne den Bahnbetrieb zu behindern. Am Bau der Anlage haben sich insgesamt acht Trägerbahnen der Railplus AG sowie Sponsoren aus der Bahnzulieferindustrie beteiligt.

Die Erfahrungen seit der Inbetriebnahme der Anlage sind durchwegs positiv. Besonders geschätzt wird die Möglichkeit, Zustände und Situationen zu üben, die wegen der stetig wachsenden Fahrplandichte im Bahnverkehr nur beschränkt oder sogar nur noch in nächtlichen Betriebspausen durchführbar sind. Durch die gemeinsame Beschaffung der acht Meterspurbahnen mit total zirka 700 Lokomotivführern ist die Auslastung der Anlage gut. Ausserhalb der Belegung durch die Eigentümer steht die Anlage auch Drittkunden zur Verfügung.

Die Instandhaltung und Betreuung der Anlage besorgen die Berner Fachhochschule sowie die Abteilung Rollmaterial und Technik der Aare – Seeland mobil AG in Langenthal.

Ausbildungssimulator CJ

Die meisten Bahnen mit touristischem Verkehr haben im November die wenigsten Fahrgäste. Während dieser Zeit wird weniger Rollmaterial und Fahrpersonal benötigt. Deshalb wird in dieser Jahreszeit auch am meisten Weiterbildung vermittelt. Die Chemins de fer du Jura (CJ) hätten als Nichtmitglied von Railplus aber kaum die Möglichkeit, genau in dieser Zeit den Simulator zu mieten. Deshalb entstand hier Ende 2005 die Idee, einen Steuerwagen, der in den verkehrsarmen Zeiten kaum benötigt wird, als Ausbildungssimulator einzusetzen. Der Vorteil des Steuerwagens ist der komplett



vorhandene Führerstand. Um möglichst realitätsgetreu zu sein, müssen alle Funktionen des Führerpultes auch während der Simulation (im Stillstand) vorhanden sein. Speziell gilt das für den Geschwindigkeitsmesser, der im Betrieb direkt von einem Achsgeber gespeist wird. Während der Simulation übernimmt ein vom Simulations-PC angesteuerter Frequenzrichter dessen Speisung. Die Vielfachsteuerleitung bietet den Zugriff auf die meisten anderen Fahrzeugfunktionen. Der Hauptleitungsdruck wird an der automatischen Kupplung abgegriffen und über eine Druckmesssonde dem PC zugeführt. Der PC steuert auch das Prüfgerät für die Zugsicherung, das mit seinen unter dem Fahrzeug liegenden Magneten die Zugsicherung originalgetreu funktionieren lässt. Die ursprünglich geplante Projektion des Streckenausblicks an eine Depotwand wurde nach dem grossen Preiszerfall von Flachbildschirmen aufgegeben und durch einen Bildschirm innerhalb des Führerstandes ersetzt. Damit ist der Simulationsbetrieb standortunabhängig.

Das Ziel des Simulators ist es, Situationen zu generieren, die man im normalen Bahnbetrieb nur mit grossem Aufwand und einem nicht vernachlässigbaren Sicherheitsrisiko organisieren kann. Folgende Fälle gehören in diese Kategorie:

- Blockstörungen,
- Signalstörungen,
- Fahrzeugstörungen, die zu einer grossen Verspätung führen,
- Barrierenstörungen,
- Fehlbedienung von Sicherungsanlagen.

Die Störfälle können für den Lokomotivführer in der bekannten Umgebung durchgeführt werden. Er kennt das Fahrzeug und – da Videofilme verwendet werden – auch die Strecke.

Der Ausbildungssimulator dient nicht zum Absolvieren von notwendigen Fahrstunden während der Grundausbildung, sondern dazu, das Verhalten des Lokomotivführers bei Störungen zu schulen.

Arbeiten der Berner Fachhochschule für Bahnen und Industrie

Die Berner Fachhochschule beschäftigt sich seit mehr als zehn Jahren mit der Steuerung und der Simulation von Triebfahrzeugen. Die Arbeiten im Steuerungsbereich umfassen hauptsächlich den Ersatz von elektromechanischen Steuerungen und von Elektro-

nik-Komponenten, zu denen keine Ersatzteile mehr erhältlich sind, durch speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS). Ein Beispiel eines solchen Umbaus ist in [1] beschrieben.

Der Simulationsbereich wurde ursprünglich für die erwähnten Steuerungsumbauten aufgebaut, mit dem Ziel, das Betriebsverhalten umgebauter Fahrzeuge vorausberechnen zu können. Heute stehen zwei ausgereifte Simulationsprogramme zur Verfügung:

- Ein Zuglaufprogramm zur Bestimmung von Fahrzeiten, Energieverbrauch und Komponenten-Temperaturen. Darin wird mit einem Zug eine Strecke zeit- oder energieoptimal automatisch abgefahren. Dieses Programm wird auch von Stadler Rail standardmässig benutzt.
- Ein Führerstand-Simulationsprogramm (Locsim). Darin kann ein Triebfahrzeug mittels der üblichen Schnittstellen zwischen Lokomotivführer und Führerstand (Bedienelemente und Anzeigen) über eine gegebene Strecke gefahren werden.

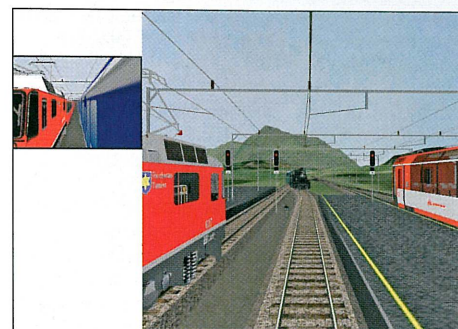
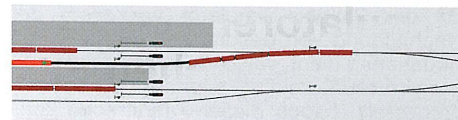
Im weiteren wird auf das Programm Locsim am Beispiel des Railplus-Simulators näher eingegangen.

Die Führerstandssimulation Locsim im Railplus-Simulator

Um ein realistisches Abbild einer Zugfahrt aus Sicht eines Lokomotivführers zu erhalten, müssen folgende Komponenten real vorhanden oder auf einem Rechner nachgebildet werden:

- Führerpult,
- Fahrzeug-Steuerung, insbesondere Verriegelungen, Steuerstromkreise, Fahrzeugleitgerät (FLG),
- Antriebsteil,
- Hilfsbetriebe, Bremsen,
- Sicherheitseinrichtungen,
- Fahrstrecke samt ortsfesten Sicherungsanlagen und Fahrleitung,
- Anhängelast und Fahrdynamik,
- Umgebung (Ausblick aus Führerstand).

Locsim stellt alle diese Teile softwaremässig zur Verfügung oder kann entsprechende Hardware-Teile einbinden. Die entsprechende Komponente der Railplus-Simulationsanlage ist ein Führerpult, das sämtliche Bedien- und Anzeigeelemente der beteiligten Bahnen umfasst (also die üblichen Schalter für Inbetriebsetzung, Fahrtrichtungswahl,



Führerstandausblick mit Rückspiegel sowie Gleisplan einer Situation aus dem RhB-Ausbildungsprogramm mit einer virtuellen dreidimensionalen Landschaft: Gleisanlage Klosters vor der Kulisse der Rigi. Die Signale sind durch anklicken im Gleisplan verstellbar, die drei weiteren Züge sind gemäss einem Szenario oder auch manuell bewegbar (Foto: BFH).

Zug- und Bremskraft, aber zum Beispiel auch Zahnrad-Betriebsartenwahl oder Signal-Ansteuerung sowie Tachometer, diverse Manometer, Zugkraftanzeiger und eine Vielzahl von Meldelampen). Alle diese Elemente sind an eine SPS angeschlossen, die ohne eigene Intelligenz die Signale auf einen oder von einem RS-232-Bus umformt, der mit dem Simulations-PC verbunden ist.

Die Fahrzeugsteuerung ist mit Ausnahme der mechanischen Verriegelung zwischen Inbetriebsetzungs-, Wende- und Fahrshalter vollständig auf dem PC implementiert. Ebenso werden der Antriebsteil (Bestimmung der Zugkraft aus Schalterstellungen, Fahrleitungsspannung und Geschwindigkeit) wie auch die Hilfsbetriebe (zum Beispiel Ventilation, Hauptluftbehälterdruck) auf dem PC nachgebildet.

Die Sicherheitseinrichtungen umfassen den üblichen Schnell- und Langsamgang (Totmann und Wachsamkeitskontrolle) und folgende Zugsicherungen, deren Logik und zeitlicher Ablauf auf dem PC nachgebildet sind.

- Signum und ähnliche Zugsicherungseinrichtungen in den Ausführungen der SBB und der Schmalspurbahnen. Dazu sind im Führerpult ein Quittierschalter und die bei der RhB üblichen drei Leuchten eingebaut.
- Linienleiter-Zugsicherung ZSL 90 des Regionalverkehrs Bern – Solothurn (RBS) und der Wynental- und Suhrentalbahn (WSB). Die beiden im Führerstand notwendigen Geräte (Eingabe und Anzeige) sind als Originale im Führerpult eingebaut und werden über eine separate RS-232-Leitung und einen Umsetzer vom PC gesteuert.
- Die Zugsicherung ZSI 127 der Zentralbahn (ZB) und der Bremgarten – Dietikon-Bahn (BDWM). Auch hier sind die beiden im Führerstand notwendigen Geräte (Eingabe und Anzeige) als Originale im Führerpult eingebaut und werden über eine separate RS-232-Leitung und einen Umsetzer vom PC gesteuert.



Erste Versuche des Simulationsbetriebs auf einem Steuerwagen der CJ. Der Streckenausblick ist noch provisorisch auf dem Notebook-Bildschirm dargestellt. Dieses kommuniziert über eine speicherprogrammierbare Steuerung, die Vielfachsteuerleitung und einige weitere Anschlüsse mit dem Führerstand. Der Zug ist in virtueller Fahrt; man beachte den Tachometer (Foto: H. Rohrer).

Da der Railplus-Simulator vor allem der Nachbildung von besonderen betrieblichen Situationen dient, wird die Fahrstrecke in einer virtuellen dreidimensionalen Landschaft dargestellt. Längs dieser Fahrstrecke können in beliebiger Reihenfolge und Distanz reale Bahnhofsanlagen der beteiligten Bahnen aneinandergereiht werden. Die Strecke sollte deshalb keine grossen Steigungen und vor allem keine Tunnel aufweisen. Die Wahl fiel auf die aus einer früheren Arbeit schon vorhandene Zuger S-Bahn. Trotz anfänglicher leichter Bedenken hat die Platzierung des Bahnhofes Malans mit Blick auf den Zuger See oder die Sicht auf die Rigi beim Passieren von Zollikofen bei den Betreibern keine Probleme verursacht. Im Verlaufe dieser virtuellen Strecke können beliebige Signale und Tafeln aus den schweizerischen Fahrdienstvorschriften platziert werden. Objekte wie Gebäude, Vegetation, aber auch fahrende Gegenzüge sind einfach einzubauen. Dank einer Schnittstelle zum Datenformat des Microsoft-Train-Simulator sind diese Objekte recht einfach mit den dafür erhältlichen Editoren zu erstellen.

Die Fahrdynamik wird aus Zug- und Bremskraft, Steigung, Kurvenradius und Zuggewicht bestimmt.

Die Visualisierung des Führerstandausblicks erfolgt mittels der betriebssystem-unabhängigen Grafik-Sprache „OpenGL“. Neben dem Vorausblick des Lokomotivführers können gleichzeitig auch zwei Rückspiegel eingeblendet werden.

Das Programm wird vom Instruktorplatz aus bedient. Dazu dient eine übliche Windows-Oberfläche mit Menüs und Dialogen. Auf zwei Bildschirmen werden das vom Führerpult aus sichtbare Bild (Streckenausblick und Rückspiegel), die wichtigsten Schalterstellungen und Instrumentenanzeigen sowie ein Gleisplan angezeigt. In diesem massstäblichen Gleisplan sind alle Signale und Tafeln, Bahnübergänge, Perronanlagen, der simulierte Zug und alle Gegenzüge dargestellt. Durch Anklicken lassen sich die Stellungen der ortsfesten Signale und die Stirnbeleuchtung von Gegenzügen beliebig verändern. Mittels Schieberegler sind Adhäsionswerte, Fahrleitungsspannung, Belastung der Zugsammelschiene und Beladung des Zuges beeinflussbar. Die Auslösung von fast beliebigen Triebfahrzeugstörungen oder Fahrgasteinflüssen (wie Nichtansprechen oder Blockieren von Apparaten, Druckluftleckage, Halтанforderung, Notbremsanforderung) ist ebenfalls möglich.

SNTF-Flirt 108 an der Bieler Diplomausstellung. Vorführung der BLS-Südrampe (auch mit 25 kV). Der Zug ist – mit Ausnahme der Traktionsstromkreise – vollständig in Betrieb, inklusive aller Anzeigeelemente und Monitore. Für den Streckenausblick wird ein Monitor in den mit den Storen abgedunkelten Führerstand gestellt (Foto: BFH).



SNTF-Flirt 101 an der Innotrans 2008 (neben Bombardier-Tram für Berlin). Der nur mit einem einfachen Plakat und einer kurzen Notiz in der Tagespresse angekündigte Simulator stiess auch an den Publikumstagen auf grosses Interesse. Wegen der kurzen Bahnhofsabstände und des damit möglichen häufigen Lokomotivführerwechsels wurde statt der S-Bahn Alger eine Strecke der Berliner S-Bahn geladen – virtuell mit 25 kV elektrifiziert, sonst wäre der Triebzug wegen Unterspannung gar nicht aufzurüsten gewesen (Foto: H. Rohrer)



Das Simulationsprogramm Locsim läuft unter Windows XP und benötigt einen gut ausgebauten handelsüblichen PC, also mit schnellem internem Bus, schnellem Harddisk-Zugriff sowie einer Grafikkarte mit Beschleuniger für dreidimensionale Darstellung. Die Bildaufbereitungsrate variiert zwischen 15 und 40 Bildern pro Sekunde, abhängig von der Komplexität der darzustellenden Situation (der niedrigere Wert gilt für aufwendige vielgleisige Bahnhofsanlagen). Während der Simulation werden sämtliche physikalischen Grössen (wie Geschwindigkeit, Zugkraft oder Strom) und alle Schalthandlungen und Grenzen (wie Fahrshalterstellung, Totmannpedal oder zulässige Geschwindigkeit) in einer Datei gespeichert. Nach Abschluss der Simulationsfahrt können diese Grössen grafisch oder tabellarisch angezeigt oder in andere Auswertungsprogramme (zum Beispiel Excel) exportiert werden.

Die richtige Funktion des Programms Locsim wurde durch verschiedene vergleichende Messfahrten verifiziert: Energiemessungen auf den Triebwagen BDeh 4/4 11 – 17 der Appenzeller Bahnen (AB), Fahrzeit- und Temperaturmessungen auf den Triebwagen Be 4/8 41 – 61 „Mandarinli“ des RBS, Reperaturmessungen auf den Triebwagen ABDe 4/4 11 – 16 der Mittelthurgaubahn (MThB), Fahrstrom-Messungen auf den Triebwagen Be 8/8 21 – 32 der Forchbahn (FB), Fahrzeit- und Zugkraftmessungen auf den Re 460 der SBB auf der Strecke Vevey – Puidoux-Chexbres [2], Energie- und Erwärmungsmessungen auf den GTW beider Generationen von Thurbo.

Railplus verwendet das Programm zur Grundausbildung und zur Weiterbildung von Lokomotivführern. Es werden hauptsächlich besondere betriebliche Situationen geübt (zum Beispiel gestörte Signalanlagen, gestörte Zugsicherung, Rangierfahrten auf die Strecke, besetzte Einfahrten, Anlagen-Fehlbedienung durch Fahrdienstleiter), dies zusammen mit dem korrekten Funk- und Schriftverkehr.

Die zweijährige positive Erfahrung mit dem Railplus-Simulator hat die Richtigkeit dieser Konzepte erwiesen.

Weiterentwicklungen der Führerstands-simulation

Zur Erweiterung und breiteren Verwendbarkeit des Railplus-Simulators werden demnächst die Zugsicherungen ZUB (Schweiz),

PZB 90 (Deutschland) und ETCS implementiert.

Als Alternative zur virtuellen Darstellung bietet sich auch die Projektion einer Strecke mittels Video-Film an. Im Rahmen von Locsim wurde eine Möglichkeit geschaffen, Video-Filme gesteuert in beliebiger Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts abzuspielen. Da die Signale während einer Videofahrt naturgemäss meistens auf Fahrt stehen – was zum Üben von besonderen betrieblichen Situationen nicht immer erwünscht ist – werden sie durch wiederum vom Instruktor veränderbare Bitmaps überschrieben. Da die Videofilme einzelbildweise verwendet werden, ist es zudem auch sehr einfach möglich, verschiedene Fahrstrassen mit dieser Methode darzustellen. Mit den aus der virtuellen dreidimensionalen Technik bekannten Objekten können zum Beispiel auch Gegenzüge im Film eingeblendet werden, die in der Realität (während der Videoaufnahme) nicht vorhanden waren. Zur Darstellung von Videos muss der Simulations-PC mit einer grossen Harddisk und schnellem Zugriff darauf ausgestattet sein (eine Stunde Video-Aufnahme entspricht mehr als 20 GB). Die Bildaufbereitungsraten betragen mit aktuellen Rechnern etwa 25 Bilder/Sekunde.

Eine Video-Darstellung ist im Vergleich zur virtuellen dreidimensionalen Welt wesentlich günstiger und schneller zu realisieren. So wurde zum Beispiel für die Innotrans 2008 die ganze Strecke Thénia – Alger der Algerischen Staatsbahn (47 km) am 15. September 2008 gefilmt und der bearbeitete und synchronisierte Film samt virtuellen Gegenzügen auf dem Simulator in Berlin ab dem 23. September eingesetzt. Die Einführung neuer Situationen (zum Beispiel Baustellen) auf einem Simulator ist damit innerhalb weniger Tage möglich geworden.

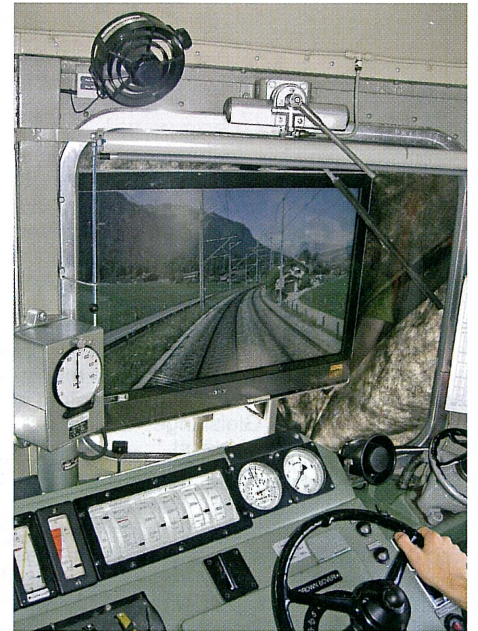
Mit dem exakten Abbild realer Strecken und der guten örtlichen Wiedererkennbarkeit im Videofilm ist auch das Üben einer energieoptimalen Fahrweise möglich.

Zur Einführung in die Bedienung neuer Fahrzeugtypen ist der im Railplus-Simulatorcontainer eingebaute Multifunktions-Führerstand ungeeignet, da die Bedienoberfläche nicht dem Original entspricht. Es drängt sich daher auf, den Führerstand des neuen Fahrzeugs selbst zur Simulation zu benutzen. Das Fahrzeug muss zu diesem Zwecke selbstverständlich blockiert und der Antriebsstrang unbenutzt bleiben. Wenn zu-

Oben links: Montage des Bildschirms für den Führerstandausblick auf der Ae 4/4 251. Der Bildschirm und das entsprechende Stirnfenster werden noch mit einer Haube abgedunkelt (Foto: H. Rohrer).

Oben rechts: Die Ae 4/4 im Simulationsbetrieb: In voller Fahrt bei Frutigen, man beachte die Amperemeter und den Geschwindigkeitsmesser (Foto: J. Bolliger).

Unten: Anstelle des virtuellen dreidimensionalen Bildes können auch Videofilme verwendet werden: Rosshäusern (Bern – Neuchâtel) mit veränderbarem Ausfahr-, Abfertigungs- und Zwergsignal (Foto: BFH).



dem das Fahrzeug-Leitgerät und die Hilfsbetriebe mitbetrieben werden, bringt die Simulation ein exaktes Abbild des Fahrzeugs. Der Streckenausblick wird auf einem grossen Monitor im abgedunkelten Führerstand dargestellt. Erste Versuche auf Fahrzeugen von Railplus- und anderen Bahnen (Steuerwagen der CJ und GTW der ASm) zeigten vielversprechende Resultate, so dass im Sommer 2008 die Ae 4/4 251 der BLS und der fabrikneue Flirt 108 der Algerischen Staatsbahn (SNTF) entsprechend angepasst wurden. Beide wurden Ende August im Rahmen der Diplomausstellung der Berner Fachhochschule im Bahnhof Biel ausgestellt, worauf dann die Präsentation auf dem Flirt 101 der SNTF an der Innotrans 2008 in Berlin folgte. Mehrere Bahnen haben sich in der Folge bei der Einführung neuer Triebfahrzeugtypen für diese Ausbildungsmethode entschieden.

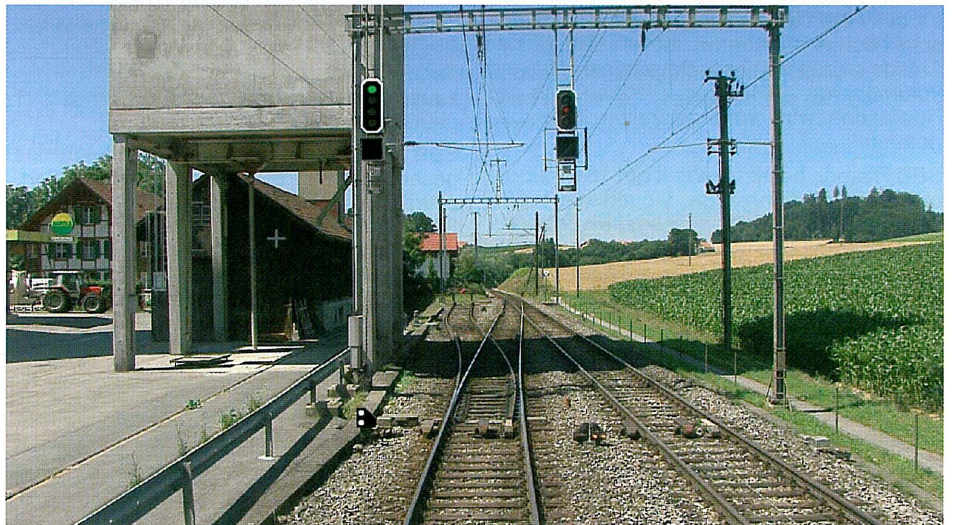
Die neben dem Fahrzeug selbst für einen solchen Simulator benötigte Hardware beschränkt sich auf einen PC, einen grossen Bildschirm im Führerraum und die Instruktor-Monitore. Bei frühzeitiger Planung können die zusätzlichen Programmteile im FLG schon während der Fahrzeugentwicklung eingebaut werden, so dass der Entwicklungsaufwand sehr klein bleibt. Der grosse Vorteil dieser Simulationsart ist die immerwährende Aktualität des Simulators: Bei Änderungen an der Fahrzeug-Hard- und Software wird der Simulator automatisch mitaktualisiert. Der Simulator ist nicht an ein bestimmtes Fahrzeug gebunden; alle Fahrzeuge einer Serie können freizügig verwendet werden.

Mit dieser Methode der Fahrzeugnachbildung lassen sich zusammen mit der oben erwähnten Video-Streckendarstellung Simulatoren zu einem Bruchteil der Kosten eines klassischen Simulators verwirklichen.

Andere Anwendungen von Locsim

Neben den erwähnten Simulationen moderner Triebfahrzeuge eignet sich Locsim auch zur Nachbildung klassischer Fahrzeuge. Vor allem für Museen und Ausstellungen werden Führerstände von Fahrzeugen älterer Bauart verwendet. Die Berner Fachhochschule hat die folgenden aus Abbruchfahrzeugen stammenden Führerstände ausgerüstet und die Fahrzeuge nachgebildet:

- CC 6500 der SNCF für die Association pour la Préservation du Matériel Ferroviaire Savoyard in Chambéry (unter anderem zur Ausbildung von Lokomotivführern für die wenigen erhaltenen Lokomotiven dieser Bauart),
- E 636 der FS für das Museo Feralp in Bussoleto bei Turin,
- RAe TEE für SBB Historic.



In allen diesen Simulatoren werden die Fahrzeuge sehr detailliert nachgebildet. Alle Führerstandselemente werden benutzt und deren Auswirkungen simuliert (zum Beispiel Stufenschalter der CC 6500, Systemwahl beim TEE-Triebzug, Fahrmotor-Umgruppierung bei der E 636).

Aus einem Abbruch-Steuerwagen des RBS wurde ein Teil der Stirnwand samt Führerpult herausgeschnitten und in einen transportablen, normpalettengrossen Simulator umgebaut. Dieser ist mit allen Einrichtungen, wie ZSL-90-Oberfläche, ausgerüstet und dient unter anderem beim RBS als Reserve für den Container-Simulator.

Wie schon erwähnt, wurde 2008 die Ae 4/4 251 für das zukünftige BLS-Museum entsprechend angepasst. In der weiterhin voll funktionsfähigen und häufig für Extrafahrten benutzten Lokomotive wurde im Maschinenraum ein Stecker montiert, der Zugriff auf alle notwendigen Signale bietet. Das Fahrgefühl ist echt, wenn bei der virtuellen Fahrt die Fahrmotor-Ventilation und der Stufenschalter akustisch mitmachen.

Ausblick

Anfang 2009 wurden für die neuen Triebzüge des RBS, der RhB und der BDWM Simu-

latores selbst angewendet werden (entsprechend dem auf dem Algerien-Flirt getesteten Konzept). Diese Simulatoren werden gemeinsam mit dem Fahrzeughersteller implementiert. Die Darstellung echter Strecken mittels Video mit veränderlichen Signalen und Fahrstrassen haben fast alle Railplus-Bahnen in Auftrag gegeben.

Für Museen und Vereine sind weitere Simulationsadapter für historische Fahrzeuge und Streckendarstellungen für Publikums-Simulatoren in Entwicklung.

Literatur

- [1] Neue Steuerausstattung für die Doppeltriebwagen der BVZ Zermatt-Bahn. Schweizer Eisenbahn-Revue, 7-8/1999, S. 328 – 335
- [2] Im Regen blieb der Zug stecken – Nächtliche Tests für den Tiefbahnhof Löwenstrasse. Neue Zürcher Zeitung, 6. April 2001, S. 51

**Im Abonnement erhalten Sie
die Schweizer Eisenbahn-Revue
um 16 % billiger und portofrei
nach Hause zugestellt.**