

# Low-Cost-Simulatoren für die Lokführerausbildung

Die Berner Fachhochschule BFH hat zusammen mit Stadler Rail ein neuartiges Simulationskonzept zur Fahrpersonalaus-  
bildung entwickelt, welches durch Verwendung des Originalfahrzeugs als Simulator und durch die Strecken-Nachbildung mit-  
tels Video extrem kostengünstig ist.



Ausbildungssimulator von Turbo AG: Original-Führerpult von Stadler Rail, Video-Darstellung der Strecke, Zugsicherung ZUB/Signum (CH), umschaltbar auf PZB90 (D/A). Foto Turbo

Die Ausbildung von Fahrpersonal zur Beherrschung von Störungen an Sicherungsanlagen und Fahrzeugen wie auch zur Einführung neuer Fahrzeuge konnte früher meist auf offener Strecke geübt werden, teils sogar durch bewusst ausgelöste Fehler. Dies ist heute aus Gründen der hohen Zugsdichte und auch aus Sicherheitsüberlegungen kaum mehr machbar. Zum Üben des Umgehens oder Behebens von Störfällen – wie selbstverständlich auch des Normalbetriebes – bietet sich heute die Simulationstechnik an.

Bewährte Simulatoren mehrerer Hersteller sind auf dem Markt erhältlich und werden von grossen Betreibern wie beispielsweise DB oder SBB auch benutzt. Sie haben einen grossen Nachteil: sie sind für kleinere EVU fast unbezahlbar. Die BFH beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Eisenbahntechnik und baut seit 15 Jahren Führerstandsimitatoren für EVU und Museen. Beispielhaft seien der Ausbildungssimulator der Turbo AG (SBB-Tochter für den Regionalverkehr in der Ostschweiz), aber auch die

drei „Spielsimulatoren“ im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern erwähnt - welche übrigens auch auf „Profi-Modus“ umgeschaltet werden können.

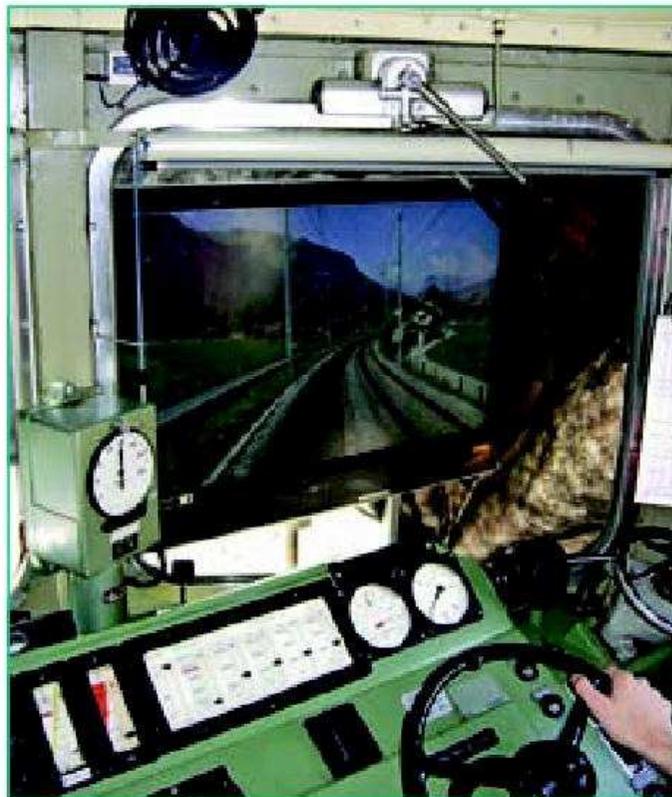
Diese stationären Simulatoren benutzen eine Original-Bedienoberfläche (Führerpult des Fahrzeugherstellers) oder eine vereinfachte Nachbildung des Originals. Für den Verband der Schweizer Meterspurbahnen RAILplus AG wurde in einem 24-Fuss-Norm-Bürocontainer ein Simulator eingebaut, der sehr einfach zu den Einsatzorten zwischen dem Engadin (Rhätische Bahn), Bern (Regionalverkehr Bern-Solothurn) und Brig (Matterhorn-Gotthard-Bahn) verschoben werden kann.

2008 wurde erstmals ein neuartiges Konzept probiert, das anstelle eines separaten Führerpultes und auf dem PC nachgebildeter Fahrzeuglogik das betriebsfähige Originalfahrzeug als Simulator verwendet. Der Hardware-Aufwand bei diesem Konzept reduziert sich ganz massiv, nämlich auf einen PC, einige Monitoren und Kabel.

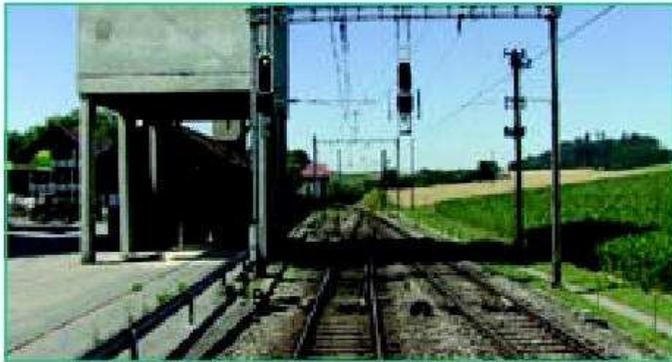
Die ersten Versuche fanden parallel auf einem konventionellen Fahrzeug mit parallelem Zugbus (vielpolige Vielfachsteuerleitung), nämlich der historischen Lötschbergbahn-Lokomotive Ae 4/4 aus dem Jahre 1940, wie auch auf einem modernsten Triebzug mit Fahrzeugleitgerät (Bord-Computer, im folgenden FLG genannt) statt. Dieser letztere, ein Flirt von Stadler Rail für die S-Bahn Alger, wurde im selben Jahr erfolgreich an der Innotrans in Berlin gezeigt.

Nachfolgend sei dieses neuartige Simulationskonzept näher vorgestellt. Für die Perso-

nalschulung bei der Einführung neuer Fahrzeugtypen wie auch bei der Weiterbildung ist es sinnvoll, ein möglichst exaktes Abbild der Bedienoberfläche und der Fahrzeuglogik zu verwenden. Durch die Benutzung des Fahrzeugs selbst als Simulator, ist dies vollständig erfüllt. Selbstverständlich wird der Antriebsstrang abgetrennt und die Federspeicherbremse dauerhaft angelegt. Die dazu notwendigen Engineering-Aufwendungen beim Fahrzeughersteller sind – falls der Simulator schon während der Entwicklungsphase des Fahrzeugs geplant wird – sehr gering. Es



Die historische Lokomotive der Lötschbergbahn in voller Fahrt: zu beachten sind die Geschwindigkeit (80 km/h) und die Fahrmotorströme (vier mal 1200 Ampere). Die Original-Geräusche durch Motorventilation, Kompressor und Stufenschalter tragen zum echten Fahrgefühl bei. Foto Jürg Bolliger



Videodarstellung der Strecke. Die drei (in der Schweiz links vom befahrenen Gleis befindlichen) Signale sind durch Bitmaps überschrieben und können vom Instruktor oder von einem Szenario beliebig verändert werden, mit entsprechender Auswirkung auf die Zugsicherungsmagnete, -balisen und -loops. Printscreen von Führerstandsansicht während Simulation

müssen einzig die Signale von und zum Antriebsstrang und zu einigen wenigen weiteren Komponenten auf den Simulations-PC umgeleitet werden: beispielsweise die Soll-Werte zum und die Rückmeldungen vom Antriebsstromrichter, die Signale von und zur Federbremse und von den Achsgebern (Geschwindigkeit). Umgebungsstörende Komponenten sollen nicht mit Signalen versorgt werden (Sander, Spurkranzschmierung, Scheinwerfer, Magnetschienenbremse usw.). Die restlichen Fahrzeug-Komponenten bleiben im Normalbetrieb, so auch die gesamte Druckluftbrenns-Anlage.

Auf dem Simulations-PC wird nun aus den Stromrichtersollwerten und den Bremszylinderdrücken mittels des Streckenverlaufs die Geschwindigkeit berechnet, die an das Fahrzeug zurückgegeben wird. Zudem können durch den Instruktor oder durch Szenarien Fahrzeugstörungs-Meldungen an das FLG übermittelt werden. Alle Bedien-Elemente und alle Anzeigen inklusive Diagnose-Monitoren sind 1:1 in Betrieb.

Zur Darstellung des Streckenansichts wird im Führerstand ein grosser Monitor vor das Stirnfenster platziert. Als Alternative zu den üblicherweise verwendeten virtuellen Welten können auch Videofilme be-

nutzt werden. Diese werden in beliebiger Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts abgespielt. Da die Signale während einer Videoaufnahme Fahrt naturgemäss meistens auf Fahrt stehen – was zum Üben von besonderen betrieblichen Situationen nicht immer erwünscht ist – werden sie durch vom Instruktor oder Szenarien veränderbare Bitmaps überschrieben. Die Videofilme werden einzelbildweise verwendet, damit ist es auch sehr einfach möglich, verschiedene Fahrstrassen mit dieser Methode darzustellen. Mit den aus der virtuellen Simulationswelt bekannten Objekten

können z.B. auch Gegenzüge im Film eingeblendet werden, welche in Realität (während der Videoaufnahme) nicht vorhanden waren. Eine Video-Darstellung ist im Vergleich zur virtuellen Welt wesentlich günstiger und schneller zu realisieren. So wurde z.B. für die Innotrans 08 die ganze Strecke Thénia-Alger der Algerischen Staatsbahn (47 km) am 15.9.2008 gefilmt und der bearbeitete und synchronisierte Film samt virtuellen Gegenzügen auf dem Simulator in Berlin ab dem 23.9. eingesetzt. Die Einführung neuer Situationen (z.B. Baustellen) auf einem Simulator ist demnach innerhalb einiger weniger Tage möglich geworden.

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

Der Zugsicherungsrechner auf dem Fahrzeug ist nicht zugänglich, d.h. dessen Funktionalität muss auf dem Simulations-PC nachgebildet werden. Die Endgeräte der Zugsicherung (Zugdateneingabe, Anzeigen und Quittierschalter) können teils direkt vom Simulations-PC ge-

lesen oder mit Daten gespeist werden oder durch einen vor die Originale gestellten Touch-Screen ersetzt werden.

Jüngste Beispiele solcher Simulatoren sind die sehr komplexen, für gemischten Zahnrad- und Adhäsionsbetrieb gebauten Triebzüge der Schweizer Zentralbahn (Inbetriebnahme 2013) inkl. der Zugsicherung ZSI127 mit Geschwindigkeits- und Bremskurvenüberwachung sowie die neuen Zweispannungs-Triebzüge der Sihltal-Zürich-Uetliberg-Bahn (Inbetriebnahme 2014).

Prof. Dr. Ing. Hansjürg Rohrer  
 Berner Fachhochschule -  
 Technik und Informatik  
 Quellgasse 21  
 CH-2500 Biel  
[www.locsim.ch](http://www.locsim.ch)

## Literatur

Simulatoren für die Lokomotivführer- und Triebfahrzeugführer- Ausbildung bei Schweizerischen Privatbahnen. Schweizer Eisenbahn-Revue, Juli 2009

Simulators for training locomotive drivers of Swiss private railways. Railway Update, 11-12/2009



Eingerichteter Simulator auf einem Doppelstockzug KISS von Stadler Rail mit Monitor für Führerstandsansicht am Stirnfenster