

Das Führerstands Simulationsprogramm LOCSIM am Beispiel des Ausbildungssimulators von RAILplus

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

- Führerpult,
- Fahrzeug-Steuerung (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 entsprechenden Komponenten des RAILplus-Simulators sind:

Ein Führerpult, welches sämtliche Bedien- und Anzeigeelemente der beteiligten Bahnen umfasst (also die üblichen Schalter für Inbetriebsetzung, Fahrrichtungswahl, Zug- und Bremskraft, aber auch z.B. Zahnrad-Betriebsartenwahl, Signal-Ansteuerung usw. sowie Tachometer, diverse Manometer, Zugkraftanzeige und eine Vielzahl von Meldelampen). Alle diese Elemente sind an eine SPS angeschlossen, welche ohne eigene Intelligenz die Signale auf einen bzw. von einem RS232-Bus umformt, welcher mit dem Simulations-PC verbunden ist.

Die Fahrzeugsteuerung ist mit Ausnahme der mechanischen Verriegelung zwischen Inbetriebsetzungs-, Wende- und Fahrschalter vollständig auf dem PC implementiert. Ebenso werden der Antriebsteil (Bestimmung Zugkraft aus Schalterstellungen, Fahrleitungsspannung und Geschwindigkeit) wie auch die Hilfsbetriebe (z.B. 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 Einrichtungen in den Ausführungen von SBB und Schmalspurbahnen. Dazu sind im Führerpult ein Quittierschalter und die bei RhB üblichen drei Leuchten eingebaut.
- Linienleiterzugsicherung ZSL90 von RBS und WSB. Die beiden im Führerstand notwendigen Geräte (Eingabe und Anzeige) sind als Originale im Führerpult eingebaut und werden über eine separate RS232-Leitung und einen Umsetzer vom PC gesteuert.
- Zugsicherung ZSI127 von ZB und BDWM. Auch hier sind die beiden im Führerstand notwendigen Geräte (Eingabe und Anzeige) als Originale im Führerpult eingebaut und werden über eine separate RS232-Leitung und einen Umsetzer vom PC gesteuert.

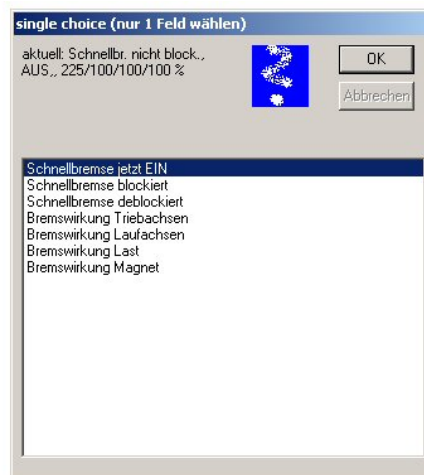
Da der RAILplus-Simulator vor allem der Nachbildung von besonderen betrieblichen Situationen dient, wird die Fahrstrecke in einer virtuellen 3D-Landschaft dargestellt. Längs dieser Fahrstrecke können in beliebiger Reihenfolge und Distanz reale Bahnhofsanlagen der beteiligten Bahnen aneinandergereiht werden. Die Strecke sollte aus diesem Grunde keine

grossen Steigungen und vor allem keine Tunnels 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 von Microsoft TrainSimulator 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 Führerstands ausblicks erfolgt mittels der betriebssystem-unabhängigen Grafik-Sprache OpenGL. Neben dem Vorausblick des Lokführers 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 wird 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 sind die Stellungen der ortsfesten Signale und die Stirnbeleuchtung von Gegenzügen beliebig veränderbar. 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, Haltanforderung, Notbremsanforderung) ist ebenfalls möglich.



Dialog für Störungs-Eingabe

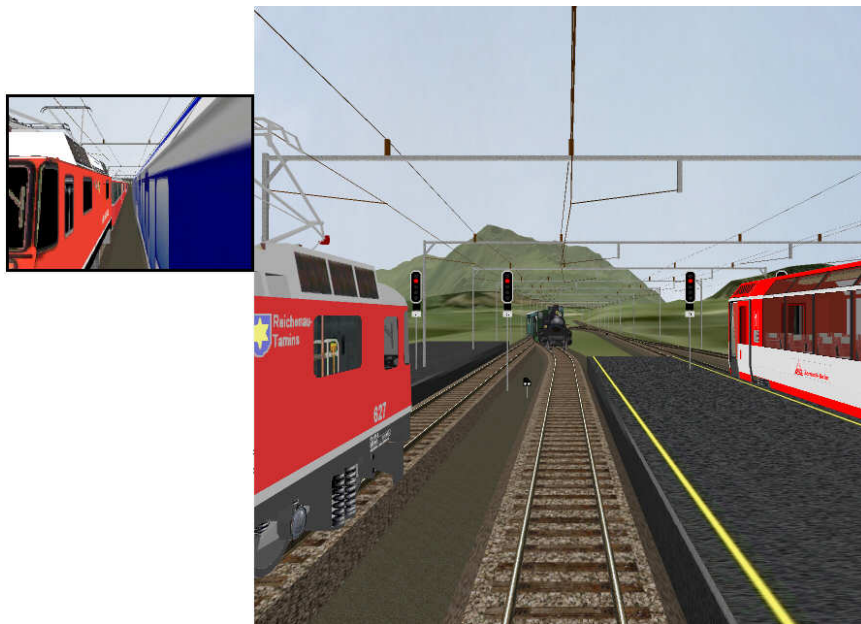
LOCSIM Der Loksimulator für Führerstandsimulationen und Zuglaufrechnungen



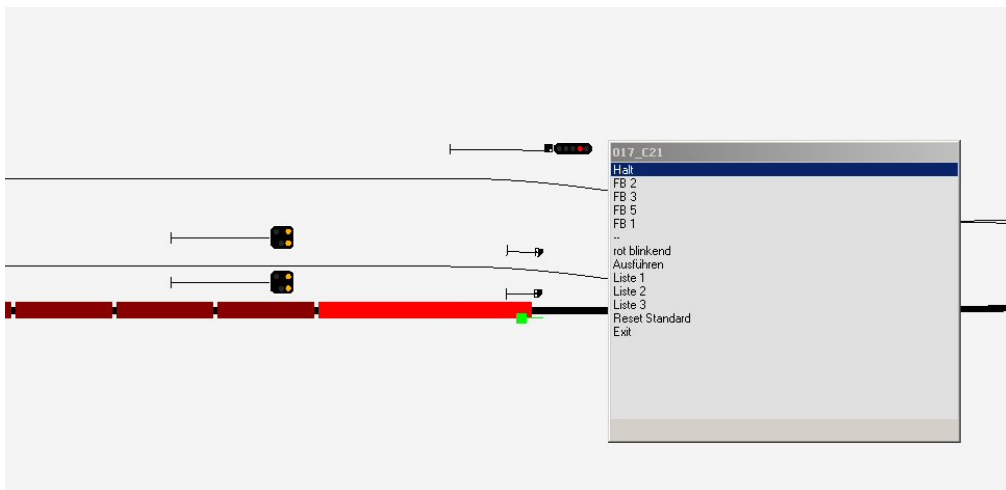
Gleisplan mit Signalen und anderen Zügen

dicke Linie: Fahrweg des simulierten Zuges

hellrot: simuliertes Triebfahrzeug; dunkelrot: andere Züge; grüner Zeiger: Führerposition und -blickrichtung

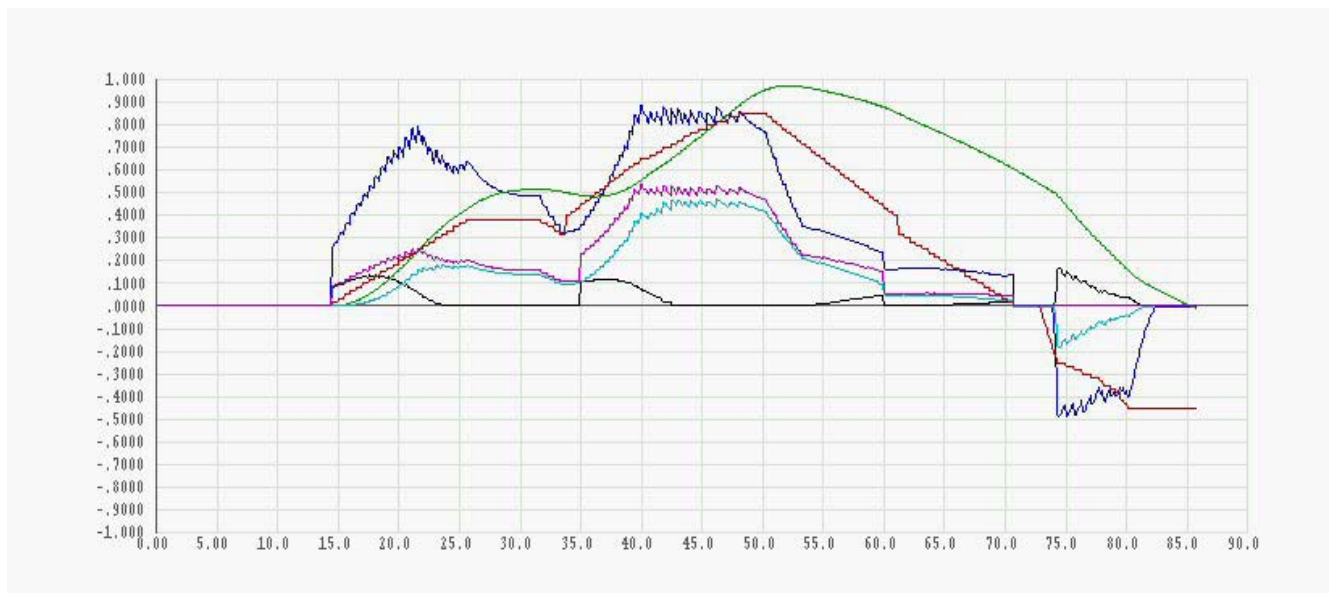


gleiche Situation im 3D-Bild (Führerstand-Ausblick) und Rückspiegel



Auswahlliste zur Veränderung der Signalstellung (am Beispiel des gezeigten Hauptsignals)

Das Simulationsprogramm LOCSIM läuft unter Windows XP und benötigt einen gut ausgebauten handelsüblichen PC, d.h. mit schnellem internem Bus, schnellem Harddisk-Zugriff sowie einer Graphik-Karte mit 3D-Beschleuniger. Die Bildaufbereitungsrate variiert zwischen 15 und 40 Bildern/Sekunde, abhängig von der Kompliziertheit der darzustellenden Situation (der untere Wert gilt für vielgleisige Bahnhofsanlagen). Während der Simulation werden sämtliche physikalischen Grössen (wie Geschwindigkeit, Zugkraft, Strom) und alle Schalthandlungen und Grenzen (wie Fahrshalterstellung, Totmannpedal, zulässige Geschwindigkeit) in einer Datei gespeichert. Nach beendeter Simulationsfahrt können diese Grössen graphisch oder tabellarisch angezeigt oder in andere Auswerteprogramme (z.B. Excel) exportiert werden.



Anfahrt und Abbremsen eines Gleichstromtriebwegens
grün: Geschwindigkeit; rot: Fahrstufe; blau: Motorstrom
violett: Leistung an Stromabnehmer; hellblau: Leistung am Rad; schwarz: Verluste im Vorwiderstand
in Funktion der Zeit

Das richtige Funktionieren des Programms LOCSIM wurde durch verschiedene vergleichende Messfahrten verifiziert (Energiemessungen auf den AB-/SGA-BDeh 4/4 11-17, Fahrzeit- und Temperaturmessungen auf den RBS-Be 4/8 41-62 Mandarinli, Rekuperationsmessungen auf den ABDe 4/4 11-16 der Mittelthurgaubahn, Fahrstrom-Messungen auf den Be 8/8 21-32 der Forchbahn, Fahrzeit- und Zugkraftmessungen auf den Re 460 der SBB auf der Strecke Vevey-Puidoux, Energie- und Erwärmungsmessungen auf den GTW1 und GTW2 von Thurbo).

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