

# ETCS-Modellanlage für die Aus- und Weiterbildung

## ETCS model layout for initial and advanced training

RICHARD KAHL

**Abb. 1:** ETCS Versuchs- und Simulationsanlage  
**Fig. 1:** ETCS experimental and simulation layout



Das europäische Zugbeeinflussungssystem ETCS gewinnt spätestens seit der Eröffnung der Neubaustrecke Erfurt – Halle/Leipzig auch in Deutschland zunehmend an Popularität. Seit etwa 2010 ist die Professur für Verkehrssicherungstechnik der Technischen Universität (TU) Dresden bestrebt, ihr Sicherheitstechnisches Labor (SIL) um diese Technologie zu erweitern. Deshalb wurde ein Versuchsstand geschaffen, der ETCS-Funktionen demonstriert, wodurch für Studenten und Weiterbildungsteilnehmer ein anschauliches System zur Erlangung des Verständnisses eines modernen Zugbeeinflussungssystems besteht.

Die Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ ist eine von insgesamt 14 Fakultäten an der TU Dresden. Sie ging 1992 aus der ehemaligen Hochschule für Verkehrswesen (HfV) hervor und verfügt über ein breites Spektrum an Laboren, um Studieninhalte praktisch

As a system of automatic train control, the European Train Control System (ETCS) has been increasingly gaining popularity in Germany too, at the latest since the opening of the newly constructed railway line between Erfurt and Halle/Leipzig. Since around 2010, the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology at the Dresden University of Technology has been working hard on expanding its Signalling Laboratory to include this technology. For that reason, it has created an experimental facility for demonstrating the functions of ETCS, so that students and participants undergoing advanced training now have a clearly laid out system available to them for learning to understand the workings of a modern automatic train control system.

The Dresden University of Technology runs a total of 14 faculties, and one of them is the “Friedrich List” Faculty of Transport Sci-

zu vermitteln, wie z. B. das Integrierte Eisenbahnlabor (IEL) oder das Labor Bahnenergieversorgung.

Teil des IEL ist das Sicherungstechnische Labor (SIL) der Professur für Verkehrssicherungstechnik. Hier sind originale Komponenten der Eisenbahnsicherungstechnik für Forschung und Lehre zusammengetragen. Zur Verfügung stehen beispielsweise zwei Relaisstellwerke, mehrere Bahnübergangssicherungsanlagen und eine Fahrzeugeinheit der PZB 90 inklusive verschiedener Gleismagnete. Weiterhin sind verschiedene Gleisfreimeldetechniken und eine ETCS-Versuchs- und Simulationsanlage vorhanden, auf die später noch eingegangen wird. 2015 wurde das SIL um einen Signalgarten erweitert, in dem originale Signale der Eisenbahn funktionstüchtig zu sehen sind (Abb. 2).

### ETCS – das zukünftige Zugbeeinflussungssystem

Unter dem European Train Control System (ETCS) versteht man ein europaweit vereinheitlichtes Zugbeeinflussungssystem, das zukünftig die vielen unterschiedlichen Systeme der einzelnen Länder ablösen wird. ETCS ist dabei ein Teilprojekt des European Rail Traffic Management System (ERTMS) und soll einen erheblichen Beitrag zur Harmonisierung des grenzüberschreitenden Bahnverkehrs in Europa leisten. Hauptziel ist die europäisch durchgängige Interoperabilität von Fahrzeugen und Infrastruktur.

### Ausrüstungsstufen (Level)

Um die ETCS-Migration zu erleichtern, wurden mehrere Ausrüstungsstufen (Level) definiert. Dies ermöglicht eine schrittweise Einführung und gleichzeitig eine individuelle Anpassung an bestehende Techniken (Class-B-Systeme). Als Übertragungsmedien für Führungsdaten dienen Eurobalisen im Gleis und/oder Mobilfunk (GSM-R). Ein weiterer Vorteil liegt in der möglichen Führerraumsignalisierung, die in Verbindung mit einer kontinuierlichen Datenübertragung den Verzicht der ortsfesten Signalisierung ermöglicht. Die Zielarchitektur



**Abb. 2:** Signalgarten im SIL der TU Dresden

**Fig. 2:** The signal garden attached to the Safety Systems Laboratory at the Dresden University of Technology

ences. It was created in 1992 through the transformation of the former “Technical College for Transport Studies” (HfV or “Hochschule für Verkehrswesen”) and features a broad spectrum of laboratories for conveying course contents in a practical way; these include, for example, the Integrated Railway Laboratory and the Railway Energy Supply Laboratory.

The Signalling Laboratory (“SIL” for short or “Sicherungstechnische Labor”) is part of the faculty’s Integrated Railway Laboratory. It possesses an extensive inventory of original components from railway safety equipment, which are used in both research and teaching. Examples of the available equipment are two relay-operated interlocking units, several level-crossing protection modules and a PZB 90 on-board unit, complete with various track magnets. There are also various clear-track signalling systems and an ETCS experimental and simulation layout, which is the principal subject of this contribution (see below). In 2015, a signal garden was added to the laboratory; there it is possible to learn about original railway signals in working order (Fig. 2).

### ETCS – the automatic train control system of the future

The European Train Control System (ETCS) is a unified system of train protection for the whole of Europe that is destined in future to replace the many differing systems in the individual countries. ETCS is a part-project within the European Rail Traffic Management System (ERTMS) and is intended to make a considerable contribution to the harmonisation of cross-border railway traffic in Europe. The central aim is to achieve uninterrupted interoperability of rolling stock and infrastructure throughout Europe.

### Levels

In order to make migration to ETCS easier, several different levels have been defined. They make it possible to introduce ETCS in stages and, at the same time, to make individual adaptations to legacy technologies (class-B systems). The transmission media for control data are track-mounted Eurobalises and/or mobile radio (GSM-R). One further advantage of ETCS is the possible use of cab signalling, which, in combination with the continuous transmission of data, makes it possible to get by without trackside signals. The ultimate architecture is known as “ETCS Level 3”. It includes permanent monitoring of a train’s integrity and can thus dispense with conventional clear-track signalling and also the practice of dividing railway lines into fixed-length blocks, which has been the usual situation up until the present. That opens the way for “moving block” operations.

### ETCS in Germany

For the foreseeable future, however, only two forms of ETCS are going to be used on the railway network operated by Deutsche Bahn (DB). ETCS Level 2 is going to be used for lines with speeds higher than 160 km/h and also for lines that have to meet up to high performance demands. In this configuration, GSM-R connections are used for communications between trains and radio block centres (RBCs). The RBC manages the movement of trains within the territory under its control and issues an appropriate movement authority for every single train movement. At this level, Eurobalises are only needed for transmitting special route properties and for tracking the locations of trains.

It is a matter of fact that to equip the railway for ETCS Level 2 calls for extensive modifications to be made to interlocking systems and the GSM-R equipment. For that reason, it is envisaged that some lines will be equipped with ETCS Level 1 Limited Supervision (L1 LS), which makes the integration of ETCS easier. L1 LS, which for the purposes of the Deutsche Bahn network is referred to as “ETCS with trackside signals”, amounts to emulating the PZB class-B system using ETCS components,

stellt ETCS Level 3 dar. Hierbei kann durch eine ständige Prüfung der Zugintegrität auf die herkömmliche Gleisfreimeldung und dadurch auf die derzeit übliche Einteilung in feste Blockabschnitte verzichtet werden. Fahrten im wandernden Raumabstand (Moving Block) werden dadurch möglich.

### ETCS in Deutschland

Im Streckennetz der Deutschen Bahn (DB) werden in absehbarer Zukunft allerdings nur zwei Ausprägungen von ETCS umgesetzt. Für Strecken mit Geschwindigkeiten von mehr als 160 km/h sowie bei Strecken höchster Leistungsanforderung wird ETCS Level 2 verwendet, wobei das Fahrzeug durch eine GSM-R-Verbindung mit dem Radio Block Centre (RBC) kommuniziert. Das RBC verwaltet die Zugfahrten im Einzugsbereich und gibt für jede Fahrt eine entsprechende Movement Authority. Eurobalisen werden hier nur zur Übertragung von speziellen Streckeneigenschaften und zur Ortung des Fahrzeugs benötigt.

Da für die Ausrüstung von ETCS Level 2 umfangreiche Änderungen des Stellwerks und der GSM-R Ausrüstung notwendig sind, wird für einige Strecken Level 1 Limited Supervision (L1 LS) vorgesehen und damit die Integration von ETCS erleichtert. L1 LS, im Netz der DB als ETCS signalgeführt bezeichnet, stellt eine Nachbildung des Class-B-Systems PZB mit ETCS-Komponenten dar und benötigt somit keine Umbaumaßnahmen an der vorhandenen Stellwerkstechnik. Der Triebfahrzeugführer richtet sich weiter nach der ortsfesten Signalisierung; die zulässige Geschwindigkeit sowie die Fahrt auf Halt zeigende Signale werden durch das ETCS Bordgerät überwacht. Die Informationsübertragung von der Strecke zum Fahrzeug erfolgt diskontinuierlich durch schaltbare Balisen, die die Informationen in der Regel über eine Lineside Electronic Unit von den Signalen abgreifen.

### ETCS an der Professur für Verkehrssicherungstechnik

Die Professur für Verkehrssicherungstechnik kann auf jahrzehntelange Erfahrungen in der Vermittlung von Wissen im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik zurückblicken. Der Lehrstuhlinhaber, Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf, ist beispielsweise bei der Einführung von ETCS Level 2 ohne Signale auf den Neu- und Ausbaustrecken Erfurt – Leipzig/Halle (VDE 8.2) und Erfurt – Nürnberg (VDE 8.1) als Systemgutachter tätig. Speziell durch die theoretischen und praktischen Erfahrungen von Dr.-Ing. Ulrich Maschek im Bereich der LST-Planung werden die Besonderheiten bei der Umsetzung von ETCS-Planungen bearbeitet. Die spezifischen Inhalte ermöglichen ein universitäres und dennoch praxisorientiertes Studium, das mit der Erstellung einer Diplom- oder Masterarbeit abschließt. So wurden z. B. die Herausforderungen des Flankenschutzes unter ETCS Level 2 ohne Signale oder des Projektes Stuttgart 21 bearbeitet. Ein weiterer Bestandteil der universitären Arbeit ist die Forschung, die seit Beginn der Einführung von ETCS an der Professur durchgeführt wird. Aktuell werden z. B. eine Wissensmanagementplattform für ETCS (ETCSwiki) sowie die Anforderungen für den Einsatz von ETCS auf Nebenbahnen bearbeitet. Zudem wurden im Rahmen eines Industrieprojektes Schnittstellen für RBC definiert und ein ETCS-Lehrfilm zur Neubaustrecke VDE 8.2 produziert.

### ETCS-Planungskurs

#### Bedarf

Seit Mitte der 2000er Jahre stehen im Netz der DB die Realisierung von ETCS-Strecken im Fokus. Hierfür sind besonders LST-Fachplaner erforderlich, die mit ETCS und deren Planung vertraut sind. Da allerdings bei einem sehr jungen System kaum Erfahrungen aus vergangenen Projekten vorhanden sind, besteht keine Möglichkeit für den Wissenstransfer innerhalb des Planungsunternehmens. Zudem stehen dem Fachplaner aktuell keine vollständigen Regelwerke zur Verfügung und eine Planung erfolgt bislang auf projektspezifisch freigegebenen Entwürfen. Ausgehend von der Forderung nach

and it is thus not necessary to carry out conversion work on the legacy interlocking equipment. Train drivers continue to follow the instructions of trackside signals in fixed locations, while the ETCS on-board unit monitors speeds and approaches to signals at danger. The transmission of information from the track to the train is intermittent through switchable balises, which pick up the information from the signals usually through lineside electronic units.

### ETCS at the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology

The Dresden faculty can look back over decades of experience in imparting knowledge in the field of control-command and safety systems. Its current head, Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf, is active, for instance, as a systems expert for the introduction of ETCS Level 2 without signals on the partly new, partly upgraded lines between Erfurt and Leipzig/Halle (VDE 8.2) and Erfurt and Nuremberg (VDE 8.1). The theoretical and practical experience of Dr.-Ing. Ulrich Maschek in the planning of control-command and safety systems in particular is proving of value in processing the specialities involved in the implementation of ETCS planning tasks. The specific course contents allow an academic study to be practically focused and, at the same time, to culminate in the submission of a bachelor's or master's thesis. Two example of subjects processed recently have been protection against sidelong collisions under ETCS Level 2 and the Stuttgart 21 project. A further component of the academic work is the research which the faculty has been carrying out since the first steps were taken towards the introduction of ETCS. The work-in-progress at present includes a knowledge management platform for ETCS (ETCSwiki) and the requirements for deploying ETCS on secondary lines. On top of that, the faculty has worked on an industrial project to define RBC interfaces and has produced an educational film about ETCS in connection with the new VDE 8.2 railway line.

### Course in ETCS planning

#### Need

Since halfway through the first decade of the 21st century, there has been a focus in Deutsche Bahn's network on implementing ETCS lines. This represents a particular challenge for specialist planners of control-command and safety systems, who are familiar with ETCS and its planning. With a very young system, however, there is hardly any experience from past projects to draw on, so there is no possibility for the transfer of knowledge within the planning operation. A further difficulty is that at present there are no complete sets of rules available for specialist planners, and planning to date has been based on drafts approved on a project-specific basis. Taking the demand for ETCS planners as its starting point, an advanced training programme for planners of control-command and safety systems was initiated, and it was the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology that was entrusted with drawing up the technical particulars.

#### Requirements

In order to ensure that the training of ETCS planners met up to the users' needs, DB Engineering & Consulting and the German railway infrastructure manager, DB Netz, were asked to participate in the development of the course. The developers defined which items of knowledge the planners would need to have and concentrated to begin with on the current applications of ETCS L1 LS and ETCS Level 2. They also agreed that all the possible transitions between the various systems of automatic train control should be covered by the course as well.

ETCS-Planern wurde ein Weiterbildungsprogramm für LST-Planer initiiert deren fachliche Erarbeitung von der Professur für Verkehrssicherungstechnik vorgenommen wurde.

**Anforderungen**

Um bei der Ausbildung von ETCS-Planern den Bedürfnissen der Anwender gerecht zu werden, wurden DB Engineering & Consulting sowie das deutsche Eisenbahninfrastrukturunternehmen DB Netz in die Kursentwicklung einbezogen. Es wurden die benötigten Kenntnisse der Planer definiert, wobei das Hauptaugenmerk vorerst auf den aktuellen Anwendungen von ETCS L1 LS und ETCS Level 2 liegt. Weiterhin sollten alle möglichen Übergänge zwischen Zugbeeinflussungssystemen (Transitionen) betrachtet werden.

**Konzept**

Das Ergebnis aus den Bestrebungen der drei Projektpartner

- Dresden International University als Bildungsträger und Koordinator,
- Eisenbahninfrastrukturunternehmen und deren Planer als Bedarfsträger und
- Professur für Verkehrssicherungstechnik als fachlicher und didaktischer Kompetenzträger,

ist ein fünftägiges Weiterbildungsprogramm mit vier Themengebieten und 32 Lehreinheiten (Abb. 3). Es baut auf dem Wissen eines LST-Fachplaners auf und erweitert somit dessen Einsatzspektrum. Einleitend wird das System ETCS ausführlich erläutert, um allen Teilnehmern den gleichen Wissensstand zu vermitteln, da für die Durchführung von ETCS-Planungen ein vertieftes Systemwissen zweckmäßig ist. Nachfolgend wird die Planung von Strecken mit ETCS Level 1 LS, einschließlich der Transitionen von und nach PZB, vermittelt und abschließend in einer Musterplanung unter Beratung des Trainers selbständig vertieft. Die gleiche Vorgehensweise wird auch bei der Planung von Level 2 angewendet. Die Datenpunktplanung bildet dabei den zentralen Bestandteil und wird ebenfalls in einer Übung umgesetzt. Insgesamt müssen durch die angehenden ETCS-Planer selbständig rund 80 verschiedene Datenpunkte für Level 2 positioniert und dimensioniert werden. Aber auch das Vorgehen bei Leveltransitionen von und nach Level 2 und bei eventueller Doppelausrüstung mit dem Class-B-System LZB wird betrachtet.

Unterstützt wird die theoretische Erläuterung der Planungsschritte durch zwei innovative Lehrmethoden. Eine stellt dabei der Praxistag dar, an dem LST-Planer, die bereits Erfahrungen mit ETCS-Planungen sammeln konnten, ihr praxisbezogenes Wissen präsentieren. In der Regel werden dabei laufende Projekte und deren Lösungen vorgestellt und erörtert oder auftretende Problemstellungen in der Lehrgangsguppe einschließlich des Trainers diskutiert. Somit wird dem Teilnehmer zusätzlich zum expliziten Wissen aus Regelwerken auch implizites Wissen aus der Praxis vermittelt.

**Concept**

The three project partners were:

- Dresden International University as the entity providing the training and as the coordinator,
- Railway infrastructure managers and their planners as those in need of the training, and
- The Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology as the source of subject and didactic expertise.

Together, they assembled a five-day advanced training programme covering four subject areas and divided into 32 tuition units (Fig. 3). It builds on the knowledge of a specialist planner in control-command and safety systems and thereby extends their deployment spectrum. The course begins with an in-depth explanation of ETCS as a system to impart the same level of knowledge to all participants, since a thorough knowledge of the system makes sense for performing ETCS planning. The participants then go on to learn about planning railway lines with ETCS Level 1 LS, including the transitions from and to PZB, and after that they autonomously plan a sample project in detail, guided by advice from their trainers. The same procedure is then applied for the planning of Level 2 as well. Planning the data points constitutes a central component at this stage and is also put into practice in an exercise. The aspirant ETCS planners are required to position and dimension around 80 different data points for Level 2 autonomously. The course also looks into the procedure for transitions from and to Level 2 and at the possible case of lines with dual equipment with LZB as the class-B system as well.

The theoretical explanation of the planning stages is supported by two innovative teaching methods. One of these represents the "practical day", during which the CCS planners, who will already have been able to accumulate some experience with ETCS planning, present their practically focused know-how. This usually involves the presentation and discussion of ongoing projects and their solutions, or it may be that problems that have arisen are discussed by the whole group of participants along with their trainer. The effect of that is that participants acquire not only explicit knowledge from the rulebooks but also implicit knowledge from practice.

**ETCS experimental and simulation layout**

Another method involves the use of a specially developed ETCS experimental and simulation layout as a part of the Signalling Laboratory; it is comprised of a model railway layout and a modified model railway vehicle. In order to arrange a demonstration that would be easy to follow and suitable for use in a laboratory, it was essential to reduce the scale of the ETCS system, which would have been an impossible undertaking without

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
1. DS		ETCS allg. Spezifikation	Planung L1 LS	Planung Level 2	Praxistag
2. DS		ETCS allg. Spezifikation	Planung L1 LS	Planung Level 2	Praxistag
3. DS	ETCS allg. Spezifikation	ETCS allg. Spezifikation	Planung L1 LS	Planung Level 2	
4. DS	ETCS allg. Spezifikation	Allg. Aspekte der ETCS Planung	Planung Level 2	Planung Level 2	

**Abb. 3:** Inhalte des ETCS-Planungskurses  
**Fig. 3:** Syllabus of the ETCS planning course

### ETCS-Versuchs- und Simulationsanlage

Eine weitere Methode ist der Einsatz einer speziell entwickelten ETCS-Versuchs- und Simulationsanlage als Bestandteil des SIL, die aus einer Modellbahnanlage und einem modifizierten Modellbahnfahrzeug besteht. Um eine anschauliche Demonstration innerhalb des SIL zu ermöglichen, musste das System ETCS in einen kleineren Maßstab gebracht werden, was nicht ohne Veränderungen der Systemstruktur einhergehen konnte. Daher wurde eine Modellbahn der Nenngröße II (Maßstab 1:22,5) gewählt und das verwendete Fahrzeug technisch erweitert. Die Strecke hat dabei eine Länge von umgerechnet rund 8 km im Längenmaßstab 1:200 und verfügt über mehrere Weichenverbindungen. Ziel des Versuchsstandes ist, das System ETCS in verschiedenen Anwendungsumgebungen (Level, Betriebsmodus) darzustellen und ein tieferes Verständnis anschaulich herzustellen. Hierfür ist die Gleislage so gewählt worden, dass unterschiedliche Situationen (freie Strecke, Bahnhof, Stumpfgleis, Überleitstelle) realisiert werden können und ein möglichst flexibler Einsatz gewährleistet ist.

Das Modellbahnfahrzeug (Abb. 4) verfügt über eine Leseantenne sowie eine WLAN-Schnittstelle zum Fahrzeugrechner, der aus praktischen Gründen außerhalb des Fahrzeugs untergebracht ist. Wesentlicher Bestandteil des Versuchsstandes sind miniaturisierte Balisen (Abb. 5), die im Gleis verlegt werden können und ausreichend Speicherplatz für originale Balisenprotokolle bieten. Die Balisen werden durch das Modellfahrzeug selbständig ausgelesen und an den Laborrechner/Fahrzeugrechner übertragen und verarbeitet. Somit verfügt das Fahrzeug funktional betrachtet über die gleichen Schnittstellen wie ein reales ETCS-Fahrzeug und kann auch so betrieben werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Informationen aus dem ETCS Fahrzeugrechner, die sonst nicht sichtbar sind, dem Beobachter zu visualisieren. Das betrifft z. B. die Überwachungskurven oder die eingehenden Datenströme aus Balise bzw. RBC.

Der Laborrechner verfügt über eine selbst entwickelte Software, die das System anhand der Spezifikationen nachbildet. Dem Beobachter werden so beispielsweise Informationen der Führerraumanzeige (Driver-Machine-Interface, DMI) angezeigt. Weiterhin können über das simulierte RBC Fahrbefehle (Movement Authority) generiert und an das Fahrzeug übermittelt werden. Das RBC befindet sich noch in der Entwicklungsphase und wird zukünftig, getreu dem Vorbild, komplexere Aufgaben übernehmen. Durch spezielle Unterprogramme ist es möglich, Systemgrößen (Geschwindigkeit, Position oder Datenströme) zu dokumentieren und anschließend auszuwerten.

making modifications to the system structure. Scale II (= 1:22.5) was therefore chosen for the model railway, and technical additions were made to the vehicle used. The length of the track corresponds to roughly 8 km and its longitudinal scale is 1:200. The layout track incorporates several points. The aim of the experimental facility is to present the ETCS system in various application environments (levels and operating modes) and to instil a deeper understanding of it through visual impressions. The track has been laid out in such a way as to create different situations (open track, station, dead-end track and crossover) and to ensure that it can be used as flexibly as possible.

The model railway vehicle (Fig. 4) has a read-only antenna as well as a WLAN interface to the "on-board" computer, which, for purely practical reasons, is not installed on board at all. One key component of the experimental facility is the miniaturised balises (Fig. 5), which can be inserted in the track and which offer sufficient storage capacity for original balise protocols. The balises are read out autonomously by the model train itself and loaded into the laboratory/on-board computer for processing. In functional terms, the vehicle has the same interfaces as a real ETCS vehicle and can be operated as such. There is also the possibility of visualising information from the ETCS on-board computer, which would not normally be visible, for the benefit of observers. That includes, for instance, the monitoring curves or the incoming data flows from a balise or RBC.

The laboratory computer runs a program developed in-house, which emulates the system, adhering to the specifications. It can, for instance, be used to show observers the information from the driver-machine interface (DMI). It can also generate movement authorities through the simulated RBC and transmit them to the train. The RBC is still in its development phase and in future will be able to assume more complex tasks, as an accurate reflection of the original. Special sub-programs are able to document and subsequently evaluate system parameters (speed, position or data flows). The experimental layout also offers the possibility of "pausing" movements for a short period of time and of "freezing" all the information and displays. It is thus possible to discuss and question the system behaviour at characteristic points. That is particularly valuable when disruptions occur, such as the loss of the GSM-R connection or if the train exceeds the permitted speed. Development work is currently underway on replicating various level transitions (Fig. 6). Here the observer is able to act



**Abb. 4:** Modellfahrzeug mit Leseantenne  
**Fig. 4:** Model train with a read-only antenna



**Abb. 5:** Frei positionierbare Modellbalise im Gleis  
**Fig. 5:** Model balise that can be positioned at will anywhere within the track



**Abb. 6:** Screenshot: Simulation von Levelwechsel L2 nach L1 LS

**Fig. 6:** Screenshot: simulation of the level transition from L2 to L1 LS

Ebenso gibt die Versuchsanlage die Möglichkeit, Fahrten kurz zu stoppen und dabei alle Informationen und Anzeigen „einzufrieren“. Das Systemverhalten kann so an charakteristischen Punkten diskutiert und hinterfragt werden. Dies gilt besonders bei Störsituationen wie beispielsweise dem Verlust der GSM-R Verbindung oder die Überschreitung der zulässigen Geschwindigkeit. Aktuell befinden sich die Nachbildungen verschiedener Leveltransitionen in der Entwicklung (Abb. 6). Hier kann der Beobachter als Triebfahrzeugführer agieren und die notwendigen Bedienungen durchführen, wobei ebenfalls die Simulation von Störszenarien möglich ist. Im ETCS-Planungskurs haben die angehenden Fachplaner die Möglichkeit, kleine Planungsszenarien selbst vorzubereiten und zu testen. Die frei positionier- und programmierbaren Balisen werden dafür an den notwendigen Positionen im Gleis verlegt und eventuelle Varianten können diskutiert und erprobt werden.

### Zusammenfassung

Voraussetzung für eine zeitgemäße Ausbildung sind zum einen moderne Lehrinhalte, mit kompetenten Dozenten und einem realistischen Bezug zur Praxis, sowie innovative und zeitgemäße Einrichtungen, um die vermittelten Inhalte zu veranschaulichen. Hierfür steht an der TU Dresden unter anderem das SIL zur Verfügung. Durch die vorhandenen Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik ist ein effektives Studium der Systeme umsetzbar. Die neue ETCS-Versuchs- und Simulationsanlage der Professur für Verkehrssicherungstechnik ermöglicht den Einblick in ein modernes und zukunftssträchtiges Zugbeeinflussungssystem und leistet somit einen Beitrag für die gute Ausbildung von Ingenieuren und stetig weiterentwickelte Fachplaner. ■

as the driver and perform the necessary operations, and here too it is also possible to simulate disruptive scenarios.

The aspirant specialist planners attending the ETCS planning course have the possibility of preparing and testing short planning scenarios themselves. For that purpose, the balises, that can be freely positioned and programmed, are inserted in the appropriate positions in the track and possible variants can be discussed and tried out.

### Conclusion

The preconditions for up-to-date training are, firstly, modern course contents, competent lecturers and a realistic closeness to the practical world and, secondly, innovative, modern equipment for presenting the course contents in a way that facilitates understanding. The facilities available for that purpose at the Dresden University of Technology include the Safety System Laboratory. Because it incorporates real components from control-command and safety equipment, the effective study of the systems becomes a reality. The new ETCS experimental and simulation layout at the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology makes it easier to gain an insight into a modern system of automatic train control with a promising future ahead of it and thus makes a contribution to the sound training of engineers and specialist planners undergoing continuous in-service training. ■



Informationen zur Professur für Verkehrssicherungstechnik | Information about the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology  
[www.tu-dresden.de/vst](http://www.tu-dresden.de/vst)



Informationen zum angebotenen Weiterbildungsprogramm | Information about the programme of continuing education on offer there  
<https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/wb/kursangebot>



Informationen zur Dresden International University (DIU) | Information about the Dresden International University (DIU)  
<http://www.di-uni.de>



#### Dipl.-Ing. Richard Kahl

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Verkehrssicherungstechnik, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ | Scientific employee at the Chair of Railway Signalling and Transport Safety Technology, „Friedrich List“ Faculty of Transport Sciences, TU Dresden | Dresden University of Technology  
[richard.kahl@tu-dresden.de](mailto:richard.kahl@tu-dresden.de)