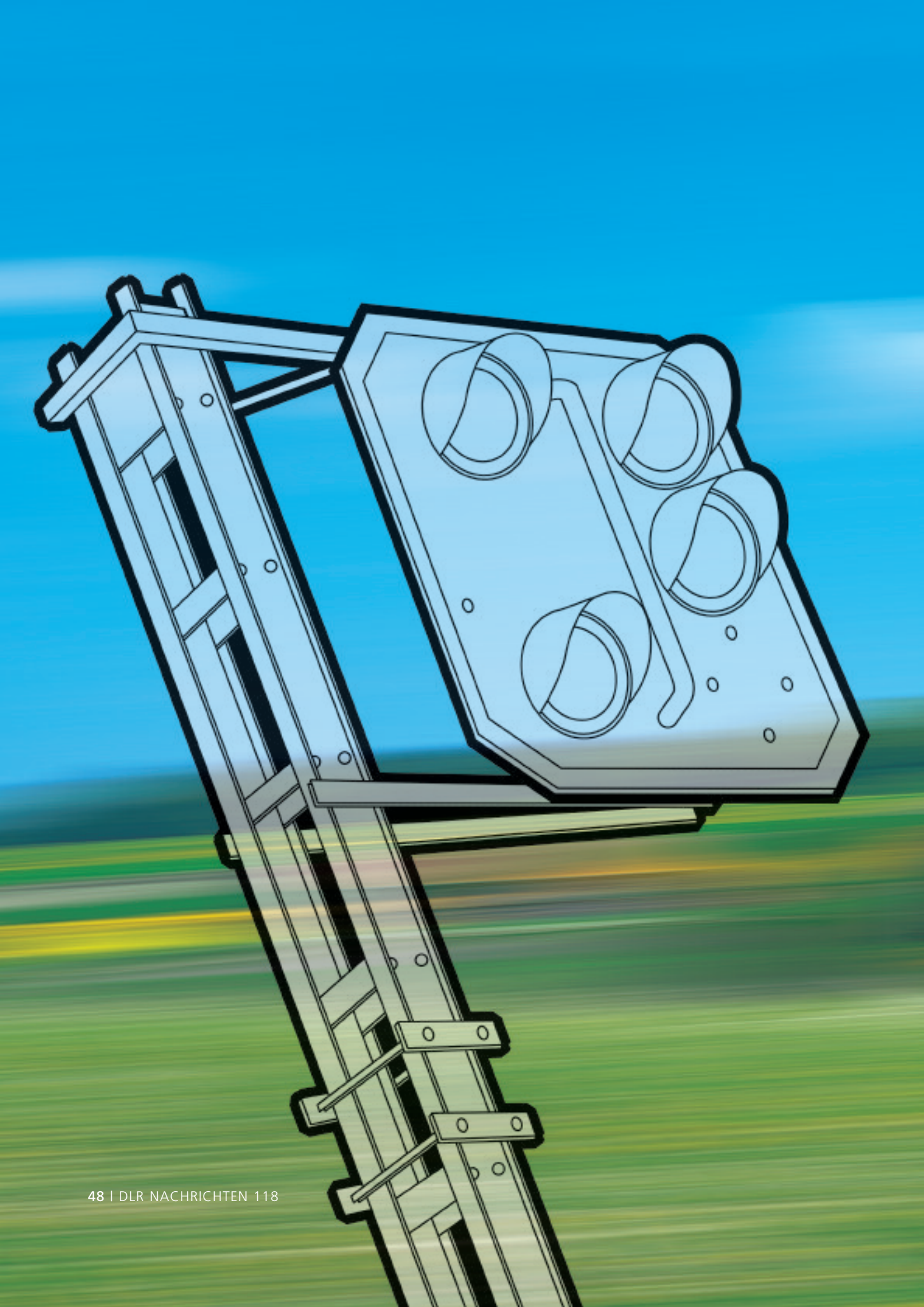




# GRENZENLOS BAHN FAHREN

Das einheitliche Zugkontrollsystem ETCS  
macht die Reise durch Europa einfacher

Von Dr.-Ing. Michael Meyer zu Hörste

**B**ahnfahren ist zuweilen schon wie Fliegen. Im Hochgeschwindigkeitszug eilen wir von einer europäischen Metropole zur anderen, ohne Ruckeln oder Holpern gleiten wir dahin, schwebend fast – bis das Bremsen kurz vor Erreichen des Nachbarlandes die Fahrt jäh unterbricht. Halt an der Grenze. Während wir, vielleicht schon ungeduldig wegen der Zwangspause, aus dem Fenster schauen, haben Computer, Sende- und Empfangseinheiten im Triebfahrzeug Hochleistungszeit. Dort, wo einst Kohle und Wasser nachgeladen wurden, hat heutzutage ein kleines Rechenzentrum seinen Platz. Manchmal auch mehrere, dann nämlich, wenn das Nachbarland bei der Modernisierung seines Bahnverkehrs andere Verfahren und Techniken entwickelt hat und für den grenzüberschreitenden Verkehr die Systeme beider Länder mitgeführt werden müssen. Alternativ hilft nur ein Wechsel des kompletten Triebfahrzeuges. – Oder aber man kommt zu einem einheitlichen Sicherungssystem. DLR-Wissenschaftler arbeiten mit daran. Und das ist viel komplizierter, als man es sich gemeinhin vorstellt.







## Bahnlabor RailSiTe

Im Braunschweiger Bahnlabor RailSiTe wird der komplette Eisenbahnbetrieb simuliert. Die ganze Kette vom Stellwerk über die Leit- und Sicherungstechnik bis zum Triebfahrzeug ist nachgebildet. Damit können neue technische Systeme und Komponenten sowie neue Betriebskonzepte analysiert werden.

Den Kern des RailSiTe bildet eine Prüfeinrichtung für ETCS Onboard-Rechner. Dieser Kern ist ergänzt um die Simulation eines elektronischen Stellwerks, um streckenseitige und fahrzeugseitige Systeme der Zugbeeinflussung und um ein Lokführerpult. So wird der betriebliche Zusammenhang vom Fahrdienstleiter bis zum Triebfahrzeugführer nachgebildet. Strecken- und fahrzeugseitige Geräte der Zugbeeinflussung können virtuell oder als reales Originalsystem an das RailSiTe angeschlossen werden. Getestet wird vornehmlich ihre Interoperabilität (die Zusammenarbeit mit anderen Systemen, auch anderer Hersteller) und ihre Konformität (ihre Erfüllung gültiger Normen). Als Unterauftragnehmer der Benannten Stelle „Interoperabilität“ durch Eisenbahn-Cert (EBC) unterstützt das DLR mit dem RailSiTe auch industrielle Partner bei der Zulassung neuer Systeme.

Das RailSiTe verfügt über ein mobiles Labor – das Rail Driving Validation Environment, kurz RailDrIVE. Dieses Zwei-Wege-Fahrzeug, das Straße und Schiene gleichermaßen befahren kann, dient der praktischen Untersuchung von Sensoren für die Wegmessung und für die Ortung von Zügen. So werden beispielsweise GPS und Radar daraufhin untersucht, wie sie in Eisenbahnleit- und -sicherungssystemen eingesetzt werden können. Durch ein gemeinsames Rechnerkonzept können die Daten, die mit dem RailDrIVE gewonnen werden, direkt im RailSiTe verwendet werden.

**Oliver Gantz, DLR-Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung, Braunschweig**

Seit den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden in Europa Zugbeeinflussungssysteme eingesetzt. Die Länder Europas gingen dabei unterschiedliche Wege, so dass unser Kontinent hinsichtlich seiner Bahnsysteme einem Flickenteppich ähnelt.

## ETCS ERMÖGLICHT ES, OHNE ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE AUSTRÜSTUNG IN ANDEREN LÄNDERN ZU FAHREN.

In Deutschland sind dies die punktförmige und die linienförmige Zugbeeinflussung (PZB und LZB). Jedes Land setzt in der Regel ein bis zwei Systeme flächendeckend ein. Für grenzüberschreitende Fahrten bedeutete das, entweder an der Grenze die Lokomotiven auszuwechseln oder spezielle Triebfahrzeuge einzusetzen, die mindestens die Systeme der beiden Länder dies- und jenseits der Grenze an Bord haben. Die Folgen: ein Aufenthalt an der Grenze, erhöhte Kosten für die Fahrzeugausrüstung.

Seit fast zwanzig Jahren wird am Projekt einer Europäischen Zugbeeinflussung gearbeitet (European Train Control System, kurz ETCS). ETCS ermöglicht es, dass Züge aus einem Land ohne zusätzliche technische Ausrüstung in anderen Ländern eingesetzt werden können. Diese Eigenschaft wird als Interoperabilität bezeichnet. In einem ersten Schritt wird sichergestellt, dass eine Kompatibilität der Technik – auch technische Interoperabilität genannt – herbeigeführt wird. Anschließend wird ein gemeinsames Regelwerk für die Betriebsführung vereinbart, das dann die so genannte betriebliche Interoperabilität beinhaltet.

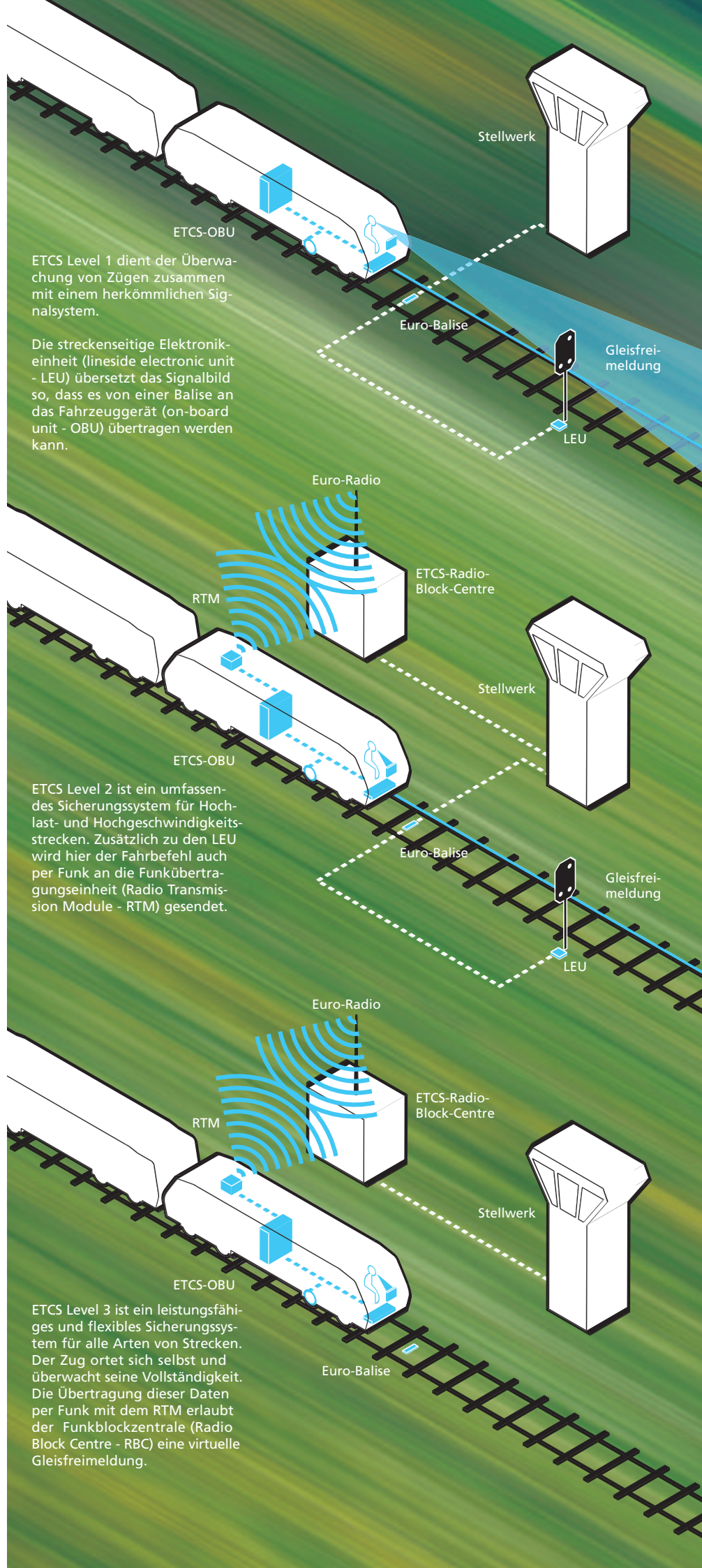
Die Grundidee für das gemeinsame System besteht darin, dass ein Com-

puter im Zug Informationen darüber erhält, wie schnell er an welcher Stelle der Strecke und wie weit er fahren darf. Ergänzt um weitere relevante Daten beispielsweise zu Steigungen oder Tunneldurchfahrten entsteht aus diesen Informationen die Fahrerlaubnis.

Im Gleis verlegte Transponder – so genannte Balisen – dienen als „elektronische Kilometersteine“. Mit ihnen bestimmt der Zug seine Position. ETCS wird in drei Ausbaustufen realisiert: In Level 1 wird dem Lokführer mit klassischen Signalen angezeigt, ob er bremsen muss oder fahren darf. In Level 2 werden die Fahrerlaubnis und alle dazugehörigen Informationen auf einem Display in der Lok angezeigt. In Level 3 schließlich meldet der Zug seine Position und seine Vollständigkeit per Funk, nun können auch die bisherigen Systeme zur Gleisfreimeldung entfallen.

Eine der ersten Strecken, auf denen sich ETCS im Einsatz bewähren muss, ist der Güterverkehrskorridor von Rotterdam nach Genua. Hier wird von den Niederlanden durch Deutschland und die Schweiz bis nach Italien eine ETCS-Ausrüstung verlegt. Eine Bewährungsprobe für die Systeme verschiedener Hersteller – sie müssen sowohl an der Strecke als auch auf den Zügen zeigen, dass sie tatsächlich zusammenarbeiten.

Die Europäische Kommission fordert die Einführung von ETCS mit zwei Direktiven: Die Richtlinie 96/48 verlangt den Einsatz von ETCS auf Strecken des Hochgeschwindigkeitsverkehrs und die Richtlinie 2001/16 auf konventionellen Strecken. Die Technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) konkretisieren die Anforderungen und legen einen





verbindlichen Umfang an System-spezifikationen fest.

Entwicklung und Bau von ETCS wurden von sechs Signaltechnikherstellern übernommen, die unter dem Namen UNISIG diese System-Spezifikationen erstellen. Im Rahmen der Zulassung neuer ETCS-Komponenten muss nachgewiesen werden, dass sie sowohl der System-Spezifikation als auch der Implementierung der TSI entsprechen. Diese Entsprechung wird als Konformität bezeichnet und dient dem Nachweis der technischen Interoperabilität. Hierfür werden über 70 Testsequenzen verwendet, die aus einer Vielzahl an Testfällen aufgebaut sind. Sie wurden von einem Europäischen Arbeitsgremium erstellt und

von der Europäischen Eisenbahn-agentur (European Rail Agency – ERA) veröffentlicht.

Testumgebung in einem Labor unter maßgeblicher Beteiligung des DLR spezifiziert.

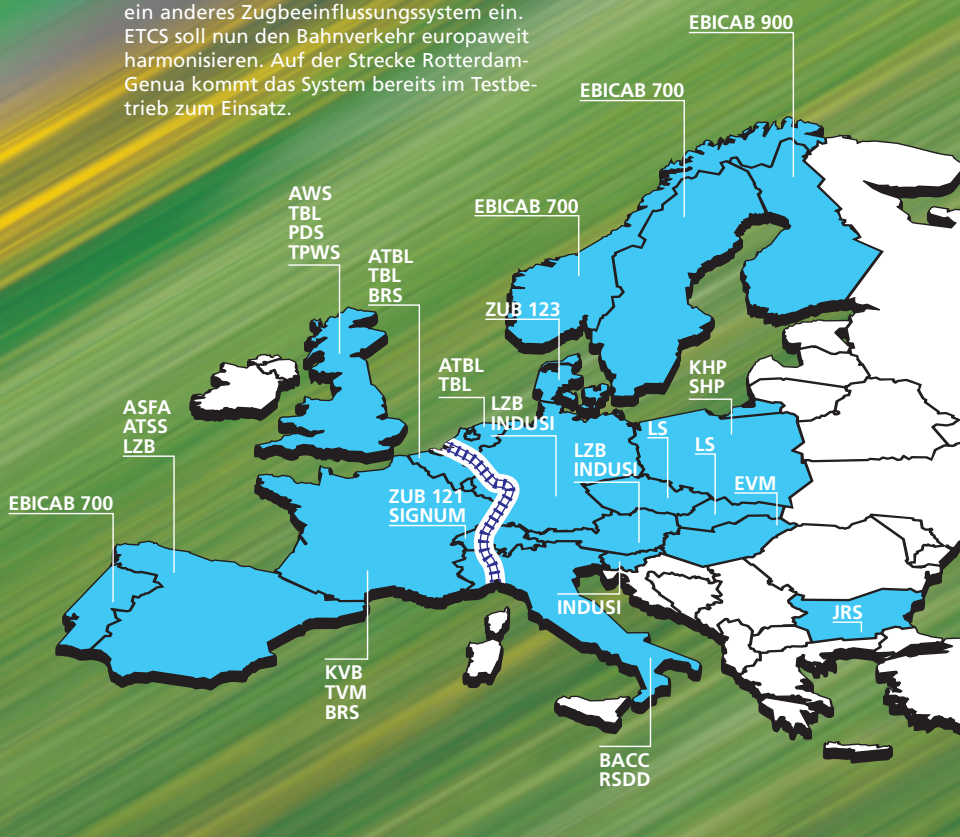
## DAS DLR IST ALS EINZIGE DEUTSCHE FORSCHUNGSEINRICHTUNG MIT DER DEFINITION DER TESTFÄLLE BEAUFTRAGT.

Wissenschaftler und Ingenieure des DLR arbeiten mit daran, diese Labor-tests zu erstellen und zu überprüfen. Das DLR ist die einzige deutsche Forschungseinrichtung, die mit der Definition der Testfälle und -sequenzen beauftragt wurde. Die Methodik, nach der alle Partner diese Ergebnisse erarbeiten, stammt ebenfalls aus dem DLR. Neben den Testsequenzen für das Fahrzeuggerät wurde auch die

Ein solches Labor wurde schließlich im DLR Braunschweig aufgebaut. Das RailSiTe (kurz für Railway Simulation and Testing) ist ein ETCS-Referenzlabor nach der aktuell gültigen Spezifikation. Das RailSiTe und das „Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria – LIF“ (Labor für Interoperabilität der Eisenbahn) im Forschungsinstitut CEDEX in Madrid sind die einzigen Labore dieser Art weltweit. In Deutschland ist das Eisenbahn-Cert (EBC) als „Benannte Stelle für Interoperabilität“ für die Zulassung von ETCS-Geräten zuständig. Das Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung inklusive des Bahnlabors RailSiTe ist seit dem 17.09.2004 als Unterauftragnehmer der „Benannten Stelle“ für die Untersuchung der Konformität und Interoperabilität für ETCS zertifiziert – eine weltweit einmalige Auszeichnung.

Damit ein Gerät der Sicherungstechnik, z. B. ein ETCS-Fahrzeuggerät, in den Betrieb gehen darf, ist eine Zustimmung der für die Sicherheit zuständigen Behörde nötig. Diese Zertifizierung besteht für ETCS aus zwei Teilen: Zum einen muss dargelegt werden, dass das Gerät die Sicherheitsbedingungen des Bahnbetriebs einhält. Zum anderen muss das Gerät mit anderen ETCS-Systemen beliebiger Hersteller zusammenarbeiten. Es muss also den Europäischen Spezifikationen entsprechen und technisch interoperabel sein. Das wird in einer Konformitätsprüfung mit Hilfe definierter Testsequenzen in einem aner-

Bislang setzt nahezu jedes europäische Land ein anderes Zugbeeinflussungssystem ein. ETCS soll nun den Bahnverkehr europaweit harmonisieren. Auf der Strecke Rotterdam-Genua kommt das System bereits im Testbetrieb zum Einsatz.



kannten, neutralen Labor wie dem RailSiTe festgestellt.

Dazu wird das ETCS-Fahrzeuggerät zusammen mit allen erforderlichen Komponenten in ein Gestell montiert. Auf engstem Raum wird so eine komplette Fahrzeugausrüstung mit ETCS-Rechner, GSM-R-Empfangseinheit, Balisenantenne, juristischer Aufzeichnungseinheit und Display zusammengebaut. In Braunschweig wird sie mittels europäisch vereinheitlichter Schnittstellen an die Simulationsumgebung des RailSiTe angeschlossen. Hier muss das Gerät über 70 definierte Testfahrten fehlerfrei durchlaufen, um ETCS-konform zu sein.

Eine solche simulierte Testfahrt enthält eine Liste mit Nachrichten, die das Gerät per GSM-R oder Balise erhält, und mit Eingaben, die der Fahrer am Display vornimmt.

Die Test-Sequenz Nr. 22 beinhaltet beispielsweise folgende Schritte:

- Ausgangssituation: Triebfahrzeug und ETCS-Gerät sind abgeschaltet.
- Das ETCS-Gerät wird eingeschaltet, führt seinen Selbsttest durch und geht in die Betriebsart Stand By.
- Der Fahrer gibt seine Identifikationsnummer und die Daten des Zugs ein.
- Das Fahrzeuggerät erhält per Funk von der Funkblockzentrale eine Fahrerlaubnis in Vollüberwachung.
- Der Zug startet und fährt etwa 900 Meter mit 30 Stundenkilometern.
- An diesem Punkt endet die Zugfahrt und wird als Rangierfahrt fortgesetzt. Der Zug erfragt die entsprechende Erlaubnis und erhält sie per Funk.
- Der Zug fährt nun circa einen Kilometer als Rangierfahrt.
- Am Ende der Rangierfahrt stoppt der Zug und das ETCS-Gerät wird abgeschaltet.

Dieser Testlauf legt in 163 Einzelschritten mit 26 Nachrichten fest, wann, bei welchem Streckenkilometer welche Nachricht an das ETCS-Gerät zu übertragen ist und wie dieses zu reagieren hat. Das RailSiTe erzeugt diese Nachricht und sendet sie an den Prüfling. Dieser erzeugt eine Reaktion und sendet sie an das RailSiTe. Die Reaktion wird mit der Soll-Reaktion verglichen. Nur wenn die richtige Reaktion zum richtigen Zeitpunkt erfolgt ist, darf das Gerät eingesetzt werden – es ist dann „spezifikationskonform“. Ein Testbericht bestätigt schließlich für dieses Gerät, dass alle Tests erfolgreich bestanden wurden. Das EBC erteilt ein Zertifikat. Erst dann darf es im grenzüberschreitenden Verkehr eingesetzt werden.

Das Gerät kann nun im Zug, beispielsweise von Frankreich durch Deutschland und die Schweiz nach Italien, genutzt werden. ETCS sorgt kontinuierlich für Sicherheit, auch wenn die Signale unterschiedlich aussehen.

So trägt das DLR dazu bei, dass der Bahnreisende – wie der Flugreisende schon heute – nicht merkt, dass er Grenzen überschreitet.

#### **Autor:**

Dr.-Ing. Michael Meyer zu Hörste ist im DLR-Institut für Verkehrssführung und Fahrzeugsteuerung in Braunschweig tätig und dort speziell für die Betriebsführung mit ETCS zuständig.

#### **Informationen:**

[www.ERTMS.com](http://www.ERTMS.com)

## NEULAND FÜR DEN ZUG

### **DLR als Partner für die Schienenfahrzeugentwickler des Alstom-Konzerns**

Mobil sein in Stadt und Region – auf diesen Bedarf antwortet die Alstom LHB GmbH mit modernen Schienenfahrzeugen, die sich effizient in die Konzepte für Schienenverkehrsleistungen integrieren. Regional-Stadtbahnen der Produktlinie Regio Citadis zum Beispiel können gleichermaßen über das städtische Straßenbahn- als auch das regionale Eisenbahnnetz rollen. Klingt einfach, ist es aber nicht. Und hier kommt die DLR-Kompetenz zum Zuge: Wenn das Regionalstadtbahn-Fahrzeug Kosten sparend die vorhandenen Infrastrukturen nutzen soll, so müssen die technische Ausführung und das Betriebskonzept dieser Fahrzeuge sowohl den Vorschriften für Stadtbahnen als auch denen für Vollbahnen genügen. Den Regelwerken dieser normalerweise völlig getrennten Schienennetze liegen zum Teil einander widersprechende Sicherheitsphilosophien zugrunde. Bei den Sicherheitsanalysen muss daher Neuland betreten werden.

Der Auftragsumfang für das DLR umfasste zum einen komplexe Fehler-, Möglichkeits- und Einflussanalysen gemäß DIN 25448 zu sicherheitskritischen Fahrzeugfunktionen. Zum anderen musste ein Sicherheitskonzept nach VDV Schrift 161 für das Fahrzeug erstellt werden. Hinzu kamen umfangreiche Analysen aller elektrischen Fahrzeugfunktionalitäten. Außerdem führte das DLR Untersuchungen in spezifischen Bereichen durch, die wichtige Bestandteile der sicherheitstechnischen Nachweise sind. Der Erfolg der Kooperation gab den Anstoß, die Kooperation von Alstom und dem DLR bei den Regionaltriebzügen der Produktreihe Coradia Lirex für die Deutsche Bahn AG fortzuführen.