

TechLOK – ein erfolgreiches Projekt zur intelligenten Nutzung von Diagnose-Daten in der Instandhaltung

Die Digitalisierung erreicht die Eisenbahn. Im Projekt TechLOK beginnt DB Schenker Rail europaweit mit dem Aufbau einer auf „Big Data“ basierenden zustandsorientierten Instandhaltung des Fahrzeugparks. Die maschinengenerierte Kanalisierung und automatische Auswertung von durch Menschen nicht mehr überschaubaren Datenmengen aus dem Betrieb ermöglicht mit hoch zuverlässigen Diagnosen der Lokomotiven signifikante Verbesserungen der Fahrzeug-Verfügbarkeit. Zudem werden erhebliche Senkungen der Lebenszykluskosten erwartet. Beides führt insgesamt zur Optimierung des Marktauftritts sowie der Wettbewerbsfähigkeit der Güterbahn.

► Wirtschaft und Gesellschaft in der globalisierten Welt befinden sich in umwälzenden Veränderungsprozessen, die mit dem Schlagwort Digitalisierung und der plakativen Formulierung „Industrie 4.0“ beschrieben werden: Der Vormarsch der digitalen Vernetzung von Technik und Produktionsprozessen signalisiert nicht weniger als die vierte industrielle Revolution in der Menschheitsgeschichte. Nachdem die erste industrielle Revolution im 19. Jahrhundert eng mit dem Aufstieg und der Blüte der Eisenbahn verbunden war, verheißt die Digitalisierung dem System Bahn im 21. Jahrhundert geradezu revolutionäre Perspektiven. Industrie 4.0 – das bedeutet auch Logistik 4.0 im

Die Digitalisierung ist die Basis für weit reichende Optimierungen der Produktionsprozesse des Systems Bahn.

Schienen-güterverkehr und die Möglichkeit zu erheblichen Systemoptimierungen und damit zu marktrelevanten Leistungssteigerungen und Qualitätssprüngen. Vor dem Hintergrund der wachsenden Mobilitätsansprüche und Produktanforderungen auf der Kundenseite einerseits, sowie der Klimaschutz- und Nachhaltigkeits-Diskussion andererseits, bietet die Nutzung der modernen Datenkommunikation enorme Potenziale im Wettbewerb der Verkehrsträger.

In der öffentlichen Diskussion wird das Thema Digitalisierung derzeit noch stark aus der Sicht der Nutzer mobiler Endgeräte gesehen. Das trifft auch auf den Bahnbereich zu: Hier sind vorwiegend die Kunden des Personenverkehrs im Fokus. Die zuverlässige Nutzung von WLAN im Zug, ticketloses

Reisen mit dem NFC-Handy, Fahrplan-Infos in Echtzeit über Smartphones und Tablets sind heute schon zumindest teilweise Realität. Aus der Bandbreite der Möglichkeiten der Digitalisierung beschreiben sie aber nur einen kleinen Ausschnitt dessen, was mit „intelligenter Technologie“ und mit intelligent genutzten Informationen machbar ist oder in absehbarer Zeit machbar sein wird.

Schon heute zeichnet sich ab: Die Digitalisierung ist die Basis für weit reichende Optimierungen der Produktionsprozesse des Systems Bahn. Sie schafft die Voraussetzungen zu völlig neuer Methodik und bietet so Grundlagen für Produktivitätssprünge, die die Wettbewerbsfähigkeit der

Schiene spürbar erhöhen. Das Projekt TechLOK ist ein signifikantes Beispiel dafür, wie die intelligente, automatisierte Nutzung von „Big Data“ einen Beitrag zur höheren Verfügbarkeit und einer besseren Kostenstruktur des Fahrzeugparks leisten kann. Insbesondere höhere Verfügbarkeit ist nicht nur eine entscheidende technische und betriebswirtschaftliche Größe, sie ist auch die Voraussetzung für eine gesteigerte Verlässlichkeit der Produktion und damit stark kundenrelevant. Verfügbarkeit bedeutet nichts anderes als Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit – Kriterien also, die im Wettbewerb inter- wie intramodal von großer Bedeutung sind.

Gleichzeitig gehören Wartung und Instandhaltung des rollenden Materials bekanntlich zu den großen Kostenblöcken



Steffen Bobsien
Senior Vice President European Assetmanagement & Technology
DB Schenker Rail AG
steffen.bobsien@dbschenker.eu



Edmund H. Schlummer
Geschäftsführer
Schlummer Management Consulting GmbH
edmund.schlummer@schlummer.com



Dr.-Ing. Dirk Schlebeck
Schlummer Management Consulting GmbH
dirk.schlebeck@schlummer.com

eines jeden Eisenbahnverkehrsunternehmens. Unerwartete Schadensfälle im Betrieb treiben diese Kosten weiter nach oben. Gerade im Asset-lastigen System des Güterverkehrs mit seinen hohen Fixkosten und der harten Preis-Konkurrenz des internationalen Straßengüterverkehrs hat dies unmittelbare Auswirkungen auf die Marktchancen des Verkehrsträgers Schiene. So zwingt die Liberalisierung des Bahnsektors in der EU mit der weithin vollzogenen Deregulierung des Verkehrsmarktes die Bahnen immer mehr zu kostensenkenden Effizienz-Steigerungen. Nur so werden sie nachhaltig am wachsenden Güterverkehrsaufkommen partizipieren

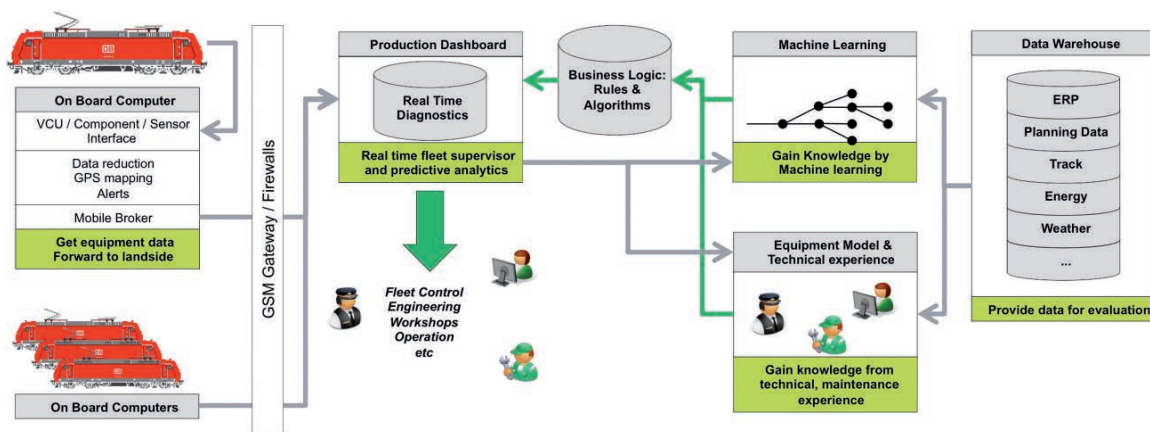


BILD 1:
Datenauswertung im System TechLOK

und die politische Forderung „Mehr Verkehr auf die Schiene“ realisieren können.

Um eine hohe Verfügbarkeit des Rollmaterials zu sichern, nutzt DB Schenker Rail die allmählich intelligenter werdenden On-Board-Diagnosesysteme in den Lokomotiven, um die Abläufe in der Wartung und Instandhaltung besser zu organisieren. Das grundsätzliche Ziel war und ist dabei stets, teure Ausfallzeiten zu verringern bei gleichzeitiger unternehmerischer Optimierung der Instandhaltungsprogramme. Bei diesen innovativen und längst erprobten Möglichkeiten wurde die klassische, in Jahrzehnten gewachsene Philosophie der Wartung und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen in ihren Grundsätzen bislang nicht in Frage gestellt. Nach wie vor durchlaufen die rund 3400 Lokomotiven von DB Schenker Rail in Europa ein festes Inspektionsprogramm, das von Laufleistungen und Fristen terminiert wird. Dabei unterliegt die Fälligkeit der technischen Arbeitsschritte von der bloßen Durchsicht über den aufwändigen Teile- und Komponententausch bis hin zur kompletten Revision umfassendem Regelwerk. Mag dieses System auch weithin bewährt sein, so ist es doch in zweierlei Hinsicht unbefriedigend. Zum einen: Auch eine noch so gründliche Kontrolle und das hohe technische Know-how der Werkstätten können nicht ausschließen, dass es zwischen den Frist-Untersuchungen zu Störungen im und am Triebfahrzeug kommt und sogenannte Bedarfs-Instandhaltungen erforderlich werden. Und diese führen in der Regel zu erheblichen und kostspieligen Folgen für die Produktion: liegen gebliebene Züge, aufwändige Überführungsfahrten zu geeigneten Werkstätten, Reparaturzeiten statt betrieblicher Einsätze. Zum anderen: Der im Untersuchungsrythmus vorgeschriebene, vorsorgliche Austausch von Komponenten führt immer wieder dazu, dass Teile bereits deutlich vor dem Ende ihrer Lebensdauer

entfernt, also wirtschaftlich nicht vollständig genutzt werden und so vorzeitig Kosten für Ersatzteile entstehen.

Seit einigen Jahren wird bei DB Schenker Rail deshalb nach Alternativen gesucht, wie sich die Wartungs- und Instandhaltungsprozesse anders und besser, sprich: effizienter gestalten lassen. Verstärkt fiel dabei das Augenmerk auf die wachsende Datenflut, die im Betrieb der Lokomotiven anfällt und die bisher allenfalls zu Bruchteilen genutzt wird. Mit dem vor drei Jahren geplanten Projekt „TechLOK“ entwickelte sich die Vorstellung einer auf Big Data basierenden, „zustandsorientierten und vorausschauenden Instandhaltung“ (Condition Based and Predictive Maintenance) für die Lokomotiven. Der Grundgedanke: In einer modernen Lokomotive werden im Fahrbetrieb unzählige Daten automatisch elektronisch erfasst, gesammelt und dokumentiert. Diese Selbst-Diagnose des Fahrzeugs ermöglicht den intensiven Einblick in die Systeme der Lok und ihr Fahrverhalten in Abhängigkeit beispielsweise von Zuggewichten, Streckenparametern oder Wetterverhältnissen. Es häuft sich eine aus menschlicher Sicht nicht mehr überschaubare, nicht nachvollziehbare und schon gar nicht auswertbare Datenflut an. Doch in dieser Menge an Informationen sind wertvolle Hinweise auf den Zustand jeder einzelnen Lok verborgen. Diese Hinweise gewinnen an Wert, wenn sie nicht nur mit den Zuständen anderer Loks verglichen werden, sondern die gesamte Instandhaltungs-Historie des entsprechenden Fahrzeugparks für diese Betrachtung herangezogen werden kann. Auf Basis der zur Verfügung gestellten zusätzlichen Daten lassen sich die Beurteilung der realen Beanspruchung und der Beanspruchbarkeit der Lokomotive sowie ihrer Komponenten ableiten. So lassen sich aus kleinen, für sich eher unbedeutend scheinenden Unregelmäßigkeiten – beispielsweise eine leicht

über der Norm liegende Temperatur eines Hilfsbetriebeumrichters oder des Lagers eines Triebdrehgestells bei sonst nicht sichtbaren weiteren Auffälligkeiten – beim Blick auf das große Ganze frühzeitig Indikatoren für Störungen und schwere Schadensfälle und technische Verbesserungen im Rahmen eines permanenten Entwicklungsprozesses ableiten. Und das ist dann die Basis für die zustandsorientierte und vorausschauende Instandhaltung: Es folgt ein Austausch defekter Teile nicht einfach „auf Verdacht“ wie im derzeitigen Instandhaltungsprogramm, sondern dann, wenn es begründete Annahmen zum in Kürze bevorstehenden Ausfall des Fahrzeugs gibt. Dies macht außerplanmäßige Zuführungen der Lokomotiven zur Instandhaltung unnötig und veranlasst die Instandhaltung, Ersatzteile erst dann auszu-tauschen, wenn es tatsächlich notwendig ist.

Bislang schied ein derartiges System zur Verbesserung der Fahrzeugverfügbarkeit jedoch aus, da die permanente Überwachung und Auswertung der Fülle von Lok-Daten menschliche Kapazitäten überfordert. Erst die Digitalisierung bietet Lösungsansätze. Gemeinsam mit eigenen Fahrzeug- und IT-Experten sowie den Eisenbahn-Ingenieuren der Schlummer Management Consulting stellte DB Schenker Rail in den beiden vergangenen Jahren die Weichen für ein automatisiertes, elektronisches System, das die Lok-Diagnose in der beschriebenen Weise perfektioniert. In der Pilotphase in den Jahren 2013 und 2014 wurden insgesamt 30 moderne Lokomotiven der von Bombardier gelieferten Baureihe 185 sowie der von Siemens entwickelten Baureihe 189 für TechLOK ausgewählt und ausgestattet. In der Testzeit wurden die Grundlagen geschaffen und erprobt, die nunmehr die Basis für die erste industrielle Serienausrüstung der TechLOK-Diagnose darstellen.

Das System TechLOK ermöglicht einen kontinuierlichen Informationsfluss zwi- »

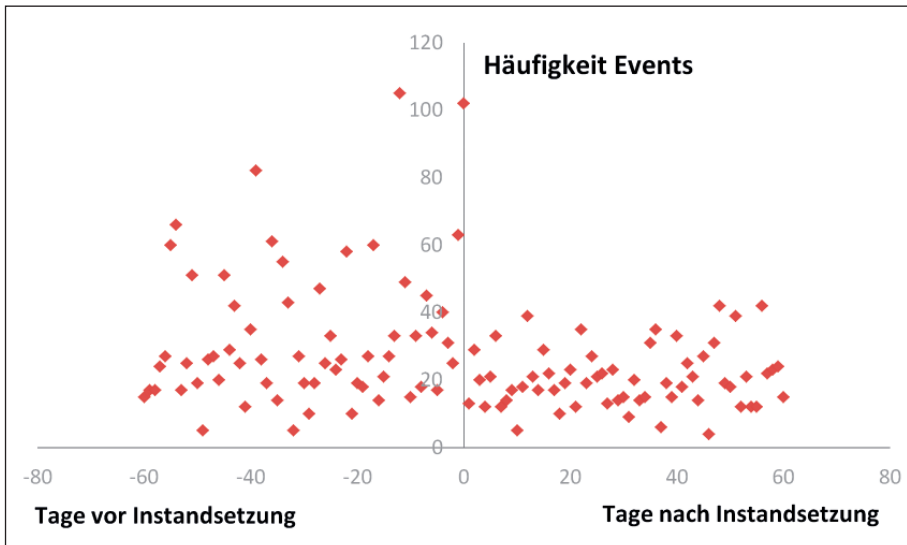


BILD 2: Relevant oder nicht? Ob dieses Muster typisch für Ausfälle von Stromrichtersteuerungen ist, können Menschen nicht mehr entscheiden.¹⁾ Die Grafik zeigt die Dichteverteilung von Ereignismeldungen vor (links) und nach (rechts) einer Instandsetzung

1) Aus: Predictive Maintenance Innovationsprojekt T-Systems und DB Schenker Rail AG; 2014-2015

schen der Lok und der IT-Systemwelt beim Eisenbahnverkehrsunternehmen. In den Lokomotiven werden Datenlogger installiert, die in regelmäßigen Abständen aus dem Zentralrechner des Fahrzeugs, der Vehicle Control Unit, Diagnose-Meldungen und von Sensoren erfasste Messwerte automatisch herunterladen. In modernen Lokbaureihen existieren bis zu 5000 verschiedene Diagnosemeldungen und während des Betriebes laufen Messwerte von über 1000 Sensoren auf. Praktisch jede Bewegung, jeder Stillstand, Kilometerleistungen, Geschwindigkeiten, Temperaturen an Lagern und in Fahrmotoren, Spannungen, Ströme und Frequenzen sowie Schalterzustände und über GPS auch die jeweilige Position im Netz werden laufend dokumentiert. Über eine Mobilfunkschnittstelle werden diese Daten auf die sogenannte Landseite übertragen. Die Datenflut wird auf einen Server geladen und ist so noch nicht verwertbar. Erst durch die Nutzung eines

Programms, das nach der von Google entwickelten Suchmaschinentechologie arbeitet, werden diese Rohdaten in ein neues Format umgewandelt. Damit wird eine extrem schnelle und umfangreiche Auswertung der Informationen ermöglicht.

Für die zweckgerichtete Auswertung zur Diagnose des Fahrzeugzustandes sind aber weitere Schritte erforderlich, um aus den Informationen gewissermaßen die Spreu vom Weizen zu trennen. Über „Rule Engines“ werden die Daten kontinuierlich – 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche – und automatisch auf relevante Aussagen überprüft. Mit weit über 1000 Regeln werden auf diese Weise bis zu 100 Millionen Datensätze aus den Lokomotiven-Rechnern pro Jahr überprüft. Und nur jene Informationen, die in diesem Filter als bedeutsam für den Zustand der Lok registriert werden, werden an den Menschen weiter gegeben. Sie tauchen im sogenannten europäischen „Asset Control Tower“, der Leitstandsoberfläche zur Visua-

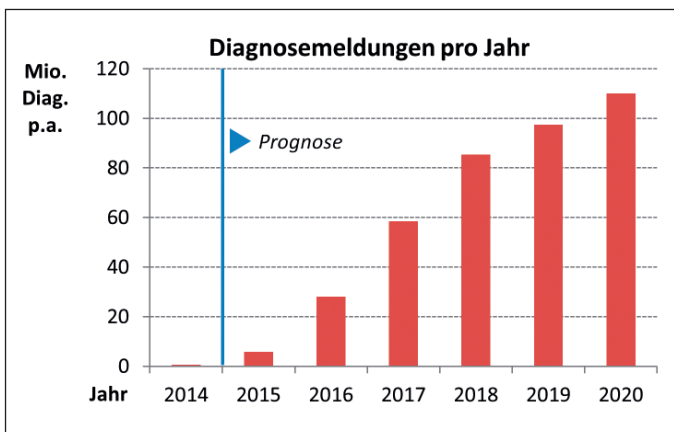


BILD 3: Das Datenvolumen, das in Echtzeit ausgewertet werden muss, steigt im Zuge der weiteren Einbindung der europäischen DB SR Lokomotivenflotte stetig an

lisierung von Alarmen und Warnungen, auf – nicht einfach als Zustandsbeschreibung, sondern mit einer konkreten Empfehlung, welche zustandsorientierte Instandhaltung bei der Lok notwendig ist.

Die für diese Echtzeitauswertung erforderlichen Regeln können nur zum Teil aus den Erfahrungen der Werkstattmitarbeiter, Ingenieure und Techniker abgeleitet werden. Das trifft insbesondere auf die Regeln für die Predictive Analytics zu. Das ist der Ansatz, auf Basis historischer Daten Muster zu erkennen und damit auf die Zukunft zu schließen. Die Zusammenhänge in der Auswertung sind bei Weitem zu komplex, um mögliche Fehlfunktionen und Schäden prognostizieren und manuell darstellen zu können. Deshalb muss die Regel-Erstellung automatisiert werden. Im Hintergrund dieser automatischen Regel-Erstellung stehen hoch komplexe Machine Learning-Programme. Für die konkrete Aufgabe, spezifische Schäden an den Loks zu suchen und zu finden, greifen diese Programme im Rahmen eines Wissenskreislaufes auf das Wissen von Datenbanken und die Instandhaltungs-Historie aus den Werken von DB Schenker Rail zurück.

Der Entwurf und Test der notwendigen Regeln erfolgt in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wird die Instandhaltungshistorie der Lokomotiven mit den Diagnosedaten und Messwerten abgeglichen. Ziel der Berechnungen ist es, für die Schäden typische Muster in den Daten zu finden, die vor dem Schaden auftreten. Je nach vermuteten Mustern kommen dafür ausgewählte statistische Verfahren, Entscheidungsbäume oder andere Strategien zum Einsatz. Im zweiten Schritt werden die gefundenen Regeln validiert. Hier wird überprüft, ob das gewünschte Ereignis mit den neu erstellten Regeln auch sicher gefunden werden kann. Die Diagnosewahrheit – in der Fachsprache der IT-Experten als Precision und Recall bezeichnet – muss schadensspezifische Werte überschreiten, um ökonomisch sinnvoll in der Überwachung eingesetzt zu werden. Die fertigen Regeln können nun programmtechnisch codiert und in die ‚Rule Engine‘ von TechLOK eingespielt werden. Werden die dort hinterlegten Schadmuster in den Echtzeitdiagnosedaten gefunden, setzt das Programm den Menschen über den „Asset Control Tower“ in Kenntnis. Dieser Tower stellt die künftige Steuerungslogik sowie die Informations- und Bedienoberfläche für technische Daten der Lok-Flotte dar.

Für die Entwicklung dieses Verfahrens betrieb DB Schenker Rail unter anderem gemeinsam mit der TU Darmstadt Basis-Arbeit. Leider – und das hat sich im Laufe der Arbeiten immer mehr heraus gestellt – gibt es in Deutschland noch zu wenig technisches

Know-how für Künstliche Intelligenz, Machine Learning und anverwandte Verfahren. Auf diesen Gebieten haben andere Länder einen technologischen Vorsprung von mehreren Jahren.

So hat der CEO der DB Schenker Rail AG, Dr. Alexander Hedderich, bereits angekündigt, dass in diesem Jahrzehnt im Zuge der Strategie Logistik 4.0 insgesamt rund 2000 Lokomotiven von DB Schenker Rail digitalisiert werden. Die bisherigen Erfahrungen versprechen eine erhebliche Minderung der Lebenszykluskosten: Zu erwarten ist eine Minimierung der Instandhaltungsaufwendungen von wenigstens 20 bis 30 Prozent, bei gleichzeitiger spürbarer Erhöhung der Fahrzeugverfügbarkeit. ◀

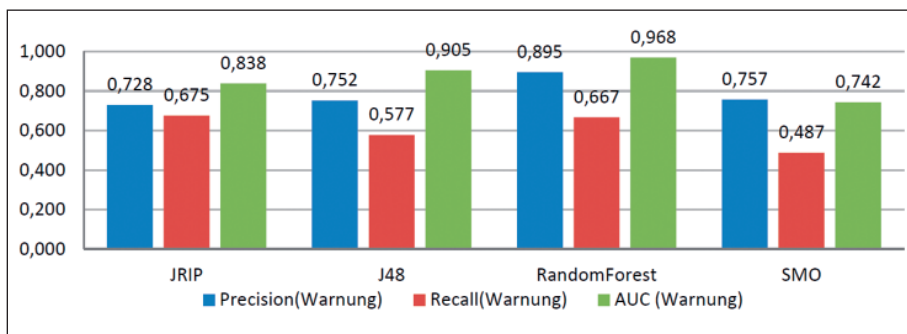


BILD 4: Qualitätsvergleich von Algorithmen zur Analyse von Fahrmotorschäden, die mit verschiedenen Machine Learning Strategien entworfen wurden.¹⁾ Die Grafik vergleicht Diagnosewahrheit (Wie viele Warnungen sind relevant? – blauer Balken) mit dem Anteil diagnostizierter Schäden (Wie viele der Fehler wurden in Warnung umgesetzt? – roter Balken) und kombiniert daraus eine theoretische Qualitätsgröße (grüner Balken) zur Bewertung einzelner Analyseverfahren

1) Kauschke, Sebastian: Machine learning zur Vorhersage von Schäden an Lokomotiven. Diplomarbeit; TU Darmstadt 2014

► **SUMMARY**

TechLOK – a successful project for the intelligent use of diagnostic data in the maintenance of locomotives

DB Schenker Rail, Europe’s largest supplier of rail freight, has developed a project for condition-based, predictive maintenance by applying the methodology of railway science, with the aim of reducing the massive cost item of locomotive maintenance by something in the range of 20–30%. With a marked increase in the availability of the fleet, the DB subsidiary also expects to find itself in a better competitive position both inter- and intra-modally. The key to the CBM method is digitisation, making comprehensive, intelligent use of the flood of data produced in self-diagnosis in the locomotives through machine-generated algorithms. After a test phase, which was completed successfully with thirty locomotives belonging to DB classes 185 and 189, other vehicles from various classes are currently being equipped on an industrial scale. The chairman of DB Schenker Rail’s board, Dr. Alexander Hedderich, has announced that in the course of its digitisation strategy, Logistik 4.0, the group intends to equip around 2000 locomotives by 2020.

IT15 RAIL

11.-13. Juni 2015
Zürich, ETH Hönggerberg

The Industrialised Railway

Harvesting the economies of scale
in planning and production



Donnerstag, 11. Juni 2015

Symposium

Harvesting the economies of scale in planning and production

Freitag, 12. Juni 2015

Seminar Praxis und Innovation

SMA - Der Prozess der Kapazitätszuteilung | **Systransis** - The industrialised railway - ausgewählte Themen
OpenTrack - Anwenderforum | **ETH Zürich / IVT** - Aktuelle Forschung: IT in der Bahnproduktion

Samstag, 13. Juni 2015

Fachexkursion

Informationen

Anmeldung und weitere Informationen:
www.it15rail.ch

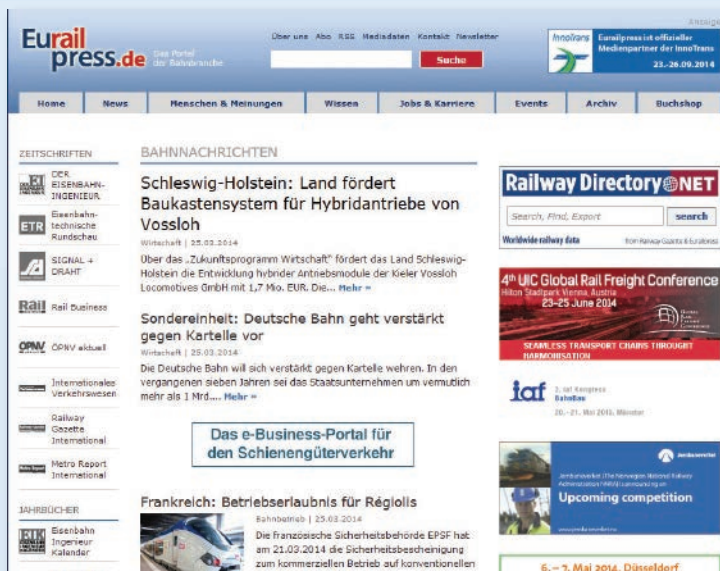
Gastgeber

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Medienpartner





- **Aktuelle Bahnnachrichten:**
Alle News zum Bahnmarkt kompakt und aktuell, nach Rubriken sortiert
- **Branchentermine:**
Alle wichtigen Termine der Bahnbranche auf einem Blick – weltweit
- **Buchshop:**
Fachliteratur zu Schienenverkehr und Technik – mit Leseproben
- **Themen-Specials:**
Ausgewählte Schwerpunkt-Themen zum Download

www.eurailpress.de

Das Portal für die Bahnbranche

- **Menschen & Meinungen:**
Interviews mit den interessantesten Persönlichkeiten der Bahnbranche
- **Archiv:**
Volltext-Recherche in allen Fachzeitschriften seit Erscheinungsbeginn, mit mehr als 210.000 Seiten Inhalt – für Abonnenten kostenfrei
- **Jobs & Karriere:**
Zukunftsbranche Bahn – Die führende Karriereplattform für Bahnberufe in Deutschland, Österreich und der Schweiz bietet aktuelle Stellenangebote und -gesuche sowie viele Informationen rund um das Thema Karriere, Ausbildungsmöglichkeiten, Jobmessen, unsere Partner und vieles mehr.

