

Condition Based Monitoring und Automation im intermodalen Verkehr

Digitalisierung im Güterverkehr: Ein Intermodal-Zug zeigt, wie ein zielgerichtetes Monitoring Kosten spart, die Effizienz steigert und an Sicherheit gewinnt.

GÜNTER PETSCHNIG |
CHRISTOPH LORENZUTTI

Condition Based Monitoring (CBM) ist seit über 20 Jahren [1] ein wesentliches Thema in der Fachliteratur, und der Nutzen daraus ist klar: Wer einen aktuellen Überblick über den Zustand der Wagenflotte hat, kann Wartung und Instandhaltung vorausschauend planen. Ähnlich einer Kilometerstandsanzeige eines Kleinwagens werden Service-Intervalle nach einer bestimmten Anzahl an zurückgelegten Strecken geplant. Jedoch kann ein deutlicher Mehrwert generiert werden, wenn eine Vielzahl von Funktionen an einem Güterzug überwacht und daraus umfassendes und konkretes Datenmaterial ermittelt wird. Eine effektive Wartungs- und Instandhaltungsplanung wird ergänzt durch eine erhöhte Sicherheit, und automatisierte Prozesse verkürzen die Umschlagzeiten und steigern generell die Effizienz des Bahnbetriebs. Der vorliegende Beitrag schafft einen Überblick anhand eines umfangreich ausgestatteten „Smart Pilot Train“ von Mercitalia Intermodal [2].

Welche Funktionen sind relevant für ein aussagekräftiges CBM?

Um Daten für ein aussagekräftiges CBM zu erhalten, wurde der Pilotzug mit folgenden Monitoring-Funktionen ausgestattet:

- Automatisiertes Bremsprobensystem (SIL2)
- Ladegewichtsüberwachung
- Echtzeitbremsanalyse und Bremssystemüberwachung (korrekte Funktionalität der Bremsen hinsichtlich HL-Zustand, Beladung und Zylinderdruck im Stillstand und während der Fahrt, Bremsenergieanalyse zur frühzeitigen Erkennung defekter und überlasteter Bremsanlagen)
- Multi-Diagnose-System zur dynamischen Fahrzustandsüberwachung, um kritische Fahrsituationen und eventuelle Störungen zu identifizieren (Grundlage für indikative Entgleisungsdiagnose)
- Ermittlung von Fahrkomfort und Fahrsicherheit sowie Ermittlung von Längs- und Vertikalstößen
- Echtzeit-Stützbock-Überwachung zur zuverlässigen und sicheren Erkennung der korrekten Einstellung bei Trailer-Transporten im Intermodal-Bereich

- In-Train-Kommunikation für Echtzeitdatentransfer zwischen Wagen und Lokomotive während der Fahrt zur Übertragung von sicherheits- und fahrzeugrelevanten Informationen.

Wie werden die Monitoring-Daten generiert?

Als Basisplattform für diese Monitoring-Funktionen dient das digitale Gesamtsystem WagonTracker [3], das am Güterwagen installiert ist. Besondere Anforderungen an das Gesamtsystem sind (Abb. 1):

- Eine autonome und leistungsstarke Stromversorgung: Aktuell ist der Radnabengenerator die bevorzugte Lösung, um den Wagen für anspruchsvolle Funktionen autonom mit ausreichend Strom zu versorgen. In Zukunft kann der Strombedarf auch über eine digitale automatische Kupplung (DAK) abgedeckt werden.
- Monitoring-Funktion: Relevante Daten über den Güterwagen werden in Echtzeit erfasst, verarbeitet und an ein Webservice übertragen. Die Daten werden in zwei Kategorien unterteilt:

1. Basisdaten, hierzu zählen:

- Laufleistung
- Fahrtrichtung
- aktuelle Position
- letzte Meldung
- letzte Bewegung
- historische Daten.

2. Sensordaten umfassen:

- Beladezustand
- Fahrverhalten
- Achslagertemperatur
- Bremssystemstatus
- Bremsenergiestatus
- Entgleisungsstatus
- Ladegewicht
- Stoßüberwachung
- Status des Stützbock
- Umgebungstemperatur etc.

- Sicherheitselektronik und In-Train-Kommunikation: Die sichere Erfassung von Messdaten in Kombination mit einer Verbindung zu einem zentralen Bediengerät bildet die Grundlage zur Automatisierung von Betriebsprozessen.

- Das digitale Gesamtsystem ist skalierbar für weitere Anwendungen, die vom Kunden gewünscht werden. Das System kann den digitalen Güterzug auch ohne DAK betreiben, ist jedoch auch mit DAK-Systemen kompatibel. Durch die Modalität des Systems ist es möglich, eine beliebige Zahl an Sensoren zu integrieren, z. B. für eine Achslagertemperaturüberwachung.

- Die In-Train-Kommunikation basiert auf einem Long-Range-Funksystem, das auf höchste Verfügbarkeit ausgelegt ist und eine verschlüsselte, gesicherte Verbindung gewährleistet sowie eine Direktkommunikation zum Triebfahrzeugführer (Tf).

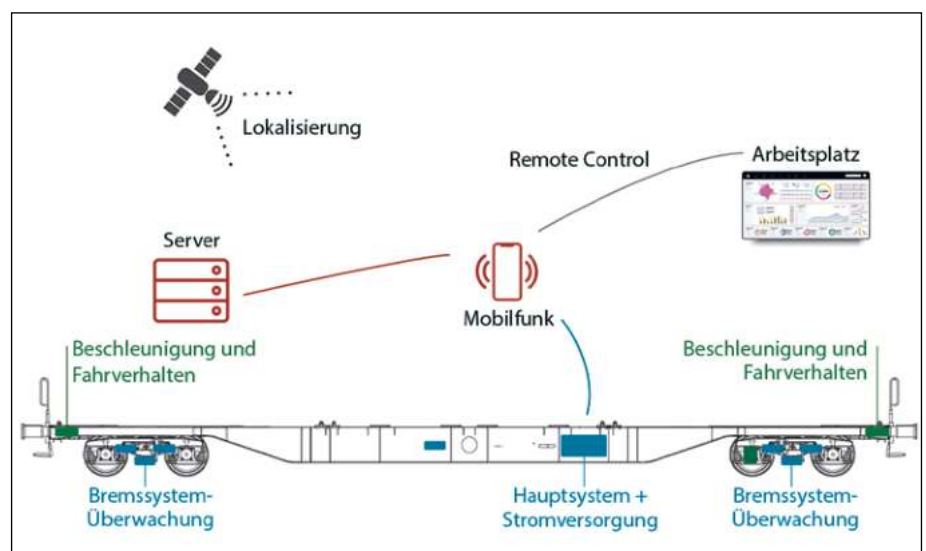


Abb. 1: Monitoring-Konzept des Intermodal-Zugs von Mercitalia

Quelle aller Abb.: PJM



Abb. 2: Bremssystemüberwachung



Abb. 3: Stützbocküberwachung

Die CBM-Funktionen und ihr Datenmaterial im Überblick

Aus der Vielzahl der Monitoring-Funktionen werden hier die wesentlichen näher erläutert.

Echtzeitbremsanalyse und Bremssystemüberwachung

Dem Bremssystem kommt im Schienengüterverkehr (SGV), und dort vor allem im Alpenverkehr, eine besondere Bedeutung

zu. Einerseits sind sie eine entscheidende Komponente hinsichtlich Sicherheit, andererseits sind sie ein relevanter Kostenfaktor in der Instandhaltung. Aus der Perspektive des CBM liefern sie wertvolle Informationen.

Mehr als 90 Jahre Fachwissen zu Technik und Management moderner Bahnen



Anzeigenschluss:
25.10.2022

Bewerben Sie Ihre Dienstleistung oder Ihr Produkt in den Rubriken

- Fahrweg & Bahnbau
- Fahrzeuge & Komponenten
- Ausrüstung & Betrieb
- Projekte & Management
- Forschung & Entwicklung

Buchen Sie jetzt

➔ Ihren Firmeneintrag

➔ Ihr Businessprofil

➔ Ihre Anzeige



Ihr Ansprechpartner: Tim Feindt ▪ tim.feindt@dvvmedia.com ▪ Telefon +49 40 237 14 220

**Eurail
press**

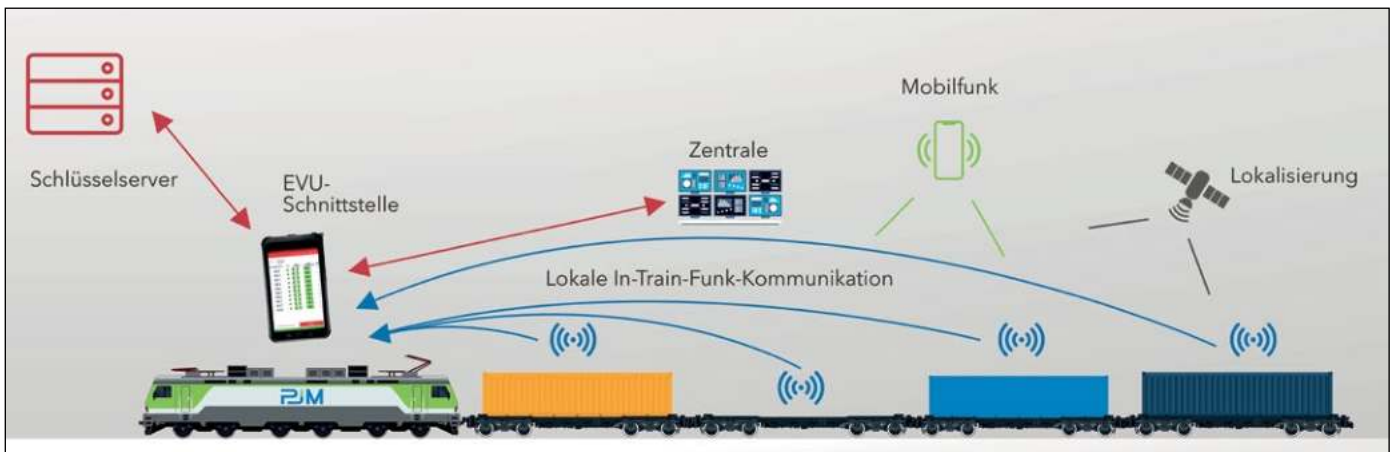


Abb. 4: Konzept der In-Train-Kommunikation

Am italienischen Pilotzug werden ermittelt (Abb. 2):

- Die korrekte Funktion der Bremse und des gesamten Bremssystems im Stillstand und während der Fahrt.
- Analyse der Bremsenergie zur frühzeitigen Erkennung defekter und überlasteter Bremsanlagen und zur Bestimmung des Verschleißzustandes.
- Die korrekte Funktionalität der Bremse hinsichtlich des HL-Zustandes.
- Benachrichtigung des Tf bei drohender Systemüberlastung, z. B. durch zu lange anliegende Bremsen.

Aus diesen ermittelten Echtzeitdaten lassen sich relevante Informationen ableiten, wie z. B. Funktionalität der Bremsen, eventuelle Fehlbedienung, überlastete oder defekte Bremsen, oder Erreichen von Grenzmaßen und die notwendigen Wartungsarbeiten lassen sich besser planen. Dies ist besonders für die Logistik-Anforderungen (just-in-time-Zustellung) im Intermodal-Verkehr notwendig. Die Vermeidung von unplanmäßigen Ausreihungen, die zu Verzögerungen und Slot-Verlusten

führen, ist zur Erreichung der von den Kunden vorgegebenen Lieferzielen und Kapazitäten unerlässlich.

Für die Instandhaltung sind diese Informationen relevant, um Wartung vorausschauend und so kostengünstig wie möglich planen zu können. Aus der Sicherheits-Perspektive sind diese Daten essenziell, um einen sicheren Fahrbetrieb zu gewährleisten (z. B. Vermeidung von Radsatzschäden durch thermische Überlastung).

Monitoring des Beladezustands

Der Beladezustand umfasst das ermittelte Ladegewicht und seine Verteilung auf dem Tragwagen. Damit ist sichergestellt, dass die Wagen mit dem optimalen Gewicht und korrekt (nicht überladen oder etwa asymmetrisch) beladen werden. Im Intermodal-Verkehr ist besonders das mittlere Drehgestell (bei kurzgekuppelten Tragwagen mit Jakobsdrehgestell) von Überlast bedroht. Dies ist abhängig von der Ladeverteilung der Trailer, Container oder Wechselbrücken. Optional kann bereits während des Beladevor-

gangs die korrekte Ladeverteilung optisch mittels Signallampen angezeigt werden. Der Ladeverantwortliche kann in diesem Fall direkt bei Beladung Probleme erkennen und korrigieren.

Ermittlung von Längs- und Vertikalstößen
Die Sensoren am Güterwagen erfassen normkonform u. a. die Stärke eines eventuellen Aufpralls (Analog-Anforderung aus EN 12663), und in Kombination mit dem Ladegewicht kann auf die wirkende Pufferkraft rückgerechnet werden. Im Alltag sind die Güterwagen teilweise rauen Bedingungen ausgesetzt, etwa bei Beladevorgängen oder bei Stößen im Rangierbetrieb. Für Wagenhalter und Logistiker geben die Daten über Längs- und Vertikalstöße wichtige Informationen über den Zustand des Wagens und die damit verbundene Sicherheit bezüglich der Fahrtauglichkeit.

Stützbocküberwachung

Mit der automatisierten Stützbocküberwachung werden mehrere Zustände überwacht (Abb. 3): Die korrekte Position des Königszapfens, die Veränderungen des Verriegelungszustands während der Beladung und Fahrt überwacht. Ohne korrektes Öffnen des Verschlusses könnte der Stützbock im Entladeprozess beschädigt werden. Wenn sich die Verriegelung während der Fahrt öffnet, kann über die In-Train-Kommunikation eine Warnung an den Tf gesendet werden. Vor der Abfahrt wird zusätzlich überprüft, ob der Stützbock in korrekter Lage und das System ordnungsgemäß verschlossen ist. Zur Steigerung des Automatisierungsvorgangs bei Lade- und Entladevorgängen können diese Sensoren optional auch in sicherheitsrelevanter Ausführung verbaut werden. Während der Fahrt gibt es eine Meldung, falls sich der Betriebszustand ändert. Diese Informationen werden in Echtzeit an den Tf und/ oder in das Webportal übermittelt, was ein entscheidender Sicherheitsgewinn ist.

i

Die Funktionalitäten des Pilotzugs von Mercitalia Intermodal im Überblick

- Dynamische Fahrzustandsüberwachung
- Achslagertemperatur
- Auflaufstoßdetektion und Vertikalstoßüberwachung
- Überwachung der Handbremsstellung
- Überwachung Fahrkomfort und Fahrsicherheit
- Flachstellenerkennung
- Allgemeine Monitoring-Funktionen wie Fahrleistung, Positionsdaten, historische Daten, Geofencing
- Verwaltung Radsatzlaufleistung
- Schutz vor falscher oder missbräuchlicher Verwendung
- Zwei-Kanal-Langstreckenfunksystem zur In-Train-Kommunikation
- Umgebungstemperatur
- Automatische Bremssystemüberwachung und -Monitoring hinsichtlich Funktionalität und umgesetzter Bremsarbeit (Verschleiß)
- Automatische Bremsprobe ABP mit SIL2-Zertifizierung
- Integrierte Stützbocküberwachung
- Ladegewichtsbestimmung und -verteilung (Beladezustand)
- Informatives Entgleisungsüberwachungssystem IDDS

Erfassung der Messdaten und Übermittlung in Echtzeit an den Tf

Die Übermittlung aller relevanten Daten für den Tf in Echtzeit ist Voraussetzung für einen sicheren und professionellen Fahrbetrieb und ist bereits heute auch ohne DAK in diesem System verfügbar. Gewährleistet wird diese durch die vom WaggonTracker bereitgestellte In-Train-Kommunikation. Die zweikanalig ausgeführte Langstreckenfunklösung innerhalb des Zugverbands ist hoch-verfügbar, funktioniert über eine sichere, verschlüsselte Verbindung und verfügt über offene Schnittstellen. Die Überwachungsdaten am Fahrzeug werden laufend ermittelt, analysiert und nur im Bedarfsfall an den Tf weitergeleitet. Wesentlich ist aber, dass es mit diesem System erstmals möglich ist, Ereignisse in Echtzeit während der Fahrt an das Betriebspersonal weiterzumelden. Diese Möglichkeit gewinnt mit der Entwicklung der indikativen Entgleisungsdiagnose weiter an Bedeutung. Typische Anwendungsfälle zur Verwendung der In-Train-Kommunikation während der Fahrt sind Funktionalitäten wie Heißläuferwarnung, Entgleisungsdiagnose, Bremsüberwachung, Bremsüberlastung, End-of-Train-Überwachung, Stützbock-Monitoring etc.

Mit diesem Konzept (Abb. 4) ist sichergestellt, dass der Tf umfassende Informationen über den gesamten Güterzug in Echtzeit zur Verfügung hat. Dies erhöht maßgeblich die Sicherheit und spart zugleich Kosten, da der Tf sofort Maßnahmen ergreifen und damit größere Störungen und Schäden im Zugbetrieb verhindern kann.

Fazit

Der intelligente Güterzug von Mercitalia Intermodal ist in mehrerer Hinsicht eine Novität und einzigartig in Europa. Durch die Vielzahl an Überwachungsmöglichkeiten werden wichtige Zustandsdaten erfasst und in Echtzeit zur Verfügung gestellt. Davon profitiert vor Ort das Zugpersonal, das über den Zustand der Güterwagen und unvorhergesehene Ereignisse stets auf dem Laufenden ist. Für den Wagenhalter und den Instandhalter (Entity in Charge of Maintenance (ECM)) sind die umfangreichen Daten und Informationen besonders relevant für konkrete, auf den jeweiligen Wagen und speziellen Betriebseinsatz maßgeschneiderte Instandhaltungs- oder Wartungsmaßnahmen. Durch die hohe sowohl Quantität wie auch Qualität der Datenerfassung und -analyse ist auch der Nutzen für Infrastrukturbetreiber gegeben (etwaige Gleisverstörungen können frühzeitig detektiert werden). Kombiniert mit automatisierten Prozessen wie automatisierter Bremsprobe oder Beladungsüberwachung, ist ein aus heutiger Sicht Höchstmaß an Effizienz und vorhersagbarer Verfügbarkeit gegeben. Daraus abgeleitet sind kürzere Liefer- und Umschlagzeiten sowie weitere Vorteile zu den Kosteneinsparungen, die durch CBM und Automatisierung entstehen. Die Effizienzsteigerung durch die automatisierten Prozesse wirkt sich besonders im Terminalbereich günstig für

Verlader und Eisenbahnverkehrsunternehmen aus. Für die Anforderungen, die dieser Sektor stellt, ist der WaggonTracker als Gesamtsystemlösung für den Güterverkehr die ideale Plattform. Durch die modulare Bauweise und Upgrade-Fähigkeit ist das System auch für künftige Anforderungen gerüstet und ist kompatibel mit der DAK. ■

QUELLEN

[1] Bengtsson, M.: https://www.researchgate.net/publication/242417670_Condition_Based_Maintenance_on_Rail_Vehicles_-_Possibilities_for_a_more_effective_maintenance_strategy, 12.07.2022 um 17:10

[2] Presseinformation: Mercitalia Intermodal und PJM realisieren den smartesten Güterzug Europas https://pjm.co.at/wp-content/uploads/2022/02/PI_PJM_Mercitalia0222d_Web.pdf, 13.07.2022 um 17:40

[3] Das digitale Gesamtsystem namens WaggonTracker wurde von PJ Monitoring GmbH entwickelt. <https://pjm.co.at/waggontracker/> 12.07.2022, 17:50 Uhr



Dipl.-Ing. Günter Petschnig

Gründer und CEO
petschnig@pjm.co.at



Christoph Lorenzutti

COO
lorenzutti@pjm.co.at

Beide Autoren:
PJ Monitoring GmbH, AT-Graz




HEATEX®

KOAXIALLEITUNGEN FÜR DIE BAHNTECHNIK

NEU!

» X

Kabel
press

- Dämpfungsarme & hochflexible Koaxialkabel
- Etablierte Marken: Aircell®, Ecoflex®
- Impedanz: 50 Ohm
- Frequenz: bis 10 GHz

Aircell® HEATEX®, Ecoflex® Plus HEATEX®:

- Zertifiziert nach EN 45545-2 R15/R16 für Bahnanwendungen
- Halogenfrei nach EN 50306-1
- Flammwidrig nach EN 60332-1-2 + EN 60332-1-3
- Rauchdichte nach EN 61034-2
- Rauchgastoxizität nach EN 50305

auch individuelle Kabelkonfektion möglich

Zubehör von SSB-Electronic
Crimpzangen · Erdungsschellen · individuelle Kabelbeschriftungen · Knickschutz
Messprotokolle · Blitzschutz · Kabelscheren

Tel.: +49 2941-93385-0 · vertrieb@ssb-electronic.de · www.ssb-electronic.de
SSB-Electronic GmbH · Am Pulverhäuschen 4 · 59557 Lippstadt

22. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress 22nd International SIGNAL+DRAHT Congress

Neues Zusammenspiel von Fahrzeug und Strecke		New interaction between vehicle and track	
Donnerstag, 17. November 2022		Thursday, 12 th November 2022	
		Referent / Speaker	
10:30	Begrüßung	Welcome	Manuel Bosch, DVW Media Group GmbH
10:35	Einleitung	Introduction	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
10:45	Herausforderungen in der Fahrzeug-Strecke-Interaktion – ein Überblick	Challenges in vehicle-route interaction – an overview	Patrick Steinebach, DB Netz
11:15	Kleiner Aufwand, große Wirkung: Fahrzeugausrüstung im Digitalen Knoten Stuttgart	Small effort, big effect: Vehicle equipment in the Stuttgart digital node	Thomas Vogel, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg Peter Reinhart, Deutsche Bahn AG
11:45	Europe's Rail - Ansatz und Zielsetzung	Europe's Rail – approach and objective	Michael Leining, Nextrail GmbH
12:15	ETCS-Umrüstung von Bestandsfahrzeugen	ETCS – retrofitting of existing vehicles	Christine Bode, Siemens Mobility GmbH
12:45	Mittagessen	Lunch	
14:15	Praxiserfahrungen mit ATO over ETCS bei der S-Bahn Hamburg	Practical experience with ATO over ETCS at S-Bahn Hamburg	Christoph Gonçalves Alpoim, S-Bahn Hamburg Boris Dickgießer, Siemens Mobility GmbH
14:35	CBTC-Projekte in Deutschland: Ein Gesamtüberblick und das Vorhaben in Frankfurt	CBTC projects in Germany: a general overview and the project in Frankfurt	Michael Ruffer, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF)
15:00	Das Regionalbahnkonzept der ÖBB	The regional railway concept of the ÖBB	Michael Bernt, ÖBB / Martin Taranetz, ÖBB
15:25	Ansatz und Status der ETCS-Ausstattung in Luxemburg	Approach and status of ETCS equipment in Luxembourg	André Feltz, CFL
15:45	Kaffeepause	Coffee Break	
16:35	Podiumsdiskussion: Das Gesamtsystem im Blick: Wie gelingt das Zusammenspiel von Fahrzeug und Strecke?	Panel discussion: Overview of the overall system – how effective is the interaction between vehicle and infrastructure?	Christine Bode, Siemens Mobility GmbH Jan Schröder, DB Netz Prof. Dr. Jochen Trinckauf, TU Dresden Thomas Vogel, MV BW Vanessa Langhammer, Rail Cargo Austria AG
17:25	SIGNAL+DRAHT-Lifetime Achievement Award 2022	SIGNAL+DRAHT-Lifetime Achievement Award 2022	Bosch / Hundt / Zierl, SIGNAL+DRAHT
18:00	Abend der Kommunikation	Discussion evening	

Freitag, 18. November 2022		Friday, 18 th November 2022	
		Referent / Speaker	
9:00	Autonomes Fahren wird die Arbeitsweise von Lkws und Bussen verändern – ein Einblick in die Aktivitäten der MAN Truck & Bus SE	Autonomous Driving will change how trucks busses operate - an insight into the activities at MAN Truck & Bus SE	Mikael Edstam, MAN Truck & Bus SE
9:30	5G und FRMCS: Öffentliches vs. privates Netz	5G and FRMCS: Public vs. private network	Raphael Aebersold, Swisscom
10:00	5G und FRMCS: Geschäftsmodelle und Umsetzungskonzepte in Österreich	5G and FRMCS: Business models and implementation concepts in Austria	Wolfgang Grossegger, ÖBB
10:30	Kaffeepause	Coffee Break	
11:00	IT-Sicherheit über offene Netze	Cyber Security over open networks.	Prof. Dr. Stefan Katzenbeisser, Incyde GmbH
11:25	Die Digitale Automatische Kupplung und ihre Wechselwirkungen mit der LST	Digital Automatic Coupling and its interactions with the CCS	Dr. Jens Engelmann, railiable GmbH
11:50	Brenner-Basistunnel: Planung der Ausrüstung – aktueller Stand	Brenner Base Tunnel: equipment planning – current status	Robert Abfalterer, BBT SE
12:15	Ende der Veranstaltung	End of the event	