



ETR

EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU



IMPULSGEBER FÜR DAS SYSTEM BAHN

SCHIENENVERKEHRSFORSCHUNG DES BUNDES

Das DZSF ist in Dresden, aber auch bundesweit in der Schienenverkehrsforschung angekommen

NBS DRESDEN - PRAG

Im transnationalen Projekt wurde das Raumordnungsverfahren auf deutscher Seite erfolgreich abgeschlossen

BUNDESTAGSWAHL 2021

Eine Durchsicht der Wahlprogramme zeigt die Positionen der jetzt im Bundestag vertretenen Parteien

INSTANDHALTUNG

Ziel von SensoDIMARis ist es, an Fahrzeugen die planmäßige Wartung um eine zustandsbezogene Instandhaltung zu ergänzen

**Jetzt 25%
Messerabatt
sichern!**

eurailpress.de/railway-forum21



Modernisieren und die Zulassung erhalten

Mit Retrofit bietet die Deutsche Plasser ein Service-Programm, das die Lebenszeit einer Maschine um Jahre verlängert. Die intakte Grundsubstanz einer Maschine bleibt erhalten und in Absprache mit dem Kunden wird nur dort aufgearbeitet und erneuert, wo er dies wünscht. Es werden dabei gezielt die Komponenten ausgetauscht, wo neue Technologien zu höherer Produktivität führen.

Abhängig vom Zustand der Maschine liegen die Kosten für ein Retrofit deutlich unter dem Anschaffungspreis einer neuen Maschine. Zudem dauert es je nach Umfang der Arbeiten und Größe der Maschine nur zwischen acht und zehn Monaten.

Danach geht die Maschine direkt vom Werk wieder in den Einsatz – denn die Deutsche Plasser stellt sicher, dass die Zulassung erhalten bleibt.

DEUTSCHE PLASSER

Tel.: +49 (89) 93008-0

E-Mail: info@deutsche-plasser.de

Schienenverkehrsforschung des Bundes – das DZSF in Dresden

Das DZSF ist in Dresden, aber auch bundesweit in der Schienenverkehrsforschung angekommen.



Liebe Leserinnen und Leser,

das Verkehrsmuseum in Dresden bot die angemessene Kulisse für den Festakt, mit dem am 23. Mai 2019 das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) gegründet wurde. Das Bundesministerium für Verkehr und Digitale

Infrastruktur (BMVI) hat eine herausragende Bahnmetropole unseres Landes für den Sitz seiner jüngsten Ressortforschungseinrichtung ausgewählt. In Dresden und seinem Umland verbinden sich Historie und High-Tech, Erfahrungswissen und Erkenntnisgewinn. Und die Vielfalt an Forschungs- und Testeinrichtungen, Industrie und Betreibern spiegelt sich auch in diesem Heft wider.

Seit diesem Gründungsakt ist viel passiert: natürlich der Personalaufbau und die inhaltliche Schärfung rund um die drei aktuellen Leuchtturmthemen Kapazitätsoptimierung, Erschließung von Stadt-Umland-Verkehren und Cyber Security, aber auch der Aufbau von Forschungsinfrastruktur wie zum Beispiel ein Labor für Cyber Security am Standort Dresden oder ETCS-Safety in der Außenstelle des Eisenbahn-Bundesamtes in München.

Als besonderes Highlight ist die Eröffnung des Offenen Digitalen Testfeldes des DZSF zu nennen, die im Juli dieses Jahres in Cottbus in Anwesenheit des Bundesverkehrsministers Andreas Scheuer, dem Verkehrsminister des Landes Brandenburg Guido Beermann und dem Vorstandsvorsitzenden der DB Netz AG Frank Sennhenn erfolgte. Das Testfeld erstreckt sich über rund



360 Streckenkilometer auf Infrastruktur der DB Netz AG im Dreieck Halle–Cottbus–Niesky. Ein- und zweigleisige Strecken mit Geschwindigkeiten bis zu 250 km/h gehören genauso dazu wie verschiedene Zugsicherungssysteme einschließlich ETCS, Zugangsstellen für Fern-, Nah- und Güterverkehr und Hochschul- und Unternehmensstandorte.

Auf dieser umfassenden Grundausstattung ermöglicht das DZSF gemeinsam mit der DB Netz AG Forschungseinrichtungen, neue technologische Entwicklungen unter realen Bedingungen zu testen und agiert damit als neutrale Plattform für die Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft.

Zu diesem Anlass ist auch die aktualisierte Fassung des Bundesforschungsprogramms Schiene veröffentlicht worden. Als strategische Klammer um die Aktivitäten des Bundes in der Schienenverkehrsforschung verfolgt es zwei strategische Ziele: die Stärkung des Marktanteils des Schienenverkehrs und das Erreichen der Klimaschutzziele. Dessen inhaltliche Ausrichtung sowie seine Einbettung in den strategischen Rahmen der Ressortforschung des BMVI und auch die Beteiligung des DZSF am BMVI-Expertennetzwerk bieten die Grundlage dafür, dass das DZSF seiner Aufgabe, als Ressortforschungseinrichtung wissenschaftlich fundierte Politikberatung zu leisten, gerecht werden kann.

Nach gut zwei Jahren lässt sich resümieren: das DZSF ist in Dresden, aber auch bundesweit in der Schienenverkehrsforschung als Partner für Forschungsförderung und Forschungsk Kooperationen angekommen. ●

Prof. Dr.-Ing. Corinna Salander

Direktorin Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt



Transnationale NBS Dresden – Prag: Raumordnungsverfahren auf deutscher Seite abgeschlossen **22**



Das System TGV erlebte in den vergangenen 40 Jahren einen beispiellosen Erfolg **44**



Der Schlüssel, die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Planbarkeit zu meistern, ist die Digitalisierung **52**

Inhalt



Gastkommentar

3

Schienerverkehrsforschung des Bundes – das DZSF in Dresden

Corinna Salande

Dresden

10

Datensätze für das autonome Fahren als Grundlage für GoA3+

Rustam Tagiew | Thomas Buder

Roman Tilly | Kai Hofmann

Christian Klotz

16

Hygienisch sicher reisen?

– Der öffentliche Verkehr in der Pandemie –

Zaki Kebdani | Martin Lehnert

Sabrina Michael

22

Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden – Prag: Abschluss des Raumordnungsverfahrens auf deutscher Seite und modellbasierte Aufbereitung der Daten mittels BIM-Methodik

Michael Menschner | Christoph Kautter

Judith Krischler

Bundestagswahl 2021

29

Große Aufgaben stehen an

Dagmar Rees

Verkehr & Betrieb

34

Digital Asset Management für Bahnsysteme: Maximierung der Vermögenswerte über den gesamten Lebenszyklus

Dieter Barnard | Ekkehard Tönsing

Roland Brill

38

Obsoleszenzproblematik in der LST: Herausforderungen und aktuelle Ansätze

Thomas Alberter

44
40 Jahre TGV
 Eberhard Jänsch

Infrastruktur & Bau

52
Game changer Digitalisierung
 Annika Jahnke

Fahrzeuge & Komponenten

58
SensoDIMARIS: Das Ohr an der Maschine für zustandsbasierte und vorausschauende Instandhaltung
 Ute Franke | Jörg Jonas-Kops
 Bernd Bremer | Lutz Hübner

64
Die Gestaltung von Verträgen zur Beschaffung von Schienenfahrzeugen im Hinblick auf die neue Zulassungsverordnung (EU) 2018/545 des vierten Eisenbahnpakets
 Tobias Boecken | Ulrike von Paris
 Hannah Walter

66
Simulation und Vergleich zweier Betriebsarten des Antriebssystems für HELMS-Lokomotiven
 Kateryna Stolz | Georg Möhlenkamp
 Andre Nadebohr

Extra: ETR Austria

69
Editorial

70
Kompakt

73
Neues Institut für Eisenbahn Infrastrukturdesign – Railway Infrastructure Design an der Technischen Universität Graz
 Ferdinand Pospischil | Karin Metnitzer
 Farzad Farivar

76
Eine gesundheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen von Verkehrssystemen im Vergleich
 Hakan Kadam | Bernhard Rürger

82
FSV Aktuell

Fünf Fragen an

90
Der Bieter gibt den CO₂-Ausstoß seiner Produkte an, wir versehen diesen mit einem Preis
 Sven Schirmer

Rubriken

6
Monitor

84
Marktplatz

87
VDI

88
Veranstaltungen & Termine

89
Impressum



Zum Titelbild
 Bahnknoten Erfurt Hbf im Morgenlicht

Quelle: Deutsche Bahn AG/Volker Emersleben

Kontakt
Redaktion:
Ursula Hahn
 T 06203/6619620 |
 ursula.hahn@dvvmedia.com

Vertrieb:
Markus Kukuk
 T 040/23714-291
 markus.kukuk@dvvmedia.com

Anzeigenverkauf:
Tim Feindt
 T 040/23714-220
 tim.feindt@dvvmedia.com
 Nähere Informationen
 siehe **Seite 89**

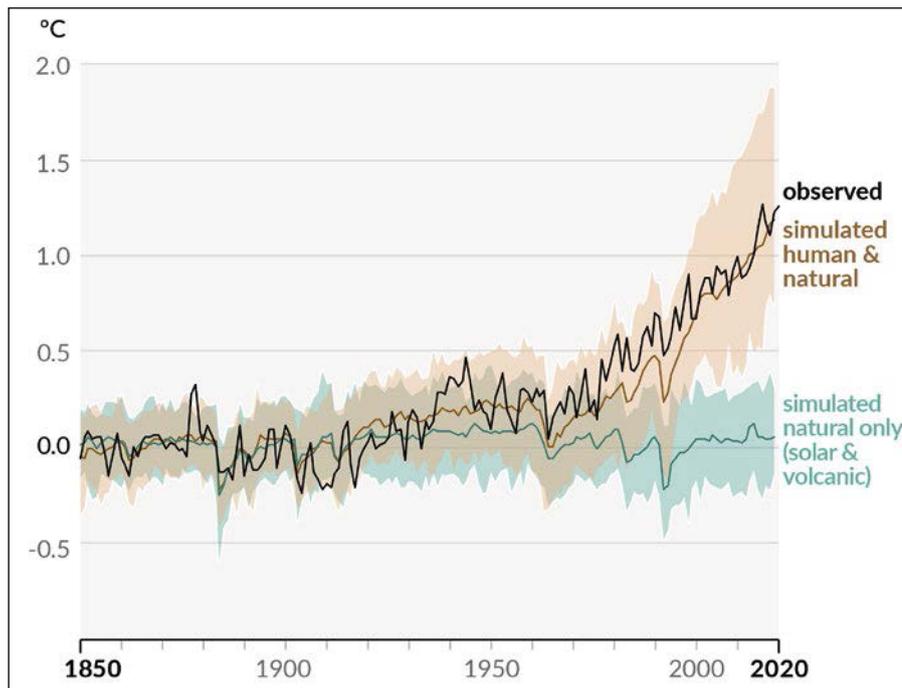


Eurailpress Fachartikelarchiv

Alle Beiträge mit diesem Symbol sind unter www.eurailpress.de/archiv/ dauerhaft hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die

Volltextsuche für Ihren individuellen Informationsbedarf. Abonnenten steht dieses Angebot kostenlos zur Verfügung.

Mehr umweltfreundliche Bahn – jetzt



Die globale Durchschnittstemperatur steigt seit Mitte der 1990er Jahre exponentiell an. Die Ursachen sind menschengemacht, zeigt der Weltklimareport der UN
Quelle: IPCC-Report Climate Change 2021, Part 1

Klimawandel | Der Weltklimabericht 2021 der UN, zusammengestellt vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), ist eindeutig: Die Erderwärmung (Klimawandel) ist menschengemacht und die zunehmenden Extremwetter wie Dürre oder Starkregen ebenfalls. Der Report gibt jedem, der sich für einen Ausbau des Systems Bahn einsetzt, eine wissenschaftlich basierte Argumentationsgrundlage. Der Bericht stellt eine direkte Korrelation zwischen Ausstoß von CO₂ und Temperaturerhöhung her: pro 1000 Gigatonnen CO₂ eine Zunahme der Temperatur um 0,45 Grad.

Die gute Nachricht ist, dass ein Vermeiden eines zusätzlichen CO₂-Ausstoßes auch die Erderwärmung abbremst. Handeln im Sinne des Klimaschutzes bewirkt also tatsächlich etwas. Der Report weist auch darauf hin, dass es durch gezielte Maßnahmen gelungen ist, das Ozon-Loch zu verkleinern.

In fünf Szenarien berechnen die Autorinnen und Autoren, wie sich Klimaschutzstrategien auswirken werden. In der besten Variante, bei der das Problem der CO₂-Emission sofort angegangen wird und bis 2050 Null-Emissionen erreicht werden, kann das Ziel von maximal 1,5 Grad Erderwärmung erreicht und auch langfristig (bis 2100) gehalten werden. Doch schon wenn etwas zögerlicher mit der Reduktion begonnen wird, rei-

chen die Maßnahmen nicht mehr aus. Selbst bei 100% Klimaneutralität in 2050 führt eine erst später beginnende Rückführung dazu, dass die Welt im Jahr 2100 um geschätzt 1,8 Grad wärmer sein wird. Bei einem „Weiter wie bisher“ und Reduktion erst nach 2050 beträgt die Erwärmung schon um die 2,7 Grad.

Die schlechte Nachricht ist, dass sich das Klima jetzt schon in einem Stadium befindet, indem Veränderungen zum Negativen immer schneller erfolgen. Die Temperaturstatistik seit Beginn der Messungen zeigt, dass die Durchschnittstemperatur seit Mitte der 1990er-Jahre nicht mehr linear sondern exponentiell steigt (siehe Grafik). Die Gründe sind vielfältig; sehr vereinfacht gesagt ist dies darauf zurückzuführen, dass die CO₂-Puffersysteme, besonders die Meere, die bisher mehr als die Hälfte des CO₂-Ausstoßes binden konnten, an die Grenze ihrer Aufnahmefähigkeit gelangen.

Die zweite schlechte Nachricht ist, dass viele Klimaprozesse, die durch hohen CO₂-Ausstoß in Gang gesetzt wurden, nicht kurzfristig wieder umgekehrt werden können. So wird es auch bei „nur“ 1,5 Grad Erderwärmung mehr Starkregen und Dürre als heute geben und auch der Meeresspiegel wird erst einmal weiter steigen, bevor er im besten Fall wieder etwas sinken kann. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (dr) ●

Reduzierung um 98 % rückwirkend

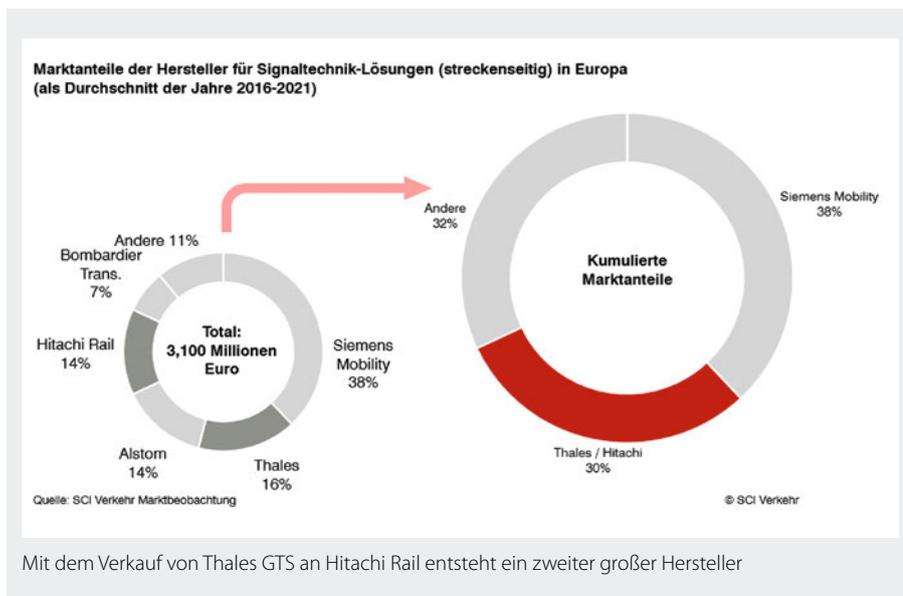
Trassenpreise | Deutschland darf die Trassenkosten für den Schienengüterverkehr und den Schienenpersonenfernverkehr senken. Diese Beihilferegelungen hat die EU-Kommission Ende Juli genehmigt. Damit sollen die Unternehmen in der Corona-Krise unterstützt werden.

Für die Senkung der Trassenkosten im Fernverkehr werden geschätzt 2,1 Mrd. EUR für den Zeitraum 01.03.2020 bis 31.05.2022 eingesetzt, um die Trassenkosten um 98 % zu senken. Für den Güterverkehr werden 410 Mio. EUR bei einer Senkung um 98 % angesetzt, hier ist der Zeitraum 01.03.2020 bis 31.05.2021. Hier ergänzt die Kommission ihren Beschluss vom 07.05.2021, wo für die Senkung der Trassenkosten des Güterverkehrs die Mittel für den Zeitraum 01.06.2021 bis 31.12.2021 von 350 Mio. EUR auf 567 Mio. EUR ausgestockt wurden, um die Trassenkosten um 98 % senken zu können (statt bisher 45 %). (cm) ●

Rund 2,5 Mrd. EUR Schaden durch Corona

Pandemie | Die Corona-Pandemie hat den in Deutschland tätigen Eisenbahnen 2020 einen wirtschaftlichen Schaden von 2,55 Mrd. EUR zugefügt. Zu diesem Ergebnis kommt die Bundesnetzagentur (BNetzA) in der „Marktuntersuchung Eisenbahnen 2021“, in der die Regulierungsbehörde die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie beleuchtet. Berücksichtigt sind in der Summe staatliche Finanzhilfen.

Mit 2 Mrd. EUR traf die Pandemie laut BNetzA den Schienenpersonenfernverkehr am stärksten. Während im Vergleich der beiden Jahre die Betriebsleistung mit rund 1,1 Mrd. Zug-km in etwa stabil blieb, ging die Verkehrsleistung im Personenfernverkehr um 47 % auf 24 Mrd. Personenkilometer (Pkm) zurück. Im Personennahverkehr sank die Leistung um 40 % auf 35 Mrd. Pkm, im Güterverkehr um 5 % auf 123 Mrd. Tonnenkilometer (tkm). Der Marktanteil der Schiene lag 2020 im Güterverkehr bei 18,8 % (Vorjahr: 19 %), im Personenverkehr bei 6,2 % nach 9,1 % im Jahr 2019. (ici/dr) ●



Thales GTS an Hitachi Rail – Weitere Käufe

Unternehmen | Im Zuge der Digitalisierung und angesichts der guten wirtschaftlichen Perspektiven des Eisenbahnsektors aufgrund seiner herausragenden Bedeutung für den Klimaschutz verändert sich die Unternehmenslandschaft sehr dynamisch. Die herausragendste Meldung war Anfang August die Bekanntgabe der Übernahme von Thales Ground Transportation Systems (GTS) durch Hitachi Rail bis Ende 2022, also Zugsicherungstechnik, Telekommunikations- und Überwachungssysteme sowie Fahrgeldmanagement. Damit wird Hitachi Rail zum zweitgrößten Anbieter von Leit- und Sicherungstechnik in Europa (Grafik).

Die Übernahme wird für die Branche unterschiedlich bewertet. Maria Leenen, Geschäftsführende Gesellschafterin SCI Verkehr, meint: „Mit dem Verkauf haben wir bei Leit- und Sicherungstechnik zwei starke Player am Markt. Das ist sehr zu begrüßen, zumal mit Hitachi Rail, früher Ansaldo, die europäische Komponente gewahrt bleibt.“

Monika Heiming, Exekutivdirektorin der europäischen Infrastrukturbetreiber-Organisation EIM, sagt: „Die Eisenbahninfrastrukturbetreiber sehen die zunehmende Konsolidierung der europäischen Hersteller und Zulieferanten mit Sorge. Die Fertigstellung des TEN-T Kernnetzes, inkl. ERTMS, bis 2030 erfordert eher mehr als weniger Anbieter. Die Übernahme von Thales dürfte kurzfristig vor allem Auswirkungen auf aktuell laufende Ausschreibungen im Bereich Signaltechnik (ETCS) haben.

Mittel- bis langfristig rechnen wir mit einer dritten Fusions-/Übernahmewelle im mittleren Marktsegment.“

Weitere Übernahmen: Ausweitung der Digitalkompetenz

Siemens Mobility hat ebenfalls Anfang August den Kauf von Sqills bekannt gegeben, einem niederländische Unternehmen mit cloudbasierter Software für Bestandsmanagement, Reservierung und Fahrkartenauf. Zu den Entwicklungen von Sqills gehört „S3 Passenger“, eine skalierbare Plattform für Verkehrsunternehmen.

Bentley Systems hat über die Tochter Sequent das Unternehmen Imago übernommen, eine cloudbasierte Plattform für geowissenschaftliche Bilder, mit KI-gestützten Tools für die Verwaltung und Modellierung von Geodaten.

Frisches Kapital durch Einstieg von Investmentfonds

Mitte August wurde bekannt, dass die Schaltbau Holding AG ein Übernahmeangebot von einer Tochter der Investmentfonds Carlyle erhalten hat – die Übernahme galt bei Redaktionsschluss als sicher. Kernmarken sind Pintsch, Bode, Schaltbau und SBRS. Der Güterwagenhalter Aves One geht an Swiss Life Asset Managers und Vauban Infrastructure Partners. Investitionen von mindestens 100 Mio. EUR sind zugesichert. (dr) ●

In Kürze

550 Mio. EUR für Kapitalerhöhung bei DB genehmigt | Deutschland darf die Deutsche Bahn mit 550 Mio. EUR stützen, um die durch die Corona-Pandemie entstandenen Schäden im Fernverkehr abzufedern. Die Maßnahme soll in Form einer Kapitalzuführung erfolgen. Dies hat die EU-Kommission jetzt beschlossen. Bei der Schätzung der Höhe des für den Ausgleich in Betracht kommenden Schadens wird auch die Ermäßigung der Trassenentgelte für den Personenfernverkehr berücksichtigt. (cm)

Auftrag zur Erstellung einer Nicht-Diesel-Strategie | Das Land Baden-Württemberg und regionale Partner untersuchen in einer jetzt in Auftrag gegebenen Studie, ob entweder eine Elektrifizierung oder der Einsatz alternativer Antriebe für 16 Diesel-Strecken die beste Alternative wäre. Der Auftrag zur Ausarbeitung der Studie ging an eine Bietergemeinschaft aus TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH und der komobile w7 GmbH, Wien. (dr)

340 Streckenkilometer ETCS erfolgt, weitere 446 bis 2025 mit gesicherter Finanzierung | Laut Deutsche Bahn (DB) wurden bislang 340 Streckenkilometer mit dem ETCS ausgerüstet. Darüber hinaus würden im Rahmen des Bedarfsplans (Neu- und Ausbauprojekte) bei gesicherter Finanzierung von 2021 bis 2025 ETCS-Projekte im Umfang von 446 Streckenkilometern geplant und realisiert. (dr)

Erste Teststrecke für Ottobahn | In Taufkirchen bei München soll die erste Teststrecke für die Ottobahn entstehen. Die Ottobahn ist ein neues Transportsystem mit Gleisen, die in 5 bis 10 m Höhe verlaufen. Hier sind autonom fahrende, elektrisch angetriebene Kabinen eingehängt (siehe auch ETR 12/2020) (dr)

Autonome Straßenbahn in Berlin vorgestellt | Ende August fand die erste öffentliche Demonstrationsfahrt im Rahmen des Forschungsprojekt zur Entwicklung eines vollautomatisierten und digitalen Straßenbahndepots (Autonome Straßenbahn im Depot „AstrID“) in Berlin statt. (dr)

Ermewa-Verkauf genehmigt | Die EU-Kommission hat den Erwerb der gemeinsamen Kontrolle über die Ermewa Holding SAS durch die Caisse de dépôt et placement du Québec („CDPQ“) und DWS Alternatives Global Limited („DWS“) genehmigt. (cm/dr)

Köpfe & Karrieren



Klemt-Albert Professorin an der RWTH | Prof. Dr.-Ing. Katharina Klemt-Albert hat zum 01.08.2021 die Leitung des Instituts für Baubetrieb und Projektmanagement an der RWTH Aachen übernommen. Zuvor leitete Klemt-Albert seit 2016 das Institut für Baumanagement und Digitales Bauen der Leibniz Universität Hannover. Klemt-Albert war auch 14 Jahre lang bei der DB in Leitungspositionen. (dr)



Bobsien bei Siemens Mobility verantwortlich für Lokomotiven und Reisezugwagen | Steffen Bobsien (50), zuvor Beauftragter für

strategische Investitionen und Innovationen bei DB Cargo, ist seit Monatsbeginn bei Siemens Mobility GmbH als VP Locomotives & Passenger Coaches für das weltweite Geschäft für Lokomotiven und Reisezugwagen verantwortlich. Bobsien ist Diplom-Ingenieur; er kam im April 2011 zu DB Cargo und war dort Leiter des Ressorts europäische Betriebsmittel und Technologie. 2019 wurde er CEO der DB Cargo Polska, bevor ihn DB-Cargo-Chefin Sigrid Nikutta im Mai 2020 in ihren Stab holte. (ici/dr)



Schreyer wird CEO von Go-Ahead | Die in Großbritannien ansässige Go-Ahead Group hat „nach einem gründlichen Auswahlverfahren“ die Ernennung von Christian Schreyer

zum CEO der Gruppe mit Wirkung zum 5. November 2021 bekanntgegeben. Die Ernennung Schreyers folgte auf die im Mai bekannt gegebene Entscheidung von David Brown, sich zum Ende des Jahres aus der Rolle des CEO zurückzuziehen. Schreyer ist seit 2014 für Transdev tätig, zuletzt als CEO Nord- und Zentraleuropa. Im Februar hatte er seinen Abschied von Transdev angekündigt. Bis 2014 arbeitete der 53-jährige Deutsche mehr als 15 Jahre für die DB. (as/dr)

Weyenberg im niederländischen Ministerium für Schiene zuständig | Mit Steven Weyenberg (D'66, Linksliberale) hat das niederländische Infrastrukturministerium seit 10. August einen neuen Staatssekretär. Weyenberg folgt auf Stientje van Veldhoven, die Mitte Juni zurückgetreten war. Sie war seit 2017 im Ministerium zuständig für Schiene und Öffentlichen Verkehr. (qv/dr)

SPNV in NRW: steigt auch Keolis aus?

Nahverkehr | Abellio Deutschland und Keolis Deutschland verhandeln schon seit gut anderthalb Jahren mit den Aufgabenträgern in NRW über Veränderungen ihrer Verkehrsverträge. Ende Juni machte Abellio seine Drohung wahr und beantragte ein Schutzschirmverfahren. Jetzt erhöht auch Keolis den Druck auf die Aufgabenträger und drängt immer mehr auf „wirtschaftlichere Bestandverträge“, so Keolis Deutschland zur ETR-Schwesterzeitung *Rail Business*. Die „WAZ“ meldete, dass auch vorzeitige Vertragsauflösungen eine Option seien.

Keolis ist schwerpunktmäßig in Nordrhein-Westfalen unter der Marke „Eurobahn“ aktiv. Laut Veröffentlichungen im Bundesanzeiger hat Keolis Deutschland seit 2010 nur Verluste erzielt. Die roten Zahlen stiegen von Jahr zu Jahr: von -4,43 Mio. EUR in 2010 auf -33,80 Mio. EUR in 2019. Für das Corona-Jahr 2020 gibt Keolis einen Verlust von 141,77 Mio. EUR an.

Keolis benennt vier Posten, deren Kostensteigerungen nicht durch die aktuellen Bruttoverträge abgedeckt sind:

- Personalkosten
- Baustellen
- Pönalen
- Rekrutierungskosten

Die drei Aufgabenträger des Landes, NVR, NWL und VRR überprüfen derzeit unter Beteiligung von externen Rechtsberatern und Wirtschaftsprüfern jeden einzelnen

Verkehrsvertrag auf rechtlich vertretbare Anpassungsmöglichkeiten, so der VRR zu *Rail Business*. Der Fokus liege dabei darauf, dass sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im SPNV-Markt bundesweit verschoben haben, im Wesentlichen verursacht durch z.T. nicht vorhersehbare Kostenentwicklungen, z.B. durch Baustellen, so der VRR weiter.

Die Unterscheidung, was „vorhersehbare“ und „nicht-vorhersehbare“ Kosten für die Eisenbahnverkehrsunternehmen bei der Abgabe ihres Gebotes für die Verkehrsverträge waren, ist wesentlich für den weiteren Verlauf der Verhandlungen und eine eventuelle Lösung des Konflikts, der zunehmend Teile des SPNV in NRW bedroht. Landesverkehrsminister Hendrik Wüst hatte bereits im Juni im Zuge des Schutzschirmverfahrens von Abellio gesagt, es könnten nur „unvorhersehbare Mehrkosten“ ausgeglichen werden. Wüst hatte Verkehrsverbände und Unternehmen aufgefordert, „zeitnah eine Einigung“ zu finden.

Bei ETR-Redaktionsschluss war eine Einigung noch nicht gefunden. Die Zeit drängte jedoch, da Ende September die dreimonatige Zeitspanne ausläuft, in denen im Rahmen eines Schutzschirmverfahrens die Löhne und Gehälter bei Abellio von der Bundesanstalt für Arbeit (BfA) gezahlt werden.

Das Problem ist zwar für NRW am häufigsten diskutiert, aber nicht darauf begrenzt. Abellio hat in Sachsen-Anhalt einen Marktanteil von rund 50%. (dr/cm) ●

181 Bauvorhaben für Deutschlandtakt

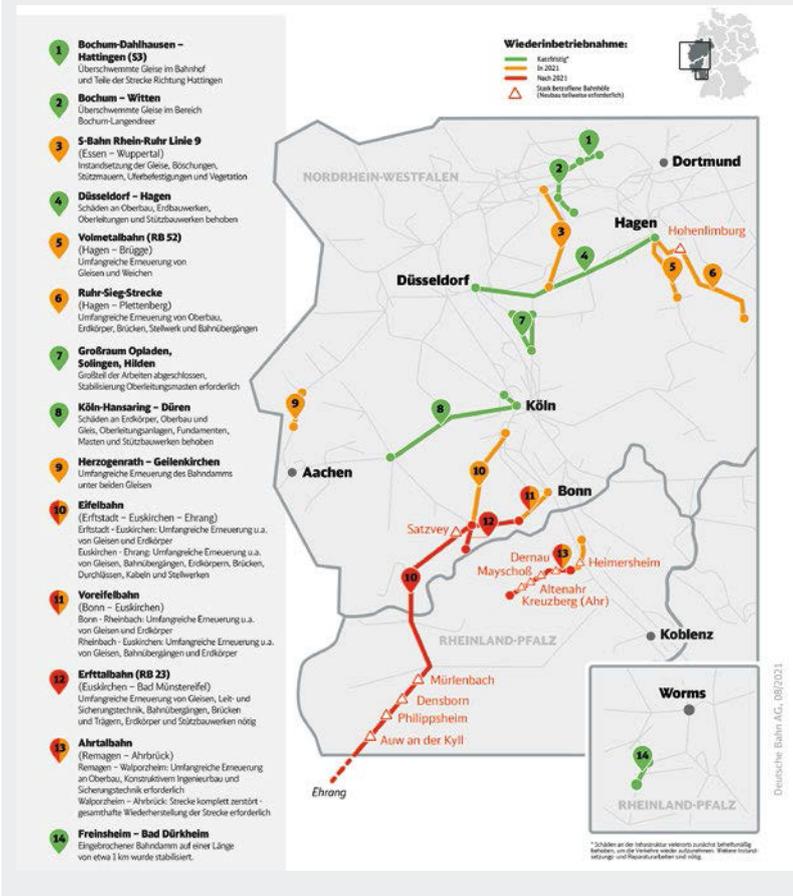
Infrastruktur | Das Bundesverkehrsministerium (BMVI) hat Mitte August einen Katalog von Streckenaus- und -neubauten vorgelegt, die für einen deutschlandweiten Taktfahrplan erforderlich sind. Der Katalog umfasst 181 Bauvorhaben für den Deutschlandtakt, die geschätzt insgesamt 40 Mrd. EUR kosten werden. Das Projekt setzt auf den Vorhaben des Bundesverkehrswegeplans 2030 auf.

Die Bauvorhaben basieren auf dem dritten Gutachterentwurf zum Deutschland-Takt unter Federführung des Planungsbüros SMA+ vom Juni 2020. Die Aus- und Neubauvorhaben dienen dazu,

Fahrzeiten zwischen Knotenbahnhöfen zu verkürzen sowie Kapazität für zusätzliche Züge zu schaffen. Alle Vorhaben werden dem vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans zugeordnet. Damit kann die Planung vorbereitet werden.

Teil des Kataloges ist beispielsweise der Ausbau der Güterverkehrskorridore. Voraussichtlich 2023 sollen auf den europäischen Güterverkehrskorridoren Rhine-Alpine, Scan-Med, Atlantic, Orient/East-Med/ North Sea-Baltic sowie Rhine-Danube auf langen Abschnitten Überholgleise für 740 m lange Güterzüge zur Verfügung stehen. (ici/dr) ●

Zeitplan für Wiederinbetriebnahme flutgeschädigter Strecken



Nicht alle Strecken, bei denen durch die Überschwemmungen im Juli Infrastruktur zerstört wurde, können bis Ende 2021 wieder in Betrieb genommen werden.

Besonders die Eifftalbahn bleibt noch länger nicht nutzbar. Unterdessen wird auch an Zwischenlösungen gearbeitet. So hat etwa der Verein Eifelquerbahn als vorübergehende Lösung vorgeschlagen, die Eifelquerbahnstrecke als Baugleis wieder in Betrieb zu nehmen. Außerdem könnten drei Linien eingerichtet werden, die auch ohne die aktuell beschädigte Leit- und Sicherungstechnik betrieben werden könnten: Gerolstein - Densborn, Gerolstein - Jünkerath und Gerolstein - Kaisersesch.

Der Zweckverband SPNV-Nord hofft, dass mit dem Wiederaufbau auch eine langfristige Verbesserung der Angebots-situation der Eifel-Hauptstrecke Trier - Köln möglich ist: „Die nun teilweise zerstörte Schieneninfrastruktur der Eifelstrecke hatte nicht wirklich attraktive Reisezeiten und damit keine guten Voraussetzungen für schnelle Verbindungen im Integralen Taktfahrplan des Deutschlandtakts. Wir möchten zügig Verbesserungen in der Eifel für die Fahrgäste erreichen und hoffen beim Wiederaufbau auf erste Effekte,“ so Verbandsdirektor Thorsten Müller. Die Versammlung hatte - noch vor der Überschwemmung - eine Studie zur Verbesserung der Angebots-situation beschlossen.

Ausgezeichnete Innovationen aus Sachsen

Forschung und Entwicklung | Der Set4Future Innovation Award ist ein sächsischer Innovationswettbewerbs für Bahntechnologie. Gewinner des Wettbewerbs war 2021 die Skeleton Technologies GmbH, die einen Speicher für rückgewonnene Energie bei Straßenbahnen entwickelt hat. Laut Set4future ist Skeleton der weltweit einzige Hersteller von Graphen-basierten Ultrakondensatoren. Ihr Einsatz in Straßenbahnen führe über eine Lebenszeit von 10 Jahren zu einer Energieeinsparung beziehungsweise Rekuperation von 30%, begründet die Jury die Entscheidung.

Zwar sei die Anwendung von Ultrakondensatoren in Lokomotiven und Straßenbahnen zur Energierückgewinnung bei Bremsmanövern nicht grundsätzlich neu. Einzigartig bei dem Skeleton-Energiespeichermodul sei jedoch die Leistungsdichte von über 10 kW/kg, kombiniert mit einer sehr hohen Langlebigkeit von über 1 Mio. Ladezyklen. Aufgrund dieser hohen Leis-

tungsfähigkeit könne der Ultrakondensator von Skeleton nicht nur Hilfsbetriebe, wie beispielsweise Beleuchtungs- und Informationssysteme im Fahrgastraum, aus der zurückgewonnenen Energie versorgen, sondern auch Beschleunigungsvorgänge. Der Ultrakondensatorspeicher ist voll für die Schiene zertifiziert. Skeleton wurde in Estland gegründet und hat einen Produktions- und Entwicklungsstandort in Großröhrsdorf in der Oberlausitz. Eingesetzt werden die Ultrakondensatoren bereits bei Straßenbahnen in Warschau (Medcom) und Mannheim (Škoda Electric).

Den zweiten Platz erhält der Entwicklungsverbund Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Vossloh Rail Services GmbH und Wolfram Designer und Ingenieure, für die Entwicklung eines handgeführten Ultraschallschienenprüfgerätes für Eisenbahnschienen und Weichen. Dieser sogenannte Soniq Rail Explorer ist laut Jury leicht, einfach zu

handhaben und kann direkt in digitalisierte Prozessketten eingebunden werden.

Die Inavet - Institut für angewandte Verkehrstelematik GmbH wurde für ihr Fahrerassistenzsystem (FAS) Smarttrains mit dem dritten Platz geehrt. Das FAS gibt in Echtzeit Empfehlungen zu energieoptimaler Fahrweise, in Abhängigkeit von der jeweiligen betrieblichen Situation. Es ist laut Set4future zulassungs- und genehmigungsfrei, läuft autark, ohne permanente Datenverbindung und berücksichtigt auch die Energierückspeisung. Es lässt sich auf handelsüblichen mobilen Endgeräten nachrüsten.

Set4future gehört zum Industriecluster Rail.S mit rund 100 Mitgliedern, darunter auch die TU Dresden. Das Projekt hat das Ziel, Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Attraktivität des Verkehrsträgers Schiene, vor allem im Bereich des Regionalverkehrs und des ÖPNV, durch technologische Innovationen zu erhöhen. (dr) ●

Datensätze für das autonome Fahren als Grundlage für GoA3+

Begleiteter (GoA3) und vollautomatischer (GoA4) fahrerloser Zugbetrieb benötigen den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) für die Umweltwahrnehmung. Für den fachlichen Austausch zur Entwicklung dieser KI sowie deren Sicherheitsnachweis sind offene Datensätze nötig. Hier stellen wir eine Auswahl bisheriger Datensätze als Basis für künftige Datenprojekte im Schienenverkehr vor.



Der heutige Technikstand von KI für maschinelles Sehen (Vision) erfordert ein aufwendiges Erlernen von Regelmäßigkeiten aus den Daten.



Fahrerloser Zugbetrieb ab der Stufe GoA3 (GoA3+) ist vor allem aufgrund der zu erwartenden Kapazitätserhöhung im Schienenverkehr anzustreben. Falls Teleoperation dabei lediglich eine Rolle als Rückfallebene übernimmt [1], sollte ein automatisches System bei GoA3+ Gefahren, die hauptsächlich störende Körper im Lichtraumprofil sind, wahrnehmen können. Falls die Leit- und Sicherungstechnik nicht auf das Fahrzeug überträgt, muss ein automatisches System zusätzlich auch Signale, Prellböcke usw. sicher erkennen können. Sobald eine Gefahr bzw. ein Signalbegriff erkannt werden, ist die Weiterbehandlung technisch handhabbar und stellt sich meist als eine Geschwindigkeitsanpassung bzw. Gefahrenbremsung dar. Das bedeutet, dass das Wahrnehmungsmodul im Mittelpunkt der Bemühungen für GoA3+ und einen entsprechenden erforderlichen Sicherheitsnachweis (SiNa) steht.

Der heutige Technikstand von KI für maschinelles Sehen (Vision) erfordert ein aufwendiges Erlernen von Regelmäßigkei-

ten aus den Daten, das im Fachjargon als Trainieren bezeichnet wird. Auf ein Weiterlernen des Systems während des Betriebs wird nicht zuletzt aus Sicherheitsgründen verzichtet. Eine allgemeine Methode für einen formalen bzw. genormten SiNa einer auf maschinellem Lernen (ML) basierenden Vision ist bisher nicht bekannt [2]. Zu den Einzelheiten des heutigen Stands der Technik zu diesem Thema siehe auch [3] und [4].

Es gibt zurzeit mehrere Kandidaten für Verfahren zum SiNa der KI-Wahrnehmung, von denen sich keines ohne eine fundierte Datengrundlage aus dem Schienenverkehr näher erforschen lässt. Für den SiNa entsprechend dem aktuellen Regelwerk müssen diese Verfahren verlässliche Schätzungen für Ausfallwahrscheinlichkeiten liefern. Bei der heute dominanten Methode für KI-Wahrnehmung, den Tiefen Neuronalen Netzen (TNN), kann die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu einem Sicherheitsbewertungsverfahren aus einem Anwendungsgebiet auf ein anderes aufgrund nötiger Systemumspezialisierung [5] nicht garantiert werden.

Vision-Daten für den Schienenverkehrsbereich sind im Vergleich zum Straßenverkehrsbereich seltener, weil u. a. der Zugang zur Infrastruktur aufwendiger ist [3]. In dieser Recherche wurden die Datensätze RailSem19 [6] und FRSign [7] gefunden. Der Datensatz RailSem19 ist teilweise dank frei zur Verfügung gestellten Aufnahmen von Eisenbahnenthusiasten entstanden. FRSign ist unter Mitwirkung der französischen Eisenbahngesellschaft SNCF entstanden, welche die Aufnahme von Signalen aus den Zügen ermöglichte. Dieser Artikel bietet einen Überblick



Dr. rer. nat. Rustam Tagiew

Wissenschaftlicher Referent Künstliche Intelligenz, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung. Rustam Tagiew ist ein Mitglied des BMVI Expertennetzwerks und verantwortlich für die Forschung an Zulassungskriterien von autonomen Zügen
TagiewR@dzsf.bund.de



Dr. rer. nat. Thomas Buder

Wissenschaftlicher Referent im Forschungsbereich Sicherheit, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
BuderT@dzsf.bund.de



Dr. rer. pol. Roman Tilly

Wissenschaftlicher Referent Data Science, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
TillyR@dzsf.bund.de



Dr. iur. Kai Hofmann

Wissenschaftlicher Referent Recht, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
HofmannK@dzsf.bund.de



Dr.-Ing. Christian Klotz

Wissenschaftlicher Referent Automatisierung, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
KlotzC@dzsf.bund.de

zu technischen und rechtlichen Aspekten und eine grobe Einschätzung der Nutzung der bisherigen Datensätze. Darüber hinaus wird mit Hilfe bibliometrischer Auswertungen die Nutzung der bisherigen Datensätze skizziert.

Sensorik auf dem Triebfahrzeug

Damit Vision-Datensätze überhaupt entstehen können, müssen Sensoren auf den Fahrzeugen platziert werden. Bei Straßenfahrzeugen entstehen dabei visuelle Bilder, Ereigniskameraaufnahmen, Thermalbilder, LIDAR-Scans, GPS-Daten, Fahrzeugdaten und sonstige Daten. Im Schienenbereich bestehen aufgrund der oben erläuterten Gründe bisher nur wenig Erfahrungen mit Anzahl und Art der Sensoren. Deswegen hat das DZSF kürzlich das Projekt „Sensorik als technische Voraussetzung für ATO-Funktionen“ ausgeschrieben. Hier wird eine Spezifikation für die Sensorik-Ausstattung von ATO-Fahrzeugen spezifiziert und im Sektor abgestimmt. Die Ergebnisse können als Basis für weitere Datenerfassungsprojekte dienen.

Eigenschaften bisheriger Datensätze

Ein typischer Vision-Datensatz ist für überwachtes ML ausgelegt. Dafür beinhaltet der Datensatz zusätzlich zu den Eingabedaten der Sensoren die Soll-Ausgaben. Der zugrunde liegende Zusammenhang zwischen Eingaben und Ausgaben soll erlernt werden. Beim unüberwachten ML werden Muster ohne Vorgabe in Daten erkannt. Die Erstellung der korrekten Soll-Ausgaben zu einem Eingabedatensatz (sog. Annotieren oder Labeln) erfolgt in aller Regel durch Menschen.

Die Annotation von Bildern für Vision kann man in mehrere Typen unterteilen. Die einfachste Möglichkeit ist die Zuordnung einer Kategorie zu einem Bild. Zudem gibt es die Methode, zwei- bzw. dreidimensionale Quader manuell auf den Bildern zu platzieren. Dies stellt die häufigste Annotationsform bei der Vision dar. Bei semantischer Annotation werden hingegen Bildbereiche als möglichst genaue unregelmäßige Flächen zu Kategorien zugeordnet. Wenn gleiche Objekte in mehreren Bildern identifiziert werden, können deren Trajektorien abgeleitet werden.

Streckenmarkierung, Verhaltenslabel und Stixel sind für das autonome Fahren spezifische Annotationstypen. Strecken-



1: Links sind Strecken- und rechteckige Annotationen und rechts ist semantische Annotation beispielhaft dargestellt

markierungen sind z.B. Markierungen der Fahrspur im Straßenbereich und der Gleise im Schienenverkehrsbereich. Verhaltenslabel sind Kategorien des Verhaltens eines Verkehrssubjekts, mit Hilfe deren dessen künftige Trajektorie vorhergesagt werden kann. Stixel („stick“ + „pixel“) sind vertikale stabähnliche Markierungen für Hindernisse beim oberflächengebundenen Verkehr. Beispiele für Annotationen einer schienenverkehrsspezifischen Szene sind in Bild 1 aufgeführt.

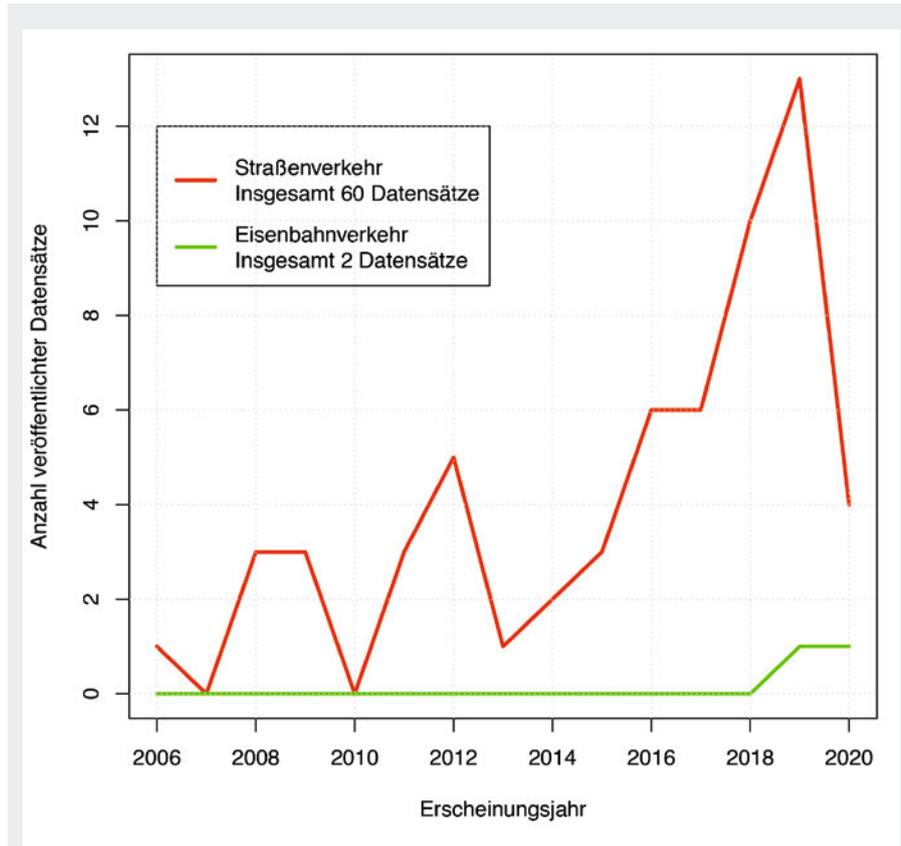
Die manuelle Annotation der Ausgabedaten ist kostspielig, was sich tendenziell negativ auf die Verfügbarkeit von Datensätzen sowie deren Größe auswirkt. Es gibt mehrere allgemeine Datensätze für Vision, die auch Bilder von schienenverkehrsspezifischen Objekten beinhalten. Der IMAGENET-Datensatz für den ILSVRC17-Wettbewerb [8] beinhaltet mehr als 14 Millionen Bilder, annotiert mit hunderten Kategorien. Darunter gibt es allerdings lediglich 7215 Bilder, die mit den schienenverkehrsnahen Kategorien Güterwagen, Reisezugwagen, Straßenbahn, Elektrolokomotive, Dampflokomotive oder Hochgeschwindigkeitszug annotiert sind.

Durch Recherche konnten 60 offene Datensätze autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr ausfindig gemacht werden. Von diesen sind 50 Datensätze in einem öffentlichen Index von Scale Labs Inc. aufgeführt [9]. Es können durchaus noch mehr kleinere bzw. weniger relevante Datensätze existieren, die z.B. als Begleitmaterial zu Veröffentlichungen mitveröffentlicht wurden. Wir beschränken uns auf diese 60 als Datengrundlage für unsere Aussagen. Von diesen Datensätzen stammen 41%

vollständig oder teilweise aus den USA, 25% aus Deutschland und 12% aus China. Darüber hinaus enthalten 23% keine Annotationen, wie z.B. der Oxford RobotCar Datensatz [10], in dem Bilder, LIDAR-Scans und GPS-Daten lediglich nach Wetterbedingungen unterteilt sind. Weitere 53% beinhalten rechteckige Kästen bzw. Quader als Annotationen, 25% semantische Annotationen, 13% Verhaltensannotationen, 13% Streckenmarkierungen und 3% Stixel.

Für den Schienenverkehr sind wir im Rahmen der Recherche auf die bereits genannten zwei Datensätze gestoßen. Bild 2 zeigt die Publikationen beider erwähnten Branchen im Vergleich. RailSem19 beinhaltet 8500 Bilder aus 38 Ländern, die semantisch und mit Streckenmarkierungen annotiert sind. Die Streckenmarkierungen bei RailSem19 sind die Markierungen der Gleise und die Richtungsmarkierungen der Weichenstellungen anhand der Zungenpositionen. RailSem19 ist vom Austrian Institute of Technology (AIT) erstellt worden, das im Rahmen des Projekts „AutoDrive“ gefördert wurde [11]. FRSign beinhaltet 393 Videosequenzen mit insgesamt 105 352 mit rechteckigen Kästen annotierten Bildern französischer Signale. Dieser Datensatz wurde im Rahmen des Projekts „Safe Autonomous Land Transport“ erstellt.

Die Qualität der Daten kann nur schwer durch Algorithmen später verbessert werden („Garbage in, Garbage out“). Die Datenqualität lässt sich mit den Dimensionen Korrektheit, Zugänglichkeit, Konsistenz, Zeitlosigkeit, Nachverfolgbarkeit und Relevanz beschreiben [12]. Standards für Datenqualität bilden die Grundlage für SiNas. Die Erforschung solcher Standards für den



2: Anzahl der Publikationen von Datensätzen pro Jahr für Straßen- und Schienenverkehr

Schienenverkehr befindet sich noch in der Frühphase.

Datennutzungsrechte und DSGVO

Die Datensätze für ML sind in mehrfacher Hinsicht urheberrechtlich geschützt. Die notwendigen Nutzungsrechte werden

meist über Standardlizenzen eingeräumt. Ein Fünftel der 60 Datensätze aus dem Straßenverkehr geben als Bedingungen die Namensnennung, nicht-kommerzielle Zwecke sowie Weitergabe unter gleichen Bedingungen für Datennutzung nach der Creative-Commons-Vorlage (CC BY-NC-SA) [13] 3.0 bzw. 4.0 vor. Weitere 15% werden



3: SRA angewandt auf ein auf dem IMAGENET-Datensatz trainiertes Modell bei einem Bild eines Straßenbahn-Zweiwegefahrzeugs. Gelbe Bereiche haben eine positive, grüne eine neutrale und blaue eine negative Relevanz

unter der MIT-Lizenz [14] angeboten, die keinerlei Einschränkungen enthält, und 5% erlauben die Nutzung ausschließlich für Forschungszwecke. Insgesamt 48% schränken die Nutzung auf nicht-kommerzielle Nutzung durch diverse Lizenzarten ein. Bei mehr als 55% der Datensätze wird die Namensnennung verlangt. RailSem19 und FRSign werden unter der CC BY-NC-SA 4.0 Lizenz angeboten.

Neben den Rechten der Datensatzsteller müssen auch die Persönlichkeitsrechte der darauf Abgebildeten beachtet werden. Praktisch relevant wird dies, wenn Personen auf den Bildern – vornehmlich anhand ihrer Gesichter – identifiziert werden können. Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sieht hier kein binäres System vor; ihre Anforderungen sind vielmehr abhängig von der Verarbeitungssituation und dem daraus für den Betroffenen erwachsenden Risiko abzustufen. Da die – ohnehin jederzeit widerrufliche – Einwilligung hier ausscheidet, kann die Datenverarbeitung nur durch eine Interessenabwägung gerechtfertigt werden (Art. 6 Abs. 1 S. 1 lit. f DS-GVO).

Für die Verarbeitung spricht dabei neben dem hohen gesellschaftlichen Nutzen von ATO auch, dass ein KI-System nicht mit vollständig anonymisierten Gesichtern angelernt werden kann. Es würde nur auf die Verfremdungen achten und wäre im Betrieb unbrauchbar. Die Rechte der Betroffenen werden zudem nur geringfügig beeinträchtigt. Dies ergibt sich bereits daraus, dass sie lediglich im öffentlichen Raum, nur für kurze Zeit und nicht systematisch gefilmt werden. Kombiniert man dies mit technischen Schutzmaßnahmen, die die inverse Bildersuche nach Gesichtern ausschließen oder schränkt man die Nutzung der Datensätze wirksam auf die Forschungsgemeinschaft (einschließlich der FuE-Abteilungen von Unternehmen) ein, steht der Datenschutz einer breiten Verwendung der Datensätze nicht im Weg.

Datensätze und SiNa-Verfahren

Für die Normierung der Verfahren für den SiNa der KI-Wahrnehmung bedarf es eines starken Entwicklernetzwerkes. Die offenen Datensätze sollen diesen Prozess begünstigen. Eine verbreitete Methode für die Sicherheitseinschätzung einer KI-Methode ist der Benchmark auf einem vorher noch nie gesehenen Teil des Gesamtdatensatzes, dem sogenannten Holdout-Datensatz. Zum Beispiel existieren bei RailSem19 zu

sätzlich zu den 8500 öffentlichen Bildern noch 1600 nicht öffentliche Bilder. Bei einem Benchmark werden die trainierten Modelle bei einer unabhängigen Plattform eingereicht und auf dem Holdout-Datensatz ausgeführt. Die Ergebnisse verschiedener Modelle können dann im Vergleich zueinander veröffentlicht werden, wodurch die Eignung der KI-Verfahren jenseits der bereits gesehenen Daten bewertet werden kann.

Benchmark auf einen Holdout-Datensatz ist einer von mehreren Kandidaten für SiNa-Verfahren. Die Schichtweise Relevanzausbreitung (SRA) aus der Erklärbaren KI (EKI) wird für den derzeit dominierenden Ansatz bei KI-Wahrnehmung, den Tiefen Neuronalen Netzen (TNN) angewandt [15]. SRA ermöglicht eine Visualisierung der Relevanz der für eine Klassifizierung eines Bildes relevanten Bildpunkte – man schaut der KI quasi beim Denken zu. Bild 3 zeigt das Ergebnis einer Klassifizierung eines Straßenbahn-Zweiwegefahrzeugs durch ein TNN-Modell, das auf dem IMAGENET-Datensatz trainiert wurde. Das Modell schlägt hier eine elektrische Lokomotive

als bestmögliche Schätzung vor. Man sieht, dass die Anwesenheit von Gleisen eine große Relevanz für die Klassifikation hat. Gleise sind auf den meisten restlichen Bildern des Datensatzes abwesend, was hier wahrscheinlich diesen Effekt verursacht. Dieses Auswendiglernen von eigentlich unwesentlichen Koinzidenzen kann nicht vollständig vermieden werden. Der geneigte Leser kann das Verfahren auch ohne Vorkenntnisse selbst auf dem Server der Fraunhofer-HHI ausprobieren [16].

Verbreitung eines Datensatzes

Die Erzeugung eines annotierten Datensatzes von hoher Qualität für den Schienenverkehr ist kostspielig. Daher sollte die Planung die Erfolgsstatistiken voriger Datenprojekte berücksichtigen. Eine Methode die Verbreitung eines Datensatzes zu messen ist z. B. die Anzahl an Nutzer, die diesen verwenden und ihre Erkenntnisse veröffentlichen.

Eine manuelle Analyse und Zuordnung einer schnell wachsenden Zahl der Veröffentlichungen für alle 60 Datensätze wird

Der Sicherheitsnachweis der KI-Wahrnehmung bei GoA3+ erfordert ein starkes Entwicklernetzwerk, das wiederum durch offene Vision-Datensätze begünstigt wird.

in diesem Fachartikel vorerst durch eine einfache Zählung der Zitationen aus Google Scholar der datensatzbeschreibenden Fachartikel ersetzt. Obwohl die Anzahl der Datennutzer nicht direkt mit der Anzahl der Zitate übereinstimmt, hat dieser Ansatz mehrere Vorteile: er ist mit wenig Aufwand realisierbar, eine Erwähnung stellt einen Indikator für die Sichtbarkeit des Datensatzes dar und man kann jedem Datensatz Merkmale zuordnen, um die Wirkung auf seine Sichtbarkeit zu messen. Die meisten Erzeuger von Datensätzen verlangen bzw.

IABG. Die Zukunft.

Analysieren. Testen. Qualifizieren.



Qualifizierung von Schienenfahrzeugen

LEISTUNGSSCHWERPUNKTE

Betriebsfestigkeit • Prüfstände • Umweltsimulation • Schadensanalyse • Simulation & Methodenentwicklung

Die IABG ist seit 60 Jahren auf dem Feld der Absicherung von Technologielösungen tätig. In der Bahntechnik verfügt die IABG über weitreichende Erfahrungen bei der

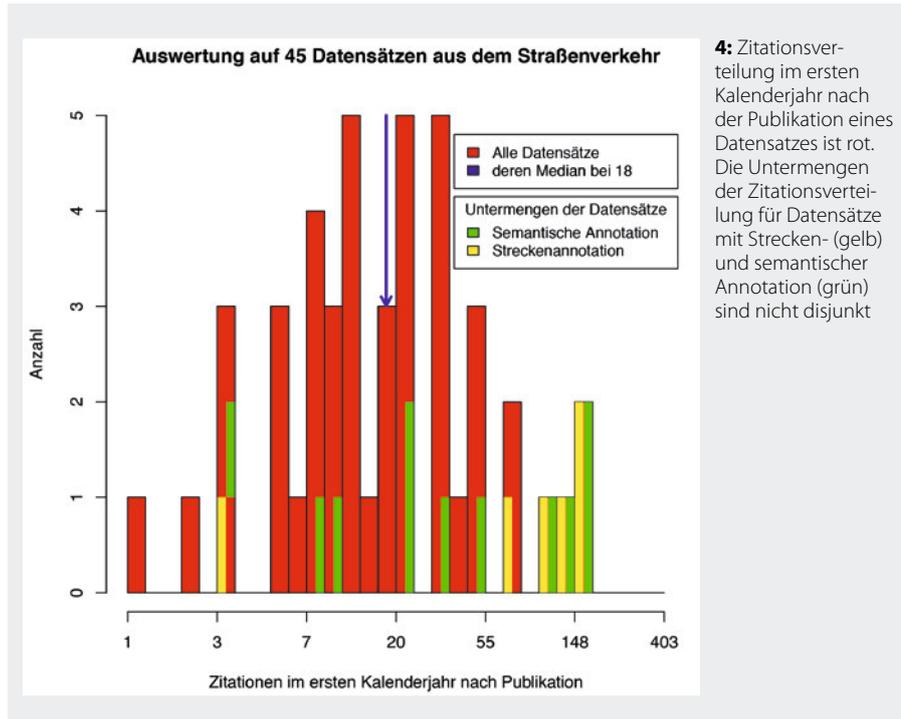
- Qualifizierung von Systemen und
- funktionalen Absicherung digitaler und vernetzter Systeme.

sales@iabg.de • www.iabg.de

Wir begleiten die Entwicklung zukünftiger Mobilität mit Lösungen für Wasserstoff- und Hochvolt-speichertechnologien und Innovationen für spurgeführte Hochgeschwindigkeitssysteme.

Die IABG ist **anerkannter Unterauftragnehmer des EISENBAHN-CERT** und arbeitet gemäß der Hersteller- und Bahnnormen sowie der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität.

iabg



empfehlen die Zitierung ihres Fachartikels im Falle der Verwendung. Es handelt sich um ein Äquivalent einer „Data citation“. Ein beschreibendes Paper wird oft aus Gründen der Geschwindigkeit zuerst oder ausschließlich informell auf z.B. arXiv.org veröffentlicht, bevor überhaupt ein ordentlicher Fachartikel erscheint. Manchmal handelt es sich bei einem Datensatz um einen Begleitdatensatz für eine Methodenvorstellung – die Autoren stellen ihren Datensatz der Allgemeinheit zur Verfügung, damit die Ergebnisse des Fachartikels überprüft werden können. Nicht alle Fachartikel werden zeitgleich mit der Veröffentlichung des zugehörigen Datensatzes veröffentlicht. Immerhin konnten 45 Beispiele aus den 60 erarbeitet werden, bei denen der Datensatz gleichzeitig mit seinem Fachartikel veröffentlicht wurde.

Die Verbreitung wird an der Zahl der Zitationen im ersten Kalenderjahr nach der Publikation gemessen. Die so gemessene Verbreitung korreliert nicht mit dem Erscheinungsjahr, ist aber signifikant höher beim Vorhandensein von semantischen Annotationen ($p = 0,042$) und Streckenmarkierungen ($p = 0,0079$). Die meisten Zitationen haben absteigend sortiert die Datensätze Argoverse [17], SemanticKITTI [18] und KITTI [19] erreicht. RailSem19 verfügt über semantische Annotationen und Streckenmarkierungen und erreichte 11 Zitationen in 2020, was nahe dem Median

bei Straßenverkehrsdatensätzen liegt. Eine Auswertung [20] misst bei semantischer Annotation kleinere Häufigkeiten für Fehler als bei Annotation durch Rechtecke. Die starke Streuung der Verbreitung bei den Datensätzen bei gleichzeitig hohen Kosten ist ein Argument für eine tiefere Recherche, die sich vermutlich auf die Trends bei der Vision hinsichtlich der Annotationstypen konzentrieren muss. •

Literatur

- [1] Grippenkov, J. D., Meirich, C., Roth, M. H., Caspar, M., & Hungar, H. (2020). Teleoperierte Triebfahrzeugführung als Rückfallebene der Hochautomation/Teleoperation as a fallback solution for highly automated rail traffic. SIGNAL+ DRAHT, (6), 6–13.
- [2] Braband J. 2021. Künstliche Intelligenz? Mit Sicherheit? (2021, April 15). System||Bahn.
- [3] Tagiew R., Buder T., Hofmann K., Klotz C. & Tilly R. (2021). Towards Risk Assessment of Learned Computer Vision for ATO. A4Rails.
- [4] Tagiew R., Buder T., Hofmann K., Klotz C. & Tilly R. (2021). Towards Nucleation of GoA3+ Approval Process. ICITT.
- [5] Ren, P., Xiao, Y., Chang, X., Huang, P.Y., Li, Z., Chen, X., & Wang, X. (2020). A comprehensive survey of neural architecture search: Challenges and solutions. arXiv preprint arXiv:2006.02903.
- [6] Zendel, O., Murschitz, M., Zeilinger, M., Steininger, D., Abbasi, S., & Belezni, C. (2019). Railsem19: A dataset for semantic rail scene understanding. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 0–0).

- [7] Harb, J., Rébéna, N., Chosidow, R., Roblin, G., Potarsov, R., & Hajri, H. (2020). FRSign: A Large-Scale Traffic Light Dataset for Autonomous Trains. arXiv preprint arXiv:2002.05665.
- [8] Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., ... & Fei-Fei, L. (2015). Imagenet large scale visual recognition challenge. International journal of computer vision, 115(3), 211–252.
- [9] Scale Labs Inc. (15.06.2021 12:00). Open Datasets. scale.com/open-datasets
- [10] Maddern, W., Pascoe, G., Linegar, C., Newman, P. (2017). 1 year, 1000km: The Oxford RobotCar dataset. IJRR 36(1), 3ñ15.
- [11] Cordis (15.06.2021 12:00). Advancing fail-aware, fail-safe, and fail-operational electronic components, systems, and architectures for fully automated driving to make future mobility safer, affordable, and end-user acceptable. cordis.europa.eu/project/id/737469/de
- [12] Picard, S., Chapdelaine, C., Cappi, C., Gardes, L., Jenn, E., Lefevre, B., & Soumarmon, T. (2020, October). Ensuring Dataset Quality for Machine Learning Certification. In 2020 IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops (ISSREW) (pp. 275–282). IEEE.
- [13] CC BY-NC-SA 4.0 (15.06.2021 12:00). creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
- [14] MIT-Lizenz (15.06.2021 12:00). opensource.org/licenses/MIT
- [15] Bach, S., Binder, A., Montavon, G., Klauschen, F., Müller, K. R., & Samek, W. (2015). On pixel-wise explanations for non-linear classifier decisions by layer-wise relevance propagation. PLoS one, 10(7), e0130140.
- [16] Fraunhofer-HHI (15.06.2021 12:00). LPR-Server. lrpserver.hhi.fraunhofer.de/image-classification
- [17] Chang, M. F., Lambert, J., Sangkloy, P., Singh, J., Bak, S., Hartnett, A., ... & Hays, J. (2019). Argoverse: 3d tracking and forecasting with rich maps. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 8748–8757).
- [18] Behley, J., Garbade, M., Milioto, A., Quenzel, J., Behnke, S., Stachniss, C., & Gall, J. (2019). SemanticKITTI: A dataset for semantic scene understanding of lidar sequences. In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (pp. 9297–9307).
- [19] Geiger, A., Lenz, P., & Urtasun, R. (2012, June). Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite. In 2012 IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3354–3361). IEEE.
- [20] Mullen Jr, J. F., Tanner, F. R., & Sallee, P. A. (2019). Comparing the effects of annotation type on machine learning detection performance. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 0–0).

Summary

Data set for autonomous driving as basis for GoA3+

The safety certificate of AI-perception for GoA3+ requires a strong development network which is also supported by open vision data sets. Data protection according to GDPR can be achieved by, i.a., restricting R&D. Our research resulted in 60 data sets for road- and 2 data sets (RailSem and FRSign) for rail transport. The distribution of such data sets shows a broad scattering showing significant relations with annotation types used.

18. Internationale Schienenfahrzeugtagung



22.-24. September 2021

**JETZT
FÜR DEN
LIVESTREAM
ANMELDEN!**



mit **48 internationalen
Fachvorträgen** in
vier parallelen
Tagungssektionen

In diesem Jahr
erstmals mit der
**Möglichkeit einer
digitalen Teilnahme**
über einen
Livestream

Programm und Anmeldung unter:

www.dvmedia-webinar.com/rad-schiene

Veranstalter:



Offizielle Medienpartner:



Hygienisch sicher reisen?

– Der öffentliche Verkehr in der Pandemie –

Entsprechend aktueller wissenschaftlicher Studien ist das Risiko, sich mit SARS-CoV-2 im öffentlichen Verkehr zu infizieren, nicht höher als im häuslichen Umfeld. Besonders in Verkehrsmitteln kann durch eine ausreichende Frischluftzufuhr, Umluftfilterung, Einhaltung von Abständen und dem richtigen Tragen von geeigneten Schutzmasken das Ansteckungsrisiko effektiv reduziert werden.



1. Einleitung

Für die Aufrechterhaltung der Mobilität der Bevölkerung ist der öffentliche Personenverkehr (ÖPV) in Deutschland von wesentlicher Bedeutung. Vor der aktuellen Corona-Pandemie nutzten täglich mehr als 30 Millionen Fahrgäste den öffentlichen Nah- und Fernverkehr beruflich und privat. Durch die Pandemie und damit einhergehende Schutzmaßnahmen sowie das gestiegene Problembewusstsein in der Bevölkerung wurde im letzten Jahr (2020) ein Fahrgastrückgang von bis zu 80% und Einnahmeverluste von rund 3,5 Mrd. Euro im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) verzeichnet [VDV21]. Insbesondere im Schienenpersonennah- und -fernverkehr wurden gemäß statistischem Bundesamt Fahrgastrückgänge zwischen 31% und 46% im Vergleich zum Vorjahr (2019) ermittelt, wobei das Fahrangebot nahezu gleich blieb [STA21]. Zeitgleich stieg die Nutzung des Individualverkehrs deutlich an. Einflussfaktoren hierfür waren u.a. die fehlenden Kenntnisse zu wissenschaftlich belegbaren und wirksamen Schutzmaßnahmen aber auch die allgemeine Verunsicherung der Fahrgäste hinsichtlich der ergriffenen Hygienekonzepte und deren Funktionalität in den verschiedenen Verkehrsmitteln [VDV21].

Mittlerweile liegen die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zu Schutzmaßnahmen vor. Im vorliegenden Artikel wird u.a. auf die im Auftrag des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung (DZSF) erstellte Studie zur Risikoeinschätzung der Ansteckungsgefahr mit SARS-

CoV-2 [DZSF21] eingegangen. Um das verlorene Vertrauen der ÖPV-Nutzer wiederherzustellen, sind unabhängig von der Entwicklung der Inzidenzzahlen auch weiterhin effiziente Hygienekonzepte und angepasste Schutzmaßnahmen beizubehalten. Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen sollte auch in Zukunft durch unabhängige wissenschaftliche Studien kontinuierlich belegt und validiert werden.

2. Ausbreitung von und Ansteckung mit SARS-CoV-2 im öffentlichen Personenverkehr

2.1. Studienübersicht

Bei SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2) handelt es sich um ein neues Beta-Coronavirus, welches als Auslöser für COVID-19 identifiziert wurde. Allgemein sind Coronaviren membranumhüllte RNA-Viren, die unter Säugetieren und Vögeln häufig vorkommen. Das Krankheitsspektrum reicht dabei von milden Erkältungskrankheiten bis hin zu schweren Pneumonien mit Todesfolge [BHAD20, DZSF21]. Kenntnisse zu möglichen Ausbreitungspfaden und Ansteckungsrisiken sind daher essentiell, um zielgerichtete Eindämmungs- und Maßnahmenkonzepte zu entwickeln. Insbesondere für Orte mit hoher Personendichte und nicht vermeidbaren, direkten Kontakten, wie z.B. im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV), sind spezifische wissenschaftliche Studien für eine fundierte Gefahreinstufung und damit einen sicheren und hygienischen Betrieb unumgänglich.



M. Eng Zaki Kebdani

Wissenschaftlicher Referent für zivile Sicherheit, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden
kebdaniz@dzsf.bund.de



Prof. Dr.-Ing. Martin Lehnert

Forschungsbereichsleiter Sicherheit, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden
lehnertm@dzsf.bund.de



Dr. rer. nat. Sabrina Michael

Wissenschaftliche Referentin für stoffliche Emissionen, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden
michaels@dzsf.bund.de

Ein direkter Vergleich der Anzahl wissenschaftlicher Studien zum Hygienestatus bzw. dem Infektionsgeschehen in öffentlichen Verkehrsmitteln vor und im Verlauf der Pandemie zeigt ab 2020 einen sprunghaften Anstieg. Insbesondere Studien aus asiatischen Ländern wie China mit ihren detaillierten sowie umfangreichen Bewegungs- und Personendaten unterstützen das Verständnis von Übertragungswegen als auch des Infektionsgeschehens [DZSF21]. Auch für Deutschland liegen inzwischen Studien zu verschiedenen Berei-

chen des Verkehrssektors vor. Die Tabelle 1 zeigt eine exemplarische Auswahl dieser Studien. Auch wenn sich seit Anfang der Pandemie die Anzahl der verkehrsspezifischen Studien deutlich erhöht hat, bestehen auch heute noch einige Wissensdefizite.

Die dargestellten Studien haben sehr unterschiedliche Zielrichtungen. Während die Untersuchung im Auftrag der Berliner Verkehrsbetriebe die Ausbreitung von Aerosolen in verschiedenen Berliner Transportmitteln quantitativ untersucht und die LUQAS-Studie der DB Systemtechnik die Ausbreitungswahrscheinlichkeit von Aerosolen und Tröpfchen im Fahrgastraum thematisiert, gehen andere Studien, wie die Panel-Studie des DLR, der Frage nach, wie sich die Mobilität durch den Pandemieeinfluss verändert. Auch Studien zum Infektionsgeschehen auf empirischer Grundlage und im Vergleich des Verkehrssektors zur allgemeinen Infektionsdynamik, wie die Studien der DB AG und des VDV, fördern den Erkenntnisgewinn.

Insbesondere für den ÖPV und den Schienenverkehr liefert die BMVI-geförderte Studie des DZSF [DZSF21] einen wissenschaftlichen Beleg zum Hygienestatus und relativen Ansteckungsrisiko mit SARS-CoV-2. Basis der Untersuchungen waren eine umfangreiche internationale Literatur- und Datenrecherche, orientierende Messungen in verschiedenen Fahrzeugen und Infrastruktureinrichtungen sowie die Entwicklung von spezifischen Modellierungsszenarien und Simulationen. Die Studie wurde durch ein Konsortium unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik mit den Partnern Fraunhofer-Institut für Holzforschung, LMU Klinikum, Technische Universität München, Alstom S.A. (bis Januar 2021 Bombardier Transportation GmbH) und Institut für Bahntechnik GmbH durchgeführt.

2.2. Übertragungswege von SARS-CoV-2 im öffentlichen Personenverkehr

Basis einer jeden Gefährdungs- bzw. Risikoeinschätzung sind Kenntnisse u.a. zu möglichen Expositions- und Transmissionspfaden sowie potentiellen Einflussfaktoren. Hierzu wurde in der Studie des DZSF eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Großräumig betrachtet, hat die Mobilität von Personen, also das Reisen allgemein, und die damit verbundene Verbreitung von SARS-CoV-2 durch Infizierte einen deutlichen Einfluss auf die Ausbreitung von

Tabelle 1: Exemplarische Auswahl von Studien zu Corona-Infektion und -Ausbreitung im Verkehrsbereich

Auftraggeber	Thema	Quelle
Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)	Gute Luft in Bus und Bahn	[BVG21]
Deutsche Bahn AG	Longitudinaluntersuchung über Corona-Infektionen und Corona-Immunitäten bei unterschiedlichen Mitarbeitergruppen der Deutschen Bahn Fernverkehr AG	[CRO20]
Deutsche Bahn Systemtechnik GmbH	Luftqualität in Schienenfahrzeugen (LUQAS)	[DLR20]
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	Panel-Studie „Mobilität in Krisenzeiten“: Wie verändert Corona unsere Mobilität?	[DLR21]
Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung	Risikoeinschätzung zur Ansteckungsgefahr mit COVID-19 im Schienenpersonen- sowie im Straßenpersonennah- und -fernverkehr	[DZSF21]
Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)	Studie zur Untersuchung des Corona-Infektionsrisikos im öffentlichen Personen-Nahverkehr	[CRO21]

COVID-19, wie sowohl nationale als auch internationale Untersuchungen belegen [DWCX20, JLYX20, LASZ20, DZSF21]. Vor allem Studien aus dem asiatischen Raum, welche die Auswirkungen der Einstellung des ÖPV oder die Auswertung von Millionen Bewegungs- sowie Reiseprofilen thematisieren, leiten einen Zusammenhang zwischen Reisen bzw. Reisetopps und der geographischen Verbreitung des Virus ab [JLYX20, ZZRL20, ZXHC20].

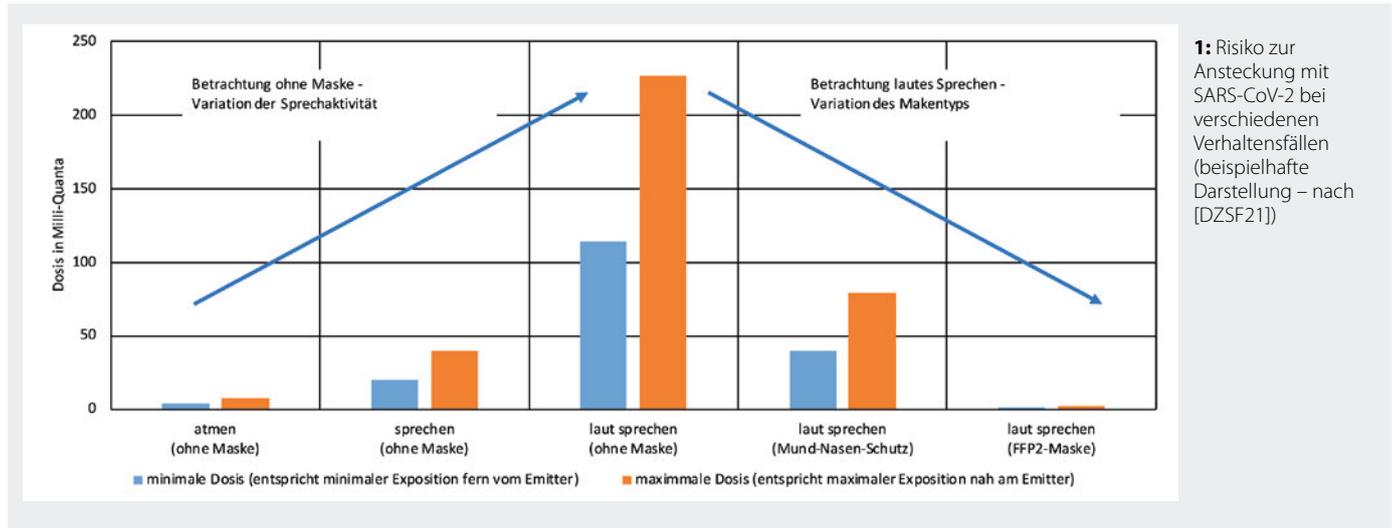
Allerdings sind diese Studien nicht geeignet, um die Frage nach dem individuellen Erkrankungs- oder Infektionsrisiko durch Reisen mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Bus oder Bahn) zu beantworten. Studien, die das reisebedingte Risiko mit der Exposition im häuslichen Umfeld vergleichen, zeigen, dass das Infektionsrisiko im häuslichen Bereich um eine Größenordnung höher liegt als im ÖPV [HZQH21, DZSF21]. Auch die Auswertung von übermittelten COVID-19-Ausbrüchen nach dem Infektionsumfeld durch das Robert-Koch-Institut bestätigte diese Beobachtung [BHAD20]. Dort konnten etwa 8000 Ausbrüche über 55 000 Erkrankungsfälle zugeordnet werden. Dabei entfielen auf die Bahn keine und den Bus nur 13 Ausbrüche, denen keine bzw. 66 Fälle zugeordnet werden konnten. Auch wenn direkte Ausbrüche und die Kontaktrückverfolgung für den ÖPV oft nur schwer nachzuvollziehen sind, und somit wahrscheinlich unterschätzt werden, leistet die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln nur einen geringen Beitrag zum Gesamtinfektionsgeschehen.

Trotz des eher geringen Ansteckungsrisikos im ÖPV sind Kenntnisse zu potentiellen Übertragungswegen in Fahrzeugen sowie Stationen für die Entwicklung angepasster Hygienekonzepte notwendig

[DaZh20]. Hierbei werden im Wesentlichen drei mögliche Übertragungswege (direkt und/oder indirekt) für den ÖPV diskutiert [PWS20]:

- Übertragung durch den direkten Kontakt mit dem Virus, wie z. B. mit einem infizierten Fahrgast oder einer kontaminierten Oberfläche,
- Übertragung durch virenbelastete Tröpfchen unterschiedlicher Größe, welche durch einen infizierten Fahrgast emittiert werden sowie
- Übertragung kleinster virenbelasteter luftgetragener Tröpfchen und Partikel (Aerosole), welche größere Distanzen z.B. innerhalb von Fahrzeugen und Stationen überwinden können.

Als Hauptübertragungsweg wird die respiratorische Aufnahme von mit SARS-CoV-2-Viren beladenen Partikeln und Tröpfchen angesehen. Freigesetzt werden diese Aerosole beim Husten, Sprechen, Niesen sowie auch beim einfachen Atmen der infizierten Fahrgäste. Neben der Aerosolquelle (infizierter Fahrgast) spielen allerdings auch weitere Einflussfaktoren, wie die Verweildauer (Fahrzeit) im Fahrzeug, angewandte Schutz- und Hygienemaßnahmen sowie die technischen Gegebenheiten im Fahrzeug (Lüftung, Filterung, Raumaufteilung) eine wesentliche Rolle. Bereits einfache Verhaltensänderungen, wie beispielsweise die Vermeidung von lautem Sprechen in Kombination mit dem Tragen einer FFP-2-Maske, können zu einer deutlichen Reduzierung des Ausbreitungs- bzw. des Ansteckungsrisikos führen. Diese Zusammenhänge wurden auch in der DZSF-Studie untersucht. Beispielhaft ist daraus in Bild 1 für verschiedene Verhaltensfälle für eine 2,5-stündige Fahrt in einem ICE mit



Heizung bzw. Klimatisierung und einer häufigen Belegung der Plätze das Ansteckungsrisiko gezeigt. Die Einheit Quanta ist dabei eine fiktive Beschreibung für die emittierte Virus-Menge durch einen mit SARS-CoV-2 infizierten Fahrgast. Per Definition hat ein Fahrgast bei einem Aufenthalt in einem SARS-CoV-2-belasteten Raum nach der Aufnahme von einem Quanta ein Risiko von 63%, sich anzustecken [BMS20, BSM20].

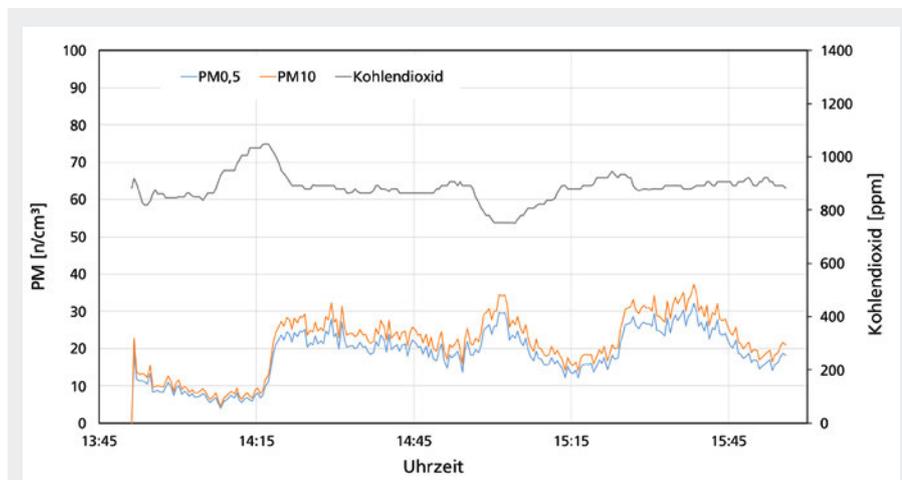
2.3. Erfassung von Innenraumluftqualität und Hygienestatus

Um im nächsten Untersuchungsschritt eine Grundlage für eine Modellbildung und Validierung zum Ausbreitungsverhalten von Aerosolen zu legen, wurden in der DZSF-Untersuchung orientierende Messungen in

Fahrzeugen und Stationen des ÖPV durchgeführt. Insbesondere in Innenräumen ist durch ein beschränktes Luftvolumen die Wahrscheinlichkeit einer Anreicherung von infektiösen Partikeln allgemein höher als im Freien. Die Größe der freigesetzten Partikel variiert mit der körperlichen Aktivität und Tätigkeit des Emittenten und hat Einfluss auf deren Virenbeladung sowie das Ausbreitungs- bzw. Depositionsverhalten. Weitere Einflussgrößen auf die Innenraumluftqualität sind die Raumbelegung (Anzahl Fahrgäste), Luftwechselrate, Luftströmung sowie die Art der Lüftung (Fenster oder Lüftungstechnik). Hinsichtlich des Ansteckungsrisikos sind aber auch die Verweildauer und die Fahrgastfluktuation zu berücksichtigende Kriterien.

Die messtechnischen Untersuchungen dieser Parameter in verschiedenen Einrich-

tungen oder Fahrzeugen des ÖPV sind zeit- sowie kostenintensiv und besitzen aufgrund der unterschiedlichen technischen Voraussetzungen und Variationen eine hohe Komplexität. Studien dazu liegen nur vereinzelt, bzw. nur für einzelne Fahrzeuge vor. Die im Rahmen der DZSF-Studie vorgenommenen, orientierenden Messungen decken nun ein breites Spektrum des ÖPV ab [DZSF21]. Bei den Luftkeimsammlungen sowie Wischprobenahmen von Oberflächen in verschiedenen Fahrzeugtypen und Bahnhöfen konnte dabei unter dem Pandemiebetrieb zum Probenahmezeitpunkt (Dez. 2020 – Feb. 2021) kein SARS-CoV-2 nachgewiesen werden. Sowohl in der Innenraumluft von Fahrzeugen und Stationen als auch in den Wischproben konnten nur die als Kontrollorganismus fungierenden, ubiquitär vorkommenden Humanen Adenoviren (HAdV) in geringer Menge nachgewiesen werden. Die Ergebnisse bestätigen zum einen, dass die eingesetzten Hygienemaßnahmen, wie häufigere Reinigungsintervalle der Betreiber und Verkehrsunternehmen, zu einer reduzierten Virenlast auf Oberflächen in Fahrzeugen und stationären Einrichtungen führen. Zum anderen wurde gezeigt, dass die eingeführte FFP-2-Maskenpflicht deutlich zur Verringerung von virushaltigen Aerosolpartikeln in der Luft beigetragen hat. Ergänzende Untersuchungen zu Klimaparametern (relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur) sowie Kohlendioxid- und Aerosolpartikel-Konzentration zeigten ebenfalls keine Auffälligkeiten und lagen in den untersuchten Schienenfahrzeugen z.B. für Kohlendioxid im hygienisch unauffälligen Bereich (siehe Bild 2). Zum Zeitpunkt der



2: Verlauf der Partikelanzahl- (PM0,5; PM10) und der Kohlendioxid-Konzentrationen bei einer Fahrt im ICE von Erfurt Hbf nach München Hbf [DZSF21]

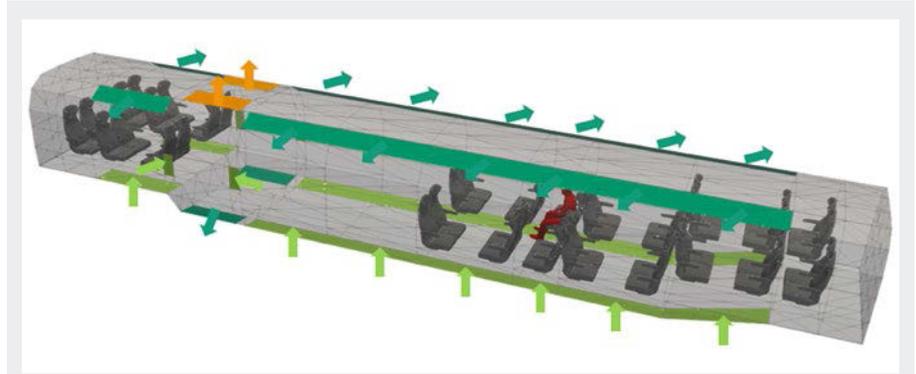
Untersuchungen, die in die Zeit des Lock-downs und der reduzierten Fahrgastzahlen fallen, konnte unter Einhaltung der Schutz- und Hygienemaßnahmen im ÖPV an den Probenahmestandorten kein SARS-CoV-2-Infektionsrisiko nachgewiesen werden.

2.4. Ausbreitungsmodellierung und -simulationen von SARS-CoV-2

In der DZSF-Untersuchung wurden als weiterer Schwerpunkt Modelle zur Virenausbreitung durch Aerosole als Hauptübertragungsweg und zum relativen Ansteckungsrisiko für verschiedene, häufig betriebene Fahrzeugtypen und Stationen entwickelt (siehe Bild 3). Die Modellierung erfolgt dabei als zonales Modell zur Beschreibung der Raumluftrömung, was bei hinnehmbaren Einschränkungen des Detailgrades deutliche Rechenzeitvorteile in der Simulation gegenüber herkömmlichen, numerischen Strömungsmechanikmodellen mit sich bringt. Um realitätsnahe Simulationsergebnisse zu gewinnen, wurden die Modelle und Simulationen mit den oben genannten, orientierenden Lufthygienemessungen validiert.

Durch die Ausbreitungsmodellierung und -simulationen sollten Einflussfaktoren und die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minimierung des relativen Risikos verglichen sowie das relative Ansteckungsrisiko abgeschätzt werden.

Das konkrete medizinische Ansteckungsrisiko lässt sich durch die Simulationen jedoch nicht ermitteln, weil es von



3: Exemplarisches, zonales Modell eines Regionalzugwagens (Talent) für die Untersuchungen im Winter (heizen). Dabei kennzeichnen hellgrüne Pfeile die Zuluft, dunkelgrüne Pfeile die Fortluft, orange Pfeile die Umluftabsaugung und die rot markierte Person den Emitter

Darstellung: Fraunhofer IBP, 2021

vielen, teilweise sehr individuellen Randbedingungen abhängt, z. B. vom jeweiligen Immunsystemstatus (Suszeptibilität) oder von Vorerkrankungen der Person. Das aus den Simulationen abgeleitete relative Ansteckungsrisiko beschreibt, dass ein SARS-CoV-2-infizierter Fahrgast im Zug potentiell infektiöse Viren in der Raumluftr ausbreitet und sich diese dort verteilen. Darauf aufbauend wird die jeweils größte und kleinste Exposition mit SARS-CoV-2 während einer Zugfahrt für das untersuchte Verkehrsmittel dargestellt.

In den Untersuchungen wurden Szenarien gebildet, die das Verhalten der Fahrgäste sowie die Situationen vor und die Schutzmaßnahmen während der Pandemie widerspiegeln, z. B. dass ein infektiöser

Fahrgast ohne Maske, mit medizinischer Maske oder FFP-2-Maske nur atmend, sprechend oder laut sprechend ungefähr mittig im Zug Emissionen freisetzt. Weiterhin wird der Einfluss von Fahrgastbelegung, Raumaufteilung, Umluftfilterung, Frischluftmenge, Heiz- und Kühlfall bei unterschiedlicher Luftführung berücksichtigt.

Aus den Simulationen der Raumluftrömungen sind für alle untersuchten Fahrzeuge und Szenarien im Nahbereich der infizierten Person höhere Belastungen mit Erregern festzustellen, als weiter entfernt im selben Wagen bzw. Fahrzeug (siehe Bild 4). Die Höhe der Exposition variiert jedoch und hängt, neben der Fahrt- bzw. Aufenthaltsdauer im Fahrzeug bzw. in der Station, auch vom konkreten Sze-

Der Speedsensor, der mehr kann

Kriechende Bewegungen + Stillstand detektieren

- Mehr Sicherheit: Messbereich von 0 Hz bis 20 kHz
- Extrem robust: Edelstahlgehäuse hält Schock und Vibrationen stand
- Reibungsloser Betrieb: Hohe EMV- und Störsicherheit
- Brandschutzanforderungen gelöst: Erfüllt die Norm DIN EN 45545-2

Gewindesensor GEL 2460

https://stock.adobe.com/de/

www.lenord.de, info@lenord.de

Finding solutions.
Founding trust.

Maskentyp	Reduktion der Emissions-Abgabe	Reduktion der Emissions-Aufnahme
keine	0%	0%
Mund-Nasen-Schutz bzw. Haushaltsmaske	50%	30%
FFP2-Maske	90%	90%

Tabelle 2: Emissions-Reduktionswirkung durch unterschiedliche Maskentypen

nario und damit von Parametern wie dem Verhalten des Emittenten und dem der anderen Fahrgäste sowie auch von technischen Maßnahmen und dem Fahrprofil ab [DZSF21].

Wenig verwunderlich ist, dass sich zur Reduktion bei Abgabe und Aufnahme der Emissionen medizinische und FFP2-Masken eignen (siehe Bild 1). Bei medizinischen Masken reduziert sich die Abgabe der Emissionen um 50% und die Aufnahme um 30%. Bei FFP2-Masken reduziert sich die Abgabe und Aufnahme um jeweils 90% (siehe Tabelle 2) [DTGK13].

Die ausgewerteten Simulationsergebnisse zeigen, dass technische Maßnahmen, wie z.B. eine Umluftfilterung bzw. reine Frischluftzufuhr, insbesondere für die Fahrgäste im Nahbereich eines infektiösen Fahrgastes ihre Wirkung entfalten. Nahe am Emittent hängt die Wirksamkeit derartiger Maßnahmen vor allem vom Verhältnis der sich mit der Maßnahme einstellenden Luftmenge im Vergleich zur Frischluftmenge ohne die Maßnahme ab. So zeigt beispielsweise eine Umluftfilterung beim ICE (Frischlufanteil 20%) eine Reduktion der Virenkonzentration in der Nähe des Emittenters um 44%. Dass ein reiner Frischluftbetrieb jedoch auch problematisch sein kann, zeigt ein Szenario im Regionalzug bei dem es infolge des geringeren Gesamt-Zuluftvolumenstroms sogar zu einer lokalen Erhöhung der Virenkonzentration um den Emittent kommt.

Auch das Kommunikationsverhalten hat einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Belastung durch Emissionen, denn aus lautem Sprechen resultiert eine um den Faktor 5 höhere Emission als beim (normalen) Sprechen bzw. Atmen [AWCB19]. Das

Einschränken der Kommunikation, insbesondere wenn nur ein Mund-Nasen-Schutz statt einer FFP2-Maske getragen wird, ist eine weitere wirksame Maßnahme zur Senkung der Erregerbelastung der Raumluft.

3. Handlungsempfehlungen

Trotz eines enormen Wissensgewinns innerhalb der letzten Monate treten weiterhin neue Fragestellungen oder Situationen (z.B. neue Virusmutationen) auf, die eine ständige Anpassung von Risikobewertungen und Schutzmaßnahmen erfordern. Insbesondere für den ÖPV ist die Identifizierung besonders sensibler Bereiche und Betriebsabläufe, die Optimierung von betrieblichen, technischen und organisatorischen Abläufen sowie die Entwicklung von zielführenden und wirksamen Schutzmaßnahmen nötig. Denn nur durch einen hygienisch sicheren Betrieb sind die Rückgewinnung des Vertrauens der Fahrgäste und somit steigende Fahrgastzahlen zu realisieren. Entsprechend aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse lassen sich folgende technische sowie betrieblich-organisatorische Handlungsempfehlungen ableiten:

- Einrichten eines Frischluftbetriebs mit hohem Luftdurchsatz und damit gutes Lüften der Fahrzeuginnenräume,
- Beachten der Raumluftströmung im Unterschied zwischen Sommer- und Winterbetrieb (kühlen vs. heizen),
- Filterung oder Inaktivierung der Viren in der Umluft,
- Einhalten der AHA-Formel (Abstand halten, Hygiene beachten, Alltag mit

Maske), insbesondere Tragen einer FFP2-Maske,

- Anwendung betrieblicher Hygienekonzepte zur Steigerung der Reinigungszyklen,
- Desinfektion der Oberflächen in den Fahrzeugen und den stationären Einrichtungen sowie
- Kommunikation zur regelmäßigen Sensibilisierung zur Einhaltung der AHA-Formel und zur Beachtung vom Sprechverhalten in geschlossenen Räumen.

4. Zusammenfassung

Die umfangreiche BMVI-geförderte Studie des DZSF zur Risikoeinschätzung der Ansteckungsgefahr mit SARS-CoV-2 im öffentlichen Personenverkehr auf Schiene und Straße stellt begründete Handlungsempfehlungen für ein Pandemiegeschehen zur Verfügung. Hiermit kann die Eindämmung des Virus als auch das Ausmaß des wirtschaftlichen Schadens durch geeignete Schutzmaßnahmen erfolgen. Die bisher im Verkehrssektor umgesetzten Maßnahmen während der Pandemie haben sich als zielführend bestätigt. Das Tragen von Schutzmasken wird jedoch mit Abflauen der Pandemie bei den ÖPV-Kunden an Akzeptanz verlieren. Daher sollten technische und betrieblich-organisatorische Lösungen verstärkt werden, welche die Lufthygiene in Fahrzeugen und Bahnhöfen verbessern. ●

Literatur

[AWCB19] Asadi, S.; Wexler, A.S.; Cappa, C.D.; Barreda, S. et al., (2019): Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. In: Scientific Reports 9, Nr. 2348. – DOI: 10.1038/s41598-019-38808-z

[BVG21] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), (2021): Gute Luft in Bus und Bahn. Pressemitteilung vom 26.03.2021, online: <https://unternehmen.bvg.de/pressemitteilung/gute-luft-in-bus-und-bahn/> (Zugriff am: 19.07.2021)

[BHAD20] Buda, S.; an der Heiden, M.; Altmann, D.; Diercke, M. et al., (2020): Infektionsumfeld von erfassten COVID-19-Ausbrüchen in Deutschland. In: Epidemiologisches Bulletin 38, S. 3–12. – DOI: 10.25646/7093

		Zonen (x)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zonen (y)	1	15	15	16	17	19	22	20	18	15	13	14	13	13	13	13
	2	16	16	17	19	23	32	63	20	16	14	15	14	13	13	13
	3	16	16	17	19	21	26	25	20	17	15	15	14	14	14	14
	4	16	15	16	18	19	21	19	18	16	14	14	14	13	13	14
	5	15	14	14	15	17	19	16	15	14	15	14	13	13	13	14

4: SARS-CoV-2-Konzentrationsverteilung in Milli-Quanta je m³ für dieselben Bedingungen wie in Bild 1 beim Sprechen, ohne Maske [DZSF21]

[BMS20] Buonanno, G.; Morawska, L.; Stabile, L., (2020): Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. In: *Environment International* 145, Nr.106112. – DOI:10.1016/j.envint.2020.106112

[BSM20] Buonanno, G.; Stabile, L.; Morawska, L., (2020): Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. In: *Environment International* 141, Nr. 105794. – DOI:10.1016/j.envint.2020.105794

[CRO20] Charité Research Organisation, (2020): Longitudinaluntersuchung über Corona-Infektionen und Corona-Immunitäten bei unterschiedlichen Mitarbeitergruppen der Deutschen Bahn Fernverkehr AG. Kurzfassung des Epidemiologischen Studienberichts, online: <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/558114/836fa701a5b73aa513bc3fdb30419efd/Kurzfassung-Studie-Charite-data.pdf> (Zugriff am: 19.07.2021)

[CRO21] Charité Research Organisation, (2021): Studie zur Untersuchung des Corona-Infektionsrisikos im öffentlichen Personen-Nahverkehr. Epidemiologischer Studienbericht, online: https://www.besserweiter.de/fileadmin/Studie/Charite___Research_Organisation_Studienbericht.pdf (Zugriff am: 19.07.2021)

[DaZh20] Dai, H.; Zhao, B., (2020): Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. In: *Building Simulation* 13 (6), S. 1321–1327. – DOI: 10.1007/s12273-020-0703-5

[DTGK13] Davies, A.; Thompson, K.-A.; Giri, K.; Kafatos, G. et al., (2013): Testing the efficacy of homemade masks: would they protect in an influenza pandemic? In: *Disaster medicine and public health preparedness* 7 (4), S. 413–418. – DOI: 10.1017/dmp.2013.43

[DLR20] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), (2020): DLR untersucht Verbreitung von Viren in Flugzeugen und Zügen. Webseiteneintrag vom 28.05.2020, online: <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/news/dlr-untersucht-verbreitung-von-viren-flugzeugen-und-zuegen> (Zugriff am: 19.07.2021)

[DLR21] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), (2021): Erste Ergebnisse der vierten DLR-Befragung: Wie verändert Corona unsere Mobilität? Webseiteneintrag vom 29.06.2021 online: <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/news/news/vierte-dlr-befragung-corona-mobilitaet-erste-ergebnisse> (Zugriff am: 19.07.2021)

[DZSF21] Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) (Hrsg.), (2021): Risikoeinschätzung zur Ansteckungsgefahr mit COVID-19 im Schienenpersonennah- und -fernverkehr. DZSF-Forschungsbericht 12, online: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Textbausteine/DZSF/Forschungsberichte/Forschungsbericht_2021-12.html?nn=2208196 (Zugriff am: 15.07.2021)

[DWCX20] Du, Z.; Wang, L.; Cauchemez, S.; Xu, X. et al., (2020): Risk for Transportation of Coronavirus Disease from Wuhan to Other Cities in China. In: *Emerging infectious diseases* 26(5), S. 1049–1052. DOI: 10.3201/eid2605.200146.

[HZQH21] Heinrich, J.; Zhao, T.; Quartucci, C.; Herbig, B. et al., (2021): SARS-CoV-2 Infektionen während Reisen mit Bahn und Bus. Ein systematisches Review epidemiologischer Studien: Datenerhebung zur Ansteckungs- und Ausbreitungsgefahr von Mikroorganismen und Viren (SARS-CoV-2) in öffentlichen Verkehrsmitteln. In: *Das Gesundheitswesen* (eingereicht als Publikation in Review)

[JLYX20] Jia, J.S.; Lu, X.; Yuan, Y.; Xu, G. et al., (2020): Population flow drives spatio-temporal distribution of COVID-19 in China. In: *Nature* 582(7812), S. 389–394. – DOI: 10.1038/s41586-020-2284-y

[LASZ20] Liu, K.; Ai, S.; Song, S.; Zhu, G. et al., (2020): Population movement, city closure in Wuhan and geographi-

cal expansion of the 2019-nCoV pneumonia infection in China in January 2020. In: *Clinical Infectious Diseases* 71(16), S. 2045–2051. – DOI: 10.1093/cid/ciaa422

[PWS20] Prather, K.A.; Wang, C.C.; Schooley, R.T., (2020): Reducing transmission of SARS-CoV-2. In: *Science* 368(6498), S. 1422–1424. – DOI: 10.1126/science.abc6197

[STA21] Statistisches Bundesamt, (2021): Fahrgastzahl im Linienfernverkehr mit Bahnen und Bussen im Jahr 2020 halbiert. Pressemitteilung vom 08.04.2021, online: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_172_461.html (Zugriff am: 19.07.2021)

[VDV21] Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), (2021): Die ÖPNV-Bilanz des Corona-Jahres 2020.

Pressemitteilung vom 04.02.2021, online: <https://www.vdv.de/presse.aspx?id=458fc281-0ec8-4de5-a676-ecdad74ee0ad&mode=detail> (Zugriff am: 19.07.2021)

[ZZRL20] Zhao, S.; Zhuang, Z.; Ran, J.; Lin, J. et al., (2020): The association between domestic train transportation and novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak in China from 2019 to 2020: A data-driven correlational report. In: *Travel Medicine and Infectious Disease* 33, Nr. 101568. – DOI: 10.1016/j.tmaid.2020.101568

[ZXHC20] Zhu, Y.; Xie, J.; Huang, F.; Cao, L., (2020): The mediating effect of air quality on the association between human mobility and COVID-19 infection in China. In: *Environmental Research* 189, Nr. 109911. – DOI: 10.1016/j.envres.2020.109911

Summary

Hygienic safe travel? – Public transport in the pandemic –

The comprehensive study, funded by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure -BMVI- and conducted by the German Centre for Rail Traffic Research -DZSF-, on the risk assessment of the risk of infection with SARS-CoV-2 in public passenger transport on rail and road, provides well-founded recommendations for action in the event of a pandemic. Herewith, the containment of the virus as well as the extent of the economic damage can be achieved by suitable protective measures. The measures in the transport sector which have been implemented during the pandemic have proven to be effective. Wearing protective masks, however, will lose acceptance among public transport passengers as the pandemic subsides. For this reason, technical and organizational solutions to improve air hygiene in vehicles and stations should be strengthened.



BERLIN

Hier werden die Weichen für die Zukunft gestellt.

Treffen Sie uns auf der TRAKO, Stand E 36
Besuchen Sie die Business Days des
Enterprise Europe Network.

trako2021.b2match.io



Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden – Prag: Abschluss des Raumordnungsverfahrens auf deutscher Seite und modellbasierte Aufbereitung der Daten mittels BIM-Methodik

Im transnationalen Projekt Neubaustrecke Dresden – Prag wurde das Raumordnungsverfahren auf deutscher Seite erfolgreich abgeschlossen. Unter Berücksichtigung der BIM-Methodik wurde ein Konzept für die Erarbeitung eines Fachmodells der Raumordnung erstellt. Dieser Beitrag zeigt die Herausforderungen von Medienbrüchen sowie die Erkenntnisse und Chancen für eine modellbasierte Arbeitsweise.



Inhalt und zeitliche Einordnung des Projektes und ROV

Die überregionale Eisenbahnstrecke Berlin – Dresden – Prag ist einerseits ein wichtiges Bindeglied im grenzüberschreitenden Schienenverkehr zwischen der Bundesre-

publik Deutschland und der Tschechischen Republik und andererseits ein wesentlicher Bestandteil des Transeuropäischen Verkehrsnetzes TEN-V-Korridor 22: Orient/östliches Mittelmeer, abgebildet in Bild 1. Die Leistungen sind Bestandteil der Förderung von Studien mit EU-Mitteln.



**Michael Menschner,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)**

Teilprojektleiter,
NBS Dresden – Prag (I.NI-SO-N),
DB Netz AG, Leipzig
michael.menschner
@deutschebahn.com



Christoph Kautter, Dipl.-Ing.

BIM-Manager
Infrastrukturprojekte Südost –
NBS Dresden – Prag (I.NI-SO-N),
DB Netz AG, Leipzig
christoph.kautter
@deutschebahn.com



Judith Krischler, M.Sc.

BIM-Expertin
Infrastrukturprojekte Südost –
NBS Dresden – Prag (I.NI-SO-N),
DB Netz AG, Leipzig
judith-maria.krischler
@deutschebahn.com



1: Orient/East-Med Korridor: Kernnetzkorridor des Transeuropäischen Verkehrsnetzes

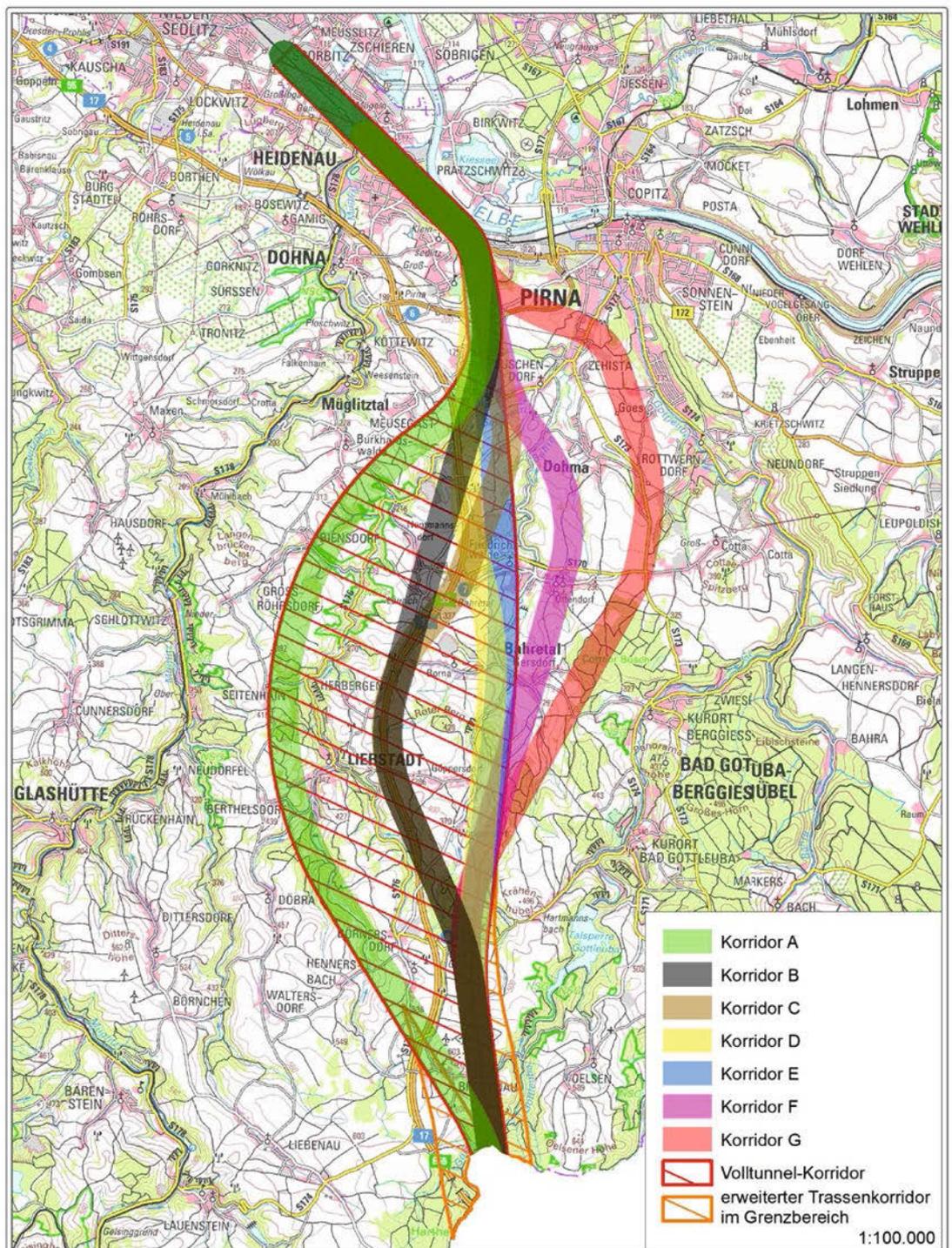
Quelle: DB Netz AG

Eine Erweiterung und Beschleunigung der bestehenden Schienenverbindung zwischen Dresden und Prag als zentraler Baustein dieses europäischen Korridors ist im Elbtal aus Gründen der Umwelt, der Siedlung sowie der Topografie nicht mög-

lich. Vor diesem Hintergrund wird die zukünftige Bewältigung des wachsenden grenzüberschreitenden Verkehrs in diesem Schienekorridor nach Abstimmungen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik als Projekt „Neubaustrecke Dresden-Prag“ verfolgt. Die der Bundesverkehrswegeplanung zugrunde gelegte Streckenführung verlässt die heutige Trasse südlich von Heidenau und mündet auf tschechischem Territorium in Ústí nad Labem wieder in das Bestandsnetz ein. Der Abschnitt zwischen Heidenau

und Ústí nad Labem soll als zweigleisige Neubaustrecke (NBS) mit einer Länge von ca. 44 km für eine Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h durch das Erzgebirge realisiert werden. Kernstück der Strecke ist ein grenzüberschreitender Basistunnel im Erzgebirge mit einer Länge von mindestens 25 km. Der Erzgebirgstunnel einschließlich der angrenzenden offenen Bereiche bildet den gemeinsamen deutsch-tschechischen Planungsraum, für den eine gemeinsame Projektleitung von der deutschen DB Netz AG und dem staatlichen tschechischen Ei-

senbahninfrastrukturunternehmen Správa železnic fungiert. Derzeit finden im Projekt die Grundlagenermittlung und die Vorplanung statt. Im Rahmen dieser Leistungsphasen wurde wegen der überörtlichen und raumbedeutsamen Auswirkungen des Projektes im Jahr 2020 ein Raumordnungsverfahren (ROV) auf deutscher Seite durchgeführt. Im Rahmen dieses Verfahrens wurden sieben mögliche Trassenvarianten untersucht, davon drei Volltunnelvarianten und vier Varianten mit teilweise oberirdischer Streckenführung, dargestellt in Bild 2.



2: Darstellung der Trassenkorridore im ROV

Quelle: Freistaat Sachsen

Das ROV wurde im Dezember 2019 nach Einreichung der Verfahrensunterlagen der DB Netz AG durch die Landesdirektion Sachsen (LDS) eröffnet. Auf Grundlage der Antragsunterlagen sowie der bis Ende März 2020 eingereichten Stellungnahmen von beteiligten Träger:innen öffentlicher Belange (TÖB) und der Öffentlichkeit erstellte die LDS eine abschließende raumordnerische Beurteilung, die im August 2020 veröffentlicht wurde. Damit war das ROV formal abgeschlossen.

Im Ergebnis der Beurteilung konnte die Raumverträglichkeit für einen Voll- und einen Teiltunnelkorridor (Varianten A-C bzw. Variante G) mit verschiedenen Maßgaben bestätigt und die rasche Realisierung des Vorhabens empfohlen werden.

Im Zuge der weiteren Planung soll nun zunächst ein optimaler Verlauf für eine Volltunnelvariante gefunden und parallel mit der Teiltunnelvariante vertieft untersucht werden.

Ziel ist es, bis zum Ende der Vorplanung die optimale Variante auszuwählen, die Grundlage der weiteren Planung und Realisierung des Vorhabens werden soll. Die gewonnenen Daten aus der Raumordnungsuntersuchung, der Raumordnerischen Beurteilung sowie aus den relevanten Planungshinweisen der Stellungnahmen sind dabei eine wesentliche Grundlage.

Stellungnahmen im ROV und „konventionelle“ teilautomatische Bearbeitung mit EPLASS

Im Rahmen des Beteiligungsverfahrens zum ROV gingen etwa 5600 Stellungnahmen von verschiedenen TÖB, Naturschutzvereinigungen, Privatunternehmen und Bürger:innen ein. Schwerpunkt waren dabei hauptsächlich die Belange Trassenführung, Schallschutz, Gebiets- und Artenschutz, Denkmalschutz, Baustellenbetrieb, Flächeninanspruchnahme, Rohstoffabbau sowie Geologie und Hydrogeologie. Eine beträchtliche Anzahl der Stellungnahmen wurden in Form verschiedener standardisierter Musterbriefe einer Bürgerinitiative eingereicht.

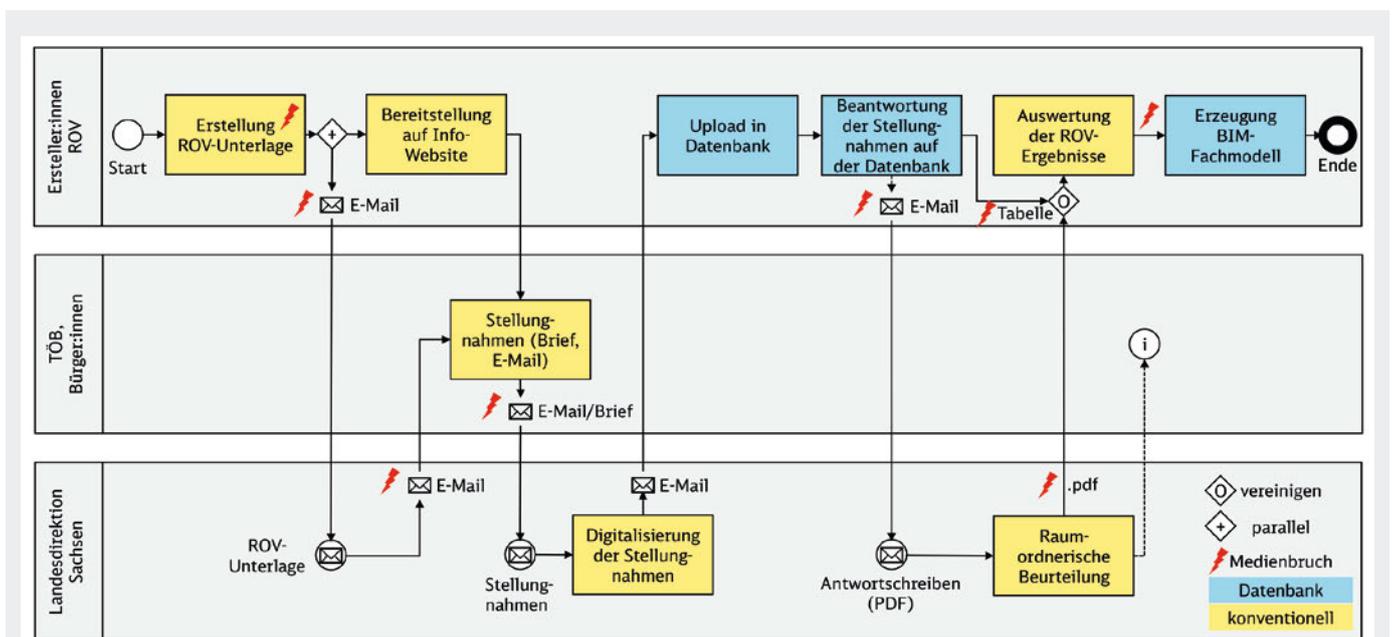
Die Bearbeitung erfolgte entsprechend folgendem Ablauf:

- Eingang der Stellungnahmen und Digitalisierung bei der LDS
- digitale Übergabe an die DB Netz AG
- Einstellung in eine workflowbasierte Projektplattform (EPLASS) unter Beachtung einer Namenskonvention
- Automatische Kategorisierung über Namenskonvention
- Start der automatischen bzw. manuellen Texterkennung von EPLASS

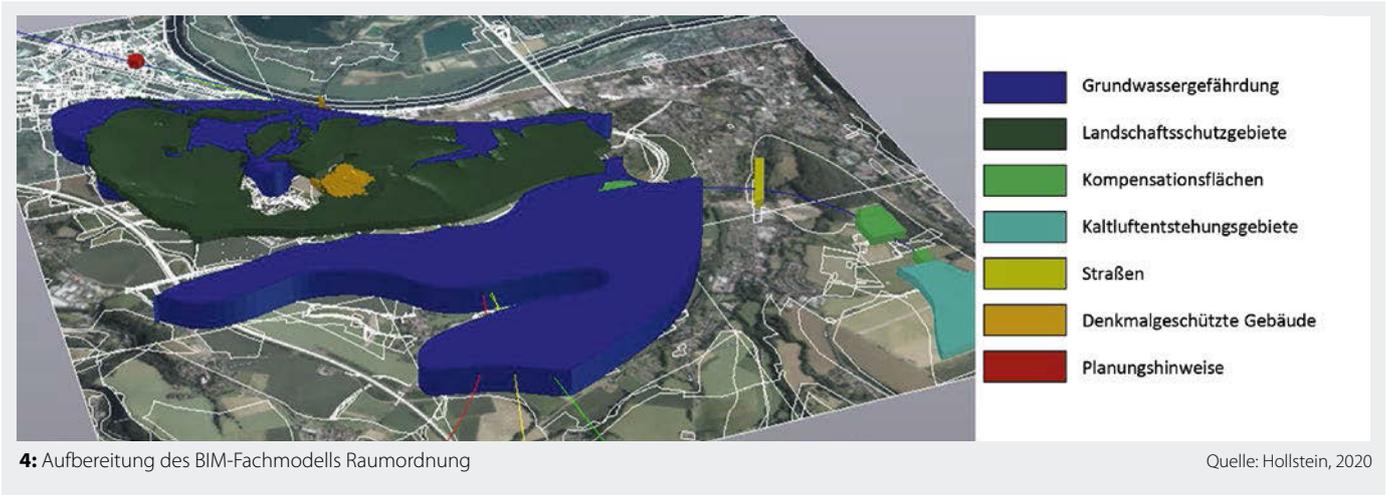
Durch die automatische Texterkennung konnten vorab im System hinterlegte Standardantworten sofort in eine Ant-

wortvorlage übernommen werden. Im weiteren Prozess wurden diese Antworten nochmals durch Planer:innen und Projektleitung geprüft und angepasst. Durch die Freigabe des Antwortschreibens durch die Projektleitung der DB Netz AG (PL) wurden die Antwortschreiben mit digitalen Signaturen versehen und automatisch per Mail an die LDS versendet. Beim manuellen Prozess wurden die relevanten Stellen in den Stellungnahmen markiert. Die markierten Textstellen (Einwendungspunkte) wurden im weiteren Workflow an verschiedene Bearbeiter zur Stellungnahme übergeben. Die zu jedem Einwendungspunkt abgegebene Erwiderung wurde im weiteren Workflowprozess überprüft und ggf. nochmals korrigiert. Aus den Einwendungspunkten und den freigegebenen Stellungnahmen wurden dann wieder automatisch Antwortschreiben erzeugt, welche durch die PL freigegeben wurden. Die freigegebene Erwiderung wurde dann mit automatischer Signatur automatisiert per Mail an die LDS übergeben. Bereits bei der Erfassung der Stellungnahmen wurde eine Exzelliste angelegt, in welcher alle Stellungnahmen mit relevanten Hinweisen zur weiteren Planung markiert wurden. Mit Vorlage der raumordnerischen Beurteilung im August 2020 wurde diese Liste um weitere wesentliche Hinweise und Prüfaufträge ergänzt.

Für eine konventionelle Planung wurde mit dem durchgeführten Prozess schon ein relativ hoher Automatisierungsgrad



3: Konventioneller Ist-Prozess mit Medienbrüchen



erreicht. Der Prozess ist dennoch von der Erstellung der ROV-Unterlage bis zur Aufbereitung für die weitere Planung durch eine Vielzahl von Medienbrüchen gekennzeichnet (siehe Bild 3).

Medienbrüche entstehen beim Übertrag von Informationen von einem auf ein anderes Medium und bergen Risiken von Mehraufwendungen und Informationsverlusten. Bereits bei der Erstellung der Raumordnungsunterlage treten im konventionellen Prozess erste Medienbrüche auf. Der Datenaustausch zwischen Planer:innen und Gutachter:innen mit den entsprechenden CAD- und GIS- Austauschformaten ist hierbei noch als unkritisch zu betrachten. Die Gesamtunterlage liegt der Vorhabenträgerin, der DB Netz AG, dann lediglich im

pdf-Format vor. Dies ist bereits als kritischer Medienbruch zu werten, da z.B. maschinenlesbare Daten zur räumlichen Verortung verloren gehen.

Der folgende kritische Medienbruch entsteht bei der Erstellung der Stellungnahmen durch die TÖB und Bürger:innen. Die Stellungnahmen erfolgen in der Regel per Mail oder Brief, teilweise sogar handschriftlich. Daraus resultiert ein erster erforderlicher Prozess der Digitalisierung (Einscannen der Briefe und Texterkennung).

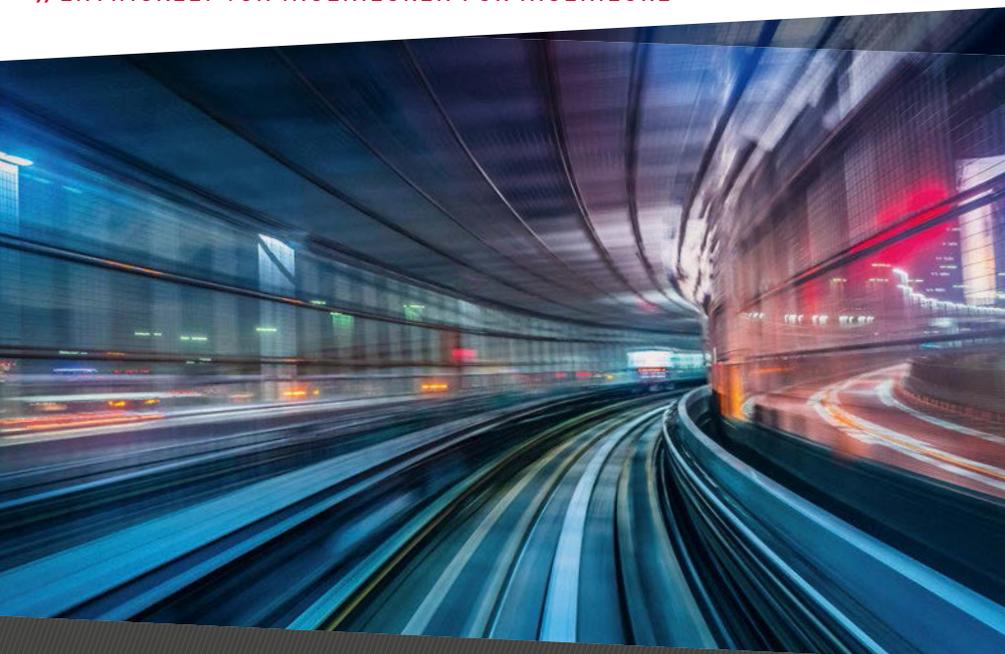
Dieser Digitalisierungsprozess kann jedoch nicht alle Informationen wiederherstellen. Die eigentliche Zuordnung zu den entsprechenden Teilen der ROV-Unterlage erfolgt wie oben beschrieben teilautomati-

siert mit EPLASS. Auch bei der Integration der Raumordnerischen Beurteilung sowie bei der nachfolgend beschriebenen möglichen Überführung in ein BIM-Fachmodell Raumordnung entstehen weitere Medienbrüche.

Übertrag der Daten in ein BIM-Modell – Hintergrund

Die Erstellung des BIM-Fachmodells Raumordnung wurde im Rahmen einer universitären Abschlussarbeit pilotiert. Ziel der Arbeit war es, die oben beschriebene tabellarische Aufbereitung der Ergebnisse des Raumordnungsverfahrens für zukünftiges modellbasiertes Arbeiten weiterverwendbar zu machen.

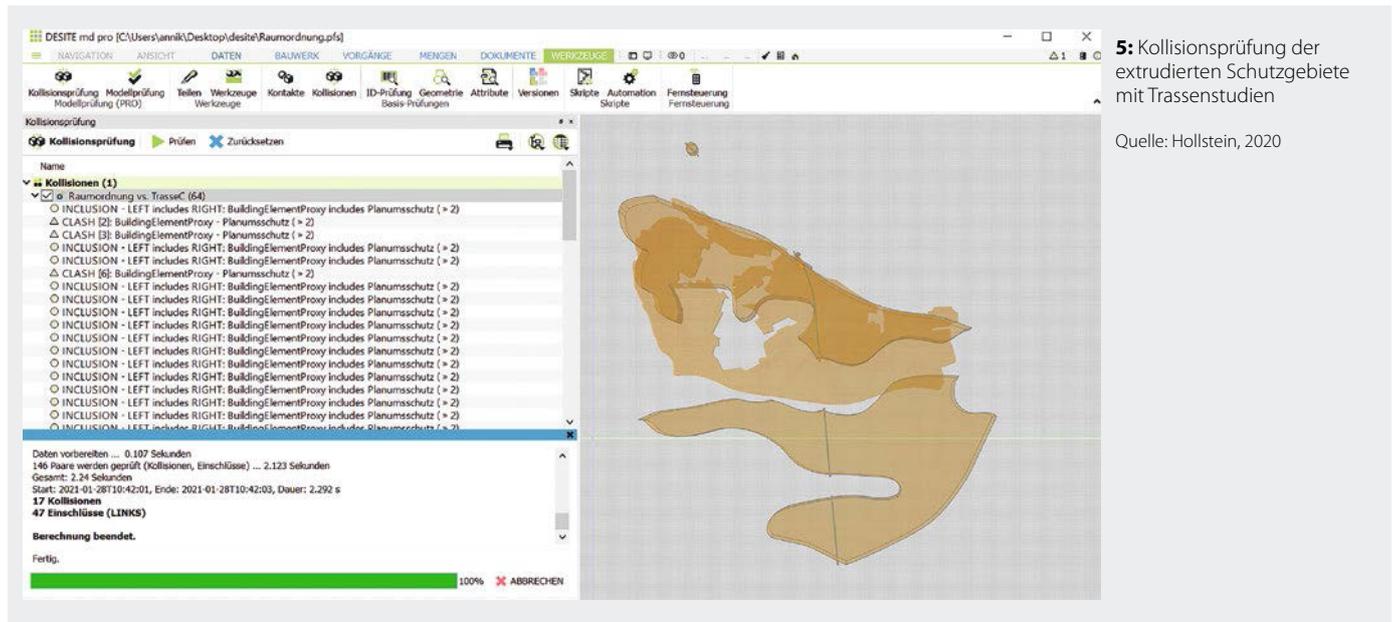
//ENTWICKELT VON INGENIEUREN FÜR INGENIEURE



ProVI
Verkehr und Infrastruktur planen

Planen ohne Zwischenstopps

ProVI – die BIM-Lösung für eine effiziente Verkehrs- und Infrastrukturplanung.



5: Kollisionsprüfung der extrudierten Schutzgebiete mit Trassenstudien

Quelle: Hollstein, 2020

Ausgangslage bildeten zunächst Trassierungs- und Gradientendaten als Polylinien, Digitale Landschaftsmodelle (DLM) als Shapefiles des Planungsbereiches sowie ein dreidimensionales Stadtmodell. Zusammen mit georeferenzierten Luftbildern im GeoTIFF-Format wurden diese Eingangsdaten in die Software Civil3D importiert. Die 2D-Daten wie Polylinien und Flächen wurden zunächst zu dreidimensionalen Körpern extrudiert. Aus den Polylinien wurden sogenannte 3D-Spline erzeugt, also geometrische Röhren entlang der ursprünglichen Linien. Die eingespielten Flächendaten der Shapefiles wurden nach oben hin extrudiert, um auch diesen eine dreidimensionale Repräsentation zu geben. Ziel der Extrusion von 2D-Linien und -Flächen war es, die daraus erzeugten dreidimensionalen Körper für weitere geometriebasierte Anwendungen, wie beispielsweise Kollisionskontrollen, nutzbar zu machen sowie Abwärtskompatibilität der IFC-Versionen vorzugreifen. Eine Darstellung von 2D-Trassierungsdaten ist erst seit Version IFC4x1 möglich und würde die Nutzung älterer IFC-Versionen ausschließen, da die 2D-Daten in älteren Versionen nicht dargestellt werden könnten. Eine Auswahl der anfangs aufbereiteten Stellungnahmen wurde als Dummy-Objekte ergänzt und räumlich verortet. Bild 4 zeigt das Ergebnis der Aufbereitung in Civil3D, welches im nachfolgenden Schritt und im Sinne eines openBIM-Ansatzes im IFC-Format exportiert wurde.

Um anschließend den modellbasierten Prozess zu erproben, wurden die erzeugten Daten über die IFC-Schnittstelle in die Software Desite MD Pro eingebracht, sowie unter anderem ein Digitales Geländemodell, topografische Karten und digitale Orthofotos ergänzt. Die Aufbereitung der ROV-Daten konnte als Grundlage für Kollisionsprüfungen zwischen der nun als 3D-Splines modellierten Trassen mit Schutzgebieten aus den ursprünglichen Shapefiles genutzt werden und lieferte somit „auf Knopfdruck“ räumlich verortete Hinweise zu möglichen Zwangsstellen.

Bild 5 zeigt das Ergebnis einer solchen Kollisionsprüfung. Die Kollisionen einer Trasse mit mehreren Schutzgebieten ist sowohl visuell als auch über den Kollisionsbericht ersichtlich und exakt räumlich verortbar. In folgender Abbildung ist die mit den Schutzgebieten kollidierende Trasse als linienförmiger Körper zu erkennen. Die offene BCF-Schnittstelle ermöglicht eine Weiterverarbeitung der Kollisionsberichte in anderen BCF-fähigen Softwareprodukten.

Des Weiteren wurden die modellierten 3D-Dummykörper um Propertysets, also um zusätzliche Eigenschaften, ergänzt und dort Hinweise auf Art und Inhalt der Stellungnahmen platziert. Die Attribuierung der Daten aus dem Raumordnungsverfahren ermöglichte somit auch die systematische Auswertung über Filterfunktionen. Die Ergänzung um Hyperlinks sowie die Verknüpfung von relevanten Dokumenten

komplettierten die nachträgliche Aufbereitung als BIM-Fachmodell Raumordnung.

Alternativer BIM-Prozess als „Lessons Learned“

Diese nachträgliche Aufbereitung der Daten aus dem Raumordnungsverfahren als BIM-Fachmodell wurde im Rahmen einer werksstudentischen Tätigkeit pilotiert und unterliegt aufgrund des weitgehend manuellen und händischen Bearbeitungsprozesses einigen Limitierungen. So wurden in diesem Falle zunächst nur wenige Anwendungsfälle, wie z. B. die Kollisionskontrolle zur Identifikation von Zwangsstellen, adressiert und umgesetzt.

In den folgenden Planungsphasen wird das Projekt gesamthaft mit der BIM-Methodik geplant. Aus diesem Grund wurden als „Lessons Learned“ und in Vorgriff auf spätere Beteiligungsphasen (z. B. GP) Optimierungspotenziale bei einer frühzeitigen Anwendung von BIM identifiziert und ein BIM-Prozess für die Umsetzung des ROV erarbeitet (siehe Bild 6).

Folgende Potenziale bei der Anwendung von BIM wurden identifiziert:

- Vermeidung von Informationsverlusten,
- Reduktion von manuellem Aufbereitungsaufwand,
- Steigerung der Transparenz für die TÖB und Bürger:innen und
- Steigerung der Transparenz bei der Beantwortung von Stellungnahmen.

Kernelement ist im dargestellten Prozess eine Gemeinsame Datenumgebung (CDE) mit entsprechendem Rechtemanagement. Medienbrüche werden weitgehend vermieden. Informationen werden grundsätzlich mit Objekten in Modellen verknüpft. Objekte müssen im Rahmen des ROV nicht unbedingt dreidimensional sein, auch Flächeninformationen, wie z. B. Schutzgebiete werden modelliert. Dies erzeugt eine höhere Transparenz für die durch die Planung Betroffenen. Die Stellungnahmen erfolgen bevorzugt mit entsprechendem Objektbezug und räumlicher Zuordnung auf einer Datenbank, die in einer frei zugänglichen Homepage eingebettet ist. Durch Schnittstellen erfolgt eine medienbruchfreie Kommunikation mit der CDE. Neben der modellbasierten, digitalen Erstellung von Stellungnahmen wird weiterhin eine analoge (konventionelle) Erzeugung ermöglicht, um so allen Bevölkerungsgruppen eine Teilhabe am Prozess zu gewährleisten. Für die konventionellen (per Brief oder Mail eingegangenen) Stellungnahmen ergibt sich somit ein Medienbruch. Abweichend zum ursprünglichen realisierten Prozess wird jedoch empfohlen, die Stellungnahmen direkt nach Eingang modellbasiert aufzubereiten und diesen Schritt nicht erst nach Abschluss des ROV durchzuführen, damit für den folgenden Beantwortungsschritt alle Stellungnahmen modellbasiert vorliegen. Auf dieser Grundlage kann auch die Beantwortung modellbasiert erfolgen. Die Objekte sind dann logisch mit den Stellungnahmen und den entsprechenden Antworten verknüpft; dies steigert die Transparenz und reduziert den Aufwand bei der Beantwortung der Stellungnahmen.

Der dargestellte Prozess geht weiterhin von einer konventionellen Erstellung der Raumordnerischen Beurteilung aus. Eine modellbasierte Erstellung wäre langfristig wünschenswert, sobald hierfür entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen sind. Bei einer konventionellen Erstellung entsteht ein Medienbruch. Die Maßgaben der Beurteilung sind dann nachträglich modellbasiert aufzubereiten. Ausgehend davon kann dann die Auswertung der Ergebnisse des ROV für die weitere Planung modellbasiert erfolgen. Gegebenenfalls ist auf Grund des Objektbezugs sogar eine teilautomatisierte Auswertung möglich. Die daraus resultierenden Modelle dienen als Grundlage für die weitere Planung.

Empfehlung für zukünftige Öffentlichkeitsbeteiligungen

Auf Grundlage des realisierten Ist-Prozesses und der für einen BIM-Prozess identifizierten Potenziale werden folgende Empfehlungen für eine zukünftige Öffentlichkeitsarbeit ausgesprochen:

Mit der BIM-Methodik ist möglichst früh zu beginnen. Am Anfang kann ein vereinfachtes BIM-Modell mit frei verfügbaren Daten ausreichend sein.

- Es ist die Möglichkeit der digitalen Stellungnahme zu schaffen (auf Modell/Karte räumlich verortet).
- Die Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens sind in einem Fachmodell zu dokumentieren, um die Nutzbarkeit in den weiteren Planungsphasen sicherzustellen.

Fazit

Im Rahmen des Beteiligungsverfahrens zum ROV konnte mit einer datenbankbasierten, teilautomatisierten Beantwortung der Stellungnahmen ein für einen konventionellen Prozess relativ hoher Automatisierungsgrad erreicht werden. In der Auswer-

3. International Railway Symposium Aachen



21. bis 23. November 2021
RWTH Aachen University

mit freundlicher Unterstützung von



Einladung zur Fachtagung

Wir laden Fachleute und Führungskräfte aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zur Teilnahme am 3. International Railway Symposium Aachen (IRSA) ein. In Fachbeiträgen aus einem breiten Spektrum der Schienenverkehrsbranche erfahren Sie neueste technische Entwicklungen und Trends u.a. zu den Themen

- Innovative Eisenbahnbetriebs- und Fahrzeugkonzepte
- Eisenbahninfrastrukturmanagement
- Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Assistierte, automatisierte und autonome Fahren (3A)
- Energiemanagement und Ressourceneffizienz
- Lärminderung

Die Beiträge werden von einem internationalen Programmausschuss ausgewählt. Es erwartet Sie eine interessante Tagung mit der Möglichkeit des Austausches mit Fachleuten der Branche.

Weitere Informationen zur Beitragseinreichung sowie zur Teilnahme erhalten Sie online unter

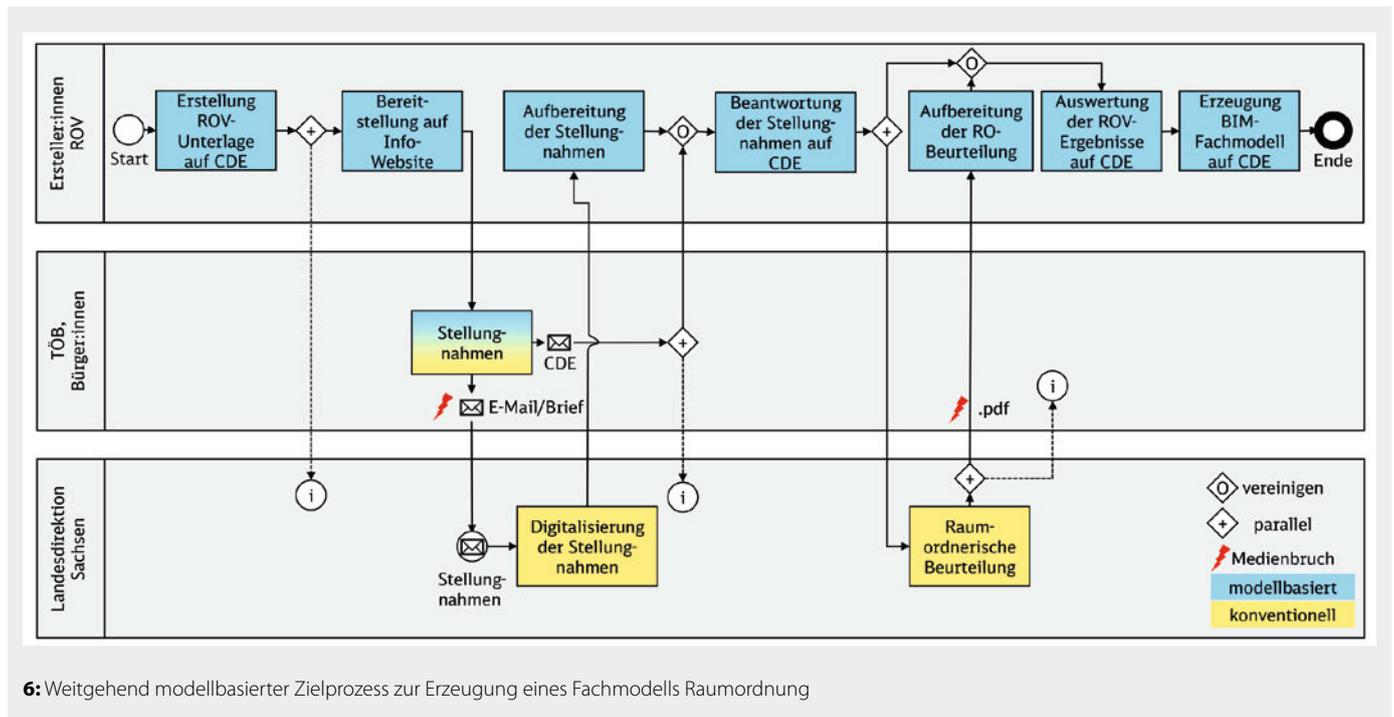
www.irsa.rwth-aachen.de

Tel. +49 (0)241 80 96920

Fax. +49 (0)241 80 92203

irsa@rwth-aachen.de





6: Weitgehend modellbasierter Zielprozess zur Erzeugung eines Fachmodells Raumordnung

Der Gesamtprozess wurde jedoch weiteres Optimierungspotenzial insbesondere bezogen auf die aktuell bestehenden Medienbrüche identifiziert.

Bei einem von Anfang an modellbasiert ablaufenden Raumordnungsverfahren sind zukünftig Automatisierungsmechanismen zu entwickeln, welche die Hemmschwelle und den händischen Aufwand reduzieren und somit ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis schaffen. Der potenzielle Mehrwert eines Fachmodells Raumordnung ist jedoch in mehrerlei Hinsicht nicht von der Hand zu weisen. So ist der erwähnte Medienbruch zwischen der Auswertung der ROV-Ergebnisse und dem BIM-Modell durch die simple Extrusion von 2D-Daten, welche im Zuge des ROVs erzeugt werden, vermeidbar und mit vergleichsweise wenig Modellierungsaufwand umsetzbar. Gängige Softwareprodukte erlauben den Import vieler verschiedener Datenquellen und ermöglichen somit bereits zu einem frühen Zeitpunkt die Bewertung von raumordnerischen Sachverhalten. Ein besonders großer Hebel stellt das Einwendungsmanagement dar, für dessen Integration im Rahmen der studentischen Pilotierung viel händische Arbeit geleistet werden musste und welches für eine weitere Automatisierung und vergleichsweise simpel durchzuführende räumliche Verortung eine Anpassung erfordern muss. Die Weiterverwendung des

Fachmodells über offene Schnittstellen birgt auf lange Sicht jedoch ein erhebliches Potenzial zur Aufwandsminderung aufgrund von Informationsverlusten und nicht maschinenlesbarem Informationsmanagement.

Ein vollständig digitalisierter Prozess unter Einbeziehung aller Beteiligten und

mit minimaler Anzahl an Medienbrüchen kann nur im Zusammenspiel mit einer behördlichen Digitalisierungsstrategie umgesetzt werden. Bis dahin besteht Entwicklungsbedarf an den Schnittstellen sowie Kreativität in Erarbeitung von Workarounds.

Literatur

[1] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). 2015. Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Berlin: BMVI, 2015.
 [2] DB Netz AG. 2019. Antragsunterlage zum Raumordnungsverfahren für die Einbindung der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden – Prag, Abschnitt Freistaat Sachsen, Dresden – Staatsgrenze (Ústí nad Labem). Leipzig : s.n., 2019.
 [3] Europäische Union. 2019. CEF Transport MAP Call. [https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-transport/apply-funding/2019-cef-transport-map-call] 2019.
 [4] Hollstein, Annika. 2020. Masterarbeit. Konzept zur Verknüpfung und Auswertung von Daten aus dem Raumordnungsverfahren in digitalen Bauwerksmodellen. Leipzig: HTWK Leipzig, 2020.
 [5] Landesdirektion Sachsen. 2020. Raumordnerische Beurteilung für Raumordnungsverfahren Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden – Prag, Abschnitt Freistaat Sachsen, Dresden – Staatsgrenze (Ústí nad Labem). Freistaat Sachsen : s.n., 2020.

www.eurailpress.de/archiv/neubaustrecke-dresden-prag/

Summary

New railway line Dresden – Prague, completion of regional planning procedure on the German side and model-based data processing by BIM methodology

The regional planning procedure of the transnational project new railway line Dresden – Prague was successfully completed on the German side. Taking the BIM methodology into consideration, a concept was developed for establishing a specialist model of regional planning. This article shows the challenges of media discontinuities as well as the results and opportunities for model-based working methods.

Große Aufgaben stehen an

Wenn Ende September die Abgeordneten des Bundestages neu gewählt werden, geht es auch um die Ausrichtung der Verkehrspolitik und die Frage, welchen Stellenwert das System Bahn in der 20. Legislaturperiode haben wird. Eine Durchsicht der Wahlprogramme zeigt die Positionen der Parteien.



Der Weltklimareport der UN (siehe Seite 6) hat noch einmal die Dringlichkeit deutlich gemacht, Treibhausgase zu reduzieren. Wie sich schon in der vergangenen Legislaturperiode gezeigt hat, rücken die Maßnahmen gegen den Klimawandel das System Bahn in den Fokus politischen Handelns.

Welche Positionen die im jetzigen Bundestag vertretenen Parteien in ihrem Wahlprogramm in Bezug auf Schiene einnehmen, zeigt die Tabelle auf den folgenden Seiten. Dabei ist zu beachten: Viele Parteien haben sehr umfangreiche Aussagen getroffen, die hier nur selektiv oder zusammengefasst wiedergegeben werden konnten. Bei der AfD waren Aussagen zur Schiene nur selten zu finden – was hier wiedergegeben wird, entspricht deshalb weitgehend dem Gesamtumfang der Behandlung des Themas Schiene im Wahlprogramm.

Grundsätzlich ist die Bandbreite groß: Neben Aussagen, die eindeutig die Schiene favorisieren, reicht das Spektrum auch bis zu einer Vorfahrt für das Auto.

Im Vorfeld der Bundestagswahl zeichnen sich in öffentlichen Diskussionen und Verbandsforderungen große Themen für die kommende 20. Legislaturperiode ab:

- Eine erneute Bahnreform (Bahnreform II): Hier geht es um die Trennung von Netz und Betrieb und die Schaffung eines eigenständigen Bundesschieneninfrastrukturunternehmens. Der Bund solle sich auf seine Kernaufgaben konzentrieren wie die Festlegung schienenpolitischer Ziele, die Finanzierung der Infrastruktur sowie die Aufsicht und Regulierung, so der Kern der Forderungen.
- Beschleunigte und höhere Investitionen in die Schieneninfrastruktur
- Vorantreiben der Digitalisierung, um die vorhandenen Kapazitäten besser nutzen zu können
- Die Vollendung der Umstellung auf Erneuerbare Energien: Elektrifizierung des Netzes und die Entwicklung von alternativen Kraftstoffen
- Schaffung eines Schienenfonds zur Finanzierungssicherheit
- Erhöhung der Attraktivität des Öffentlichen Verkehrs (ÖV); Stichworte sind Deutschlandtakt; Mobilitätsgarantien, auch im ländlichen Raum; und die Frage, wie viel die Fahrgäste für den ÖV zahlen sollen
- Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene: Steigerung des Modal Split von augenblicklich unter 20% auf bis zu 35%.



Dipl. agr. ing. Dagmar Rees

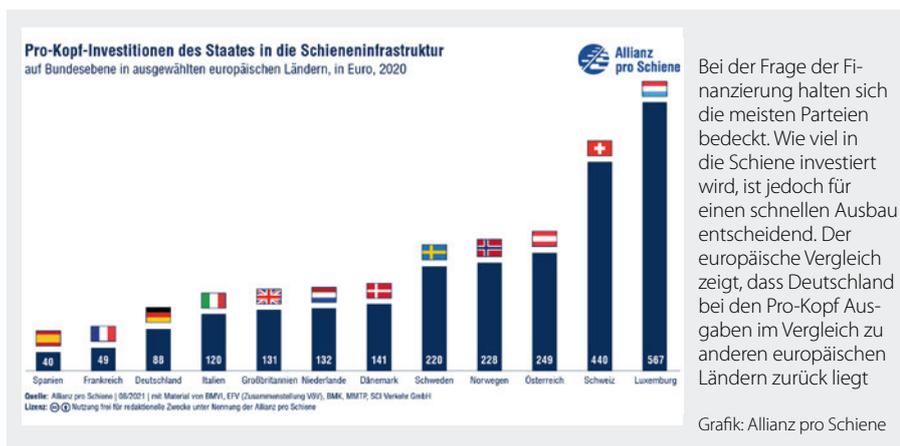
ETR-Redaktion,
Frankfurt am Main
dagmar.rees@dvwmedia.com

- Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsprozessen

Die Themen klingen vertraut, bekommen jedoch in der kommenden Legislaturperiode eine neue Dynamik. So deutet sich etwa schon bei der Bahnreform II eine neue Bereitschaft zur Veränderung an. Nicht zuletzt, weil sich auch die Monopolkommission Mitte Juli in ihrem 8. Sektorgutachten Bahn für eine Herauslösung der Infrastruktur aus dem DB-Konzern ausgesprochen hat.

Außerdem hat sich die EU mit ihren verkehrspolitischen Zielen und Maßnahmen ähnliche Aufgaben vorgenommen – hier ist zu erwarten, dass ein paralleles Handeln auf EU-Ebene Veränderungen auch auf nationaler Ebene erleichtert.

Zu einer Frage vermeiden die meisten Parteien in ihren Wahlprogrammen eine eindeutige Aussage: Wie viel Geld für die Schiene zur Verfügung stehen wird. Eine Auswertung der Allianz pro Schiene zeigt, dass Deutschland im Haushalt 2020 immer noch mehr Geld für den Neu- und Ausbau von Fernstraßen als für die Schiene vorsieht. Außerdem sind zwar die Ausgaben für die Schiene von 64 EUR/Kopf in 2016 auf 88 EUR/Kopf in 2020 gewachsen. Doch im europäischen Vergleich hinkt Deutschland weit hinter anderen Ländern her (siehe Grafik).

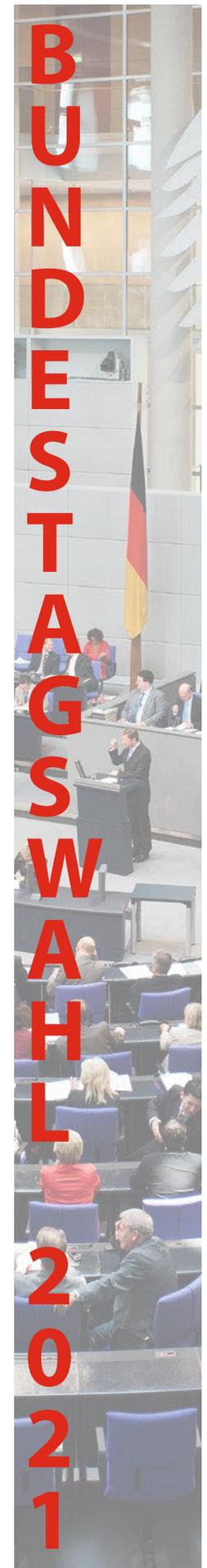


Positionen der im Bundestag vertretenen Parteien *			
	CDU/CSU	SPD	AfD
Mobilität	<i>intelligente Mobilität</i>	eine von vier Zukunftsmissionen; ... modernstes Mobilitätssystem Europas; ... klimaneutrale Mobilität; ... nachhaltig, bezahlbar, barrierefrei, verlässlich	... an den Bedürfnissen der Bürger orientierte Verkehrspolitik
	<i>Schiene ausbauen wird als Erstes genannt, dann Automobilstandort Deutschland sichern</i>	<i>Der Schienenverkehr ist ein Schwerpunkt unserer verkehrspolitischen Agenda ...</i>	Kein Vorrang Schiene: Eine ideologisch geleitete Verbotspolitik, die bestimmte Verkehrsmittel bevorzugt oder diskriminiert, lehnt die AfD ab. Im Vordergrund steht für uns die Freiheit der Bürger in der Wahl des Verkehrsmittels. Individuelle Mobilität muss bezahlbar bleiben.
	<i>Die Wahlmöglichkeit zwischen den Verkehrsangeboten ist uns genauso ein Anliegen wie die Vernetzung und Digitalisierung von Mobilitätsformen</i>	in Bezug auf Auto: Zukunft gehört elektrischen Antrieben ... diese Entwicklung aktiv gestalten, damit die Automobilindustrie Leitindustrie bleibt. Außerdem: möglichst viele vom Auto auf umweltfreundliche Verkehrsmittel umsteigen; Tempolimit 130 km/h auf Autobahnen	Die AfD ist strikt gegen verkehrspolitische Schikanen, Kostenerhöhungen und vernachlässigte Verkehrswege, mit denen ein Umstieg auf den öffentlichen Nah- und Fernverkehr erzwungen werden soll
			Schwerpunkt bei Auto: Motorisierten Individualverkehr schützen – Die AfD unterstützt und fördert den motorisierten Individualverkehr als beliebteste Möglichkeit der Fortbewegung; ... lehnt Tempolimit strikt ab; ... strategische Bedeutung der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie.
Mobilitätsgarantie	Wir wollen einen flächendeckenden Mindeststandard schaffen, der allen Menschen einen gleichwertigen, barrierearmen und einfachen Zugang zum ÖPNV gewährt.	<i>Unser Ziel ist eine Mobilitätsgarantie; Jede*r Bürger*in - in der Stadt und auf dem Land - soll einen wohnortnahen Anschluss an den öffentlichen Verkehr haben</i>	
Deutschlandtakt	Deutschlandtakt soll Schienenverkehr stärken. Mit einem attraktiven Angebot der Deutschen Bahn wollen wir maximale Synergien bei Güter- und Personenverkehr in unserem Schienensystem nutzen	<i>rasch umsetzen und einen Europatakt aufbauen</i>	<i>Beim angestrebten Deutschlandtakt muss eine Verkürzung der Reisezeiten auf allen Verbindungen das oberste Ziel sein.</i>
	<i>Den Deutschlandtakt werden wir im Fern- und Nahverkehr realisieren</i>		
Infrastruktur	bedarfsgerechter Infrastrukturausbau – insbesondere die Digitalisierung von Schiene und Fahrzeugen (ETCS-Ausbau)	bis 2030 mindestens 75% des Schienennetzes elektrifizieren	Die AfD unterstützt den Ausbau des zu lange vernachlässigten Schienennetzes – insbesondere die Beseitigung von Engpässen und die Erweiterung des Hochgeschwindigkeitsnetzes.
	Bahnverkehrswegeausbau massiv beschleunigen	Schiene weiter digitalisieren	
	Leistungsfähige Infrastruktur von zentraler Bedeutung („Straßen, Zugverbindungen ... Stromtrassen“)	Reaktivierung von Bahnstrecken	
	Fokus: Verbindung zu Mittel- und Osteuropa: „Dazu werden wir uns mit europäischer Unterstützung für ein Programm „grenzüberschreitende Vernetzung und Infrastrukturausbau“ einsetzen, das verkehrs- und klimapolitisch Akzente setzt und auch die militärische Mobilität verbessert“)		

Quelle: Wahlprogramme 2021 der im Bundestag vertretenen Parteien

* Reihenfolge entsprechend der Zahl der Abgeordneten; wörtliche Wiedergabe kursiv

FDP	Die Linke	Grüne
<i>sichere, saubere und bezahlbare Mobilität</i>		<i>Statt wie seit Jahrzehnten einen Verkehrsträger einseitig zu bevorzugen, sorgen wir für eine faire Balance – mit einer starken Bahn, einem modernen ÖPNV und besten Bedingungen für Radfahrer*innen und Fußgänger*innen.</i>
<i>Kein Fokus auf Schiene: Eine innovative, ökologische und bezahlbare Mobilität ist angewiesen auf eine zukunftsweisende Verkehrspolitik ohne ideologische Scheuklappe; Mobilität ist Freiheit; gegen unverhältnismäßige Verbote in der Mobilität</i>	<i>Unsere Vision: Wir bauen Bus und Bahn aus. Den Nahverkehr machen wir attraktiver und schrittweise kostenlos. In die Schiene wird investiert und Bahnfahren wird billiger. In den Städten fahren weniger Autos, dafür werden mehr Ziele mit bedarfsgerechten öffentlichen Verkehrsmitteln, zu Fuß und mit dem Rad erreichbar.</i>	<i>Eine leistungsfähige, verlässliche Bahn ist das Rückgrat einer nachhaltigen Verkehrswende.</i>
		<i>Mobilpass: integriertes Ticket über alle Verkehrsverbünde, soll auch Sozialtarife und ticketlose Nutzung fördern</i>
	<i>Mobilitätsgarantie für den ländlichen Raum: Anbindung der Gemeinden untereinander und zum nächsten städtischen Zentrum mindestens im Stundentakt von 6 bis 22 Uhr.</i>	<i>... durch eine Mobilitätsgarantie flächendeckende Anbindungen schaffen; ... mit gesetzlich definierten Standards für Erreichbarkeit und Erschließung;</i>
		<i>Wir wollen den Deutschlandtakt weiterentwickeln und realisieren ...</i>
<i>Für alle Verkehrswege – von der Schiene über die Straße bis zum Radweg – muss der Aufwuchs der Investitionsmittel verlässlich fortgesetzt und zügig verbaut werden. Dabei haben Sanierung und Modernisierung für uns Priorität.</i>	<i>Wir lehnen alle direkten oder indirekten Privatisierungen von Verkehrsinfrastruktur ab.</i>	<i>Wir wollen 100 Milliarden Euro, verteilt auf die Jahre bis 2035, zusätzlich in Schienennetz und Bahnhöfe investieren und im Zusammenwirken mit den Ländern die Regionalisierungsmittel zweckgebunden noch einmal erhöhen, sodass sich die Pro-Kopf-Investitionen an das europäische Niveau angleichen.</i>
<i>... ganzheitliche Infrastrukturstrategie für Europa und den Ausbau transeuropäischer Transportnetze. Ein gut ausgebautes (Hochgeschwindigkeits-)Schienennetz gehört genauso dazu wie leistungsstarke Hafenanlagen, Flugplätze und Fernstraßen.</i>	<i>Wir wollen die öffentlichen Investitionen in die Schieneninfrastruktur um das Fünffache erhöhen. Alle bisher nur von Dieselfahrzeugen befahrbaren Bahnstrecken müssen zügig elektrifiziert oder auf alternative und nachhaltige Antriebstechnologien umgestellt werden ...</i>	<i>Den Aus- und Neubau, die Elektrifizierung und Digitalisierung des Netzes treiben wir zügig voran.</i>
	<i>Reaktivierung von Bahnstrecken</i>	<i>Die bundeseigene Infrastruktur wollen wir vom Druck, Gewinne erzielen zu müssen, und von der chronischen Unterfinanzierung befreien und dafür entsprechende Strukturen schaffen.</i>



Positionen der im Bundestag vertretenen Parteien *			
	CDU/CSU	SPD	AfD
	Vernetzung Verkehrsträger, Bedarfsverkehre, Bündelung über Deutsches Zentrum für Mobilität		
Fernverkehr	besseren europäischen Hochgeschwindigkeitsschieneverkehr	<i>Bahnfahren soll innereuropäisch günstiger und attraktiver als Fliegen sein</i>	
		<i>alle Großstädte wieder ans Fernverkehrsnetz anschließen</i>	
	Nachtzüge	neue schnelle Zug- und Nachtzugverbindungen in Nachbarländer	
	kostenloses Eurail-Ticket für alle 18-Jährigen		
Nahverkehr	bei standardisierter Bewertung stärker längerfristige Prognosen, Umsteigeeffekte und Anwohnerinteressen berücksichtigen	Unterstützung für Modellprojekte 365-Euro-Tickets oder ticketfreien Nahverkehr	
	<i>Wo Städte und Dörfer durch Verkehr belastet sind, werden wir für Entlastung durch smarte Verkehrsführung und die Stärkung des ÖPNV sorgen. Wir werden aber auch weiterhin Ortsumgehungen bauen.</i>		
Güterverkehr	Verlagerung von der Straße auf die Schiene	<i>ausbauen und modernisieren</i>	<i>Das Konzept der „Rollenden Landstraße“ und des Wechselbrückenumschlages soll für die Transitverbindungen durch Deutschland mit regelmäßigen Taktungen etabliert werden. Das Netz an Verladestellen und multimodalen Güterverkehrszentren (Straße, Schiene und Wasserwege) ist zu verdichten.</i>
	Bundesprogramm Zukunft Schienengüterverkehr ausweiten	<i>Investieren in die Erneuerung von Loks und Waggons</i>	
		<i>Wir werden die Kostennachteile der Schiene gegenüber der Straße parallel zum Kapazitätsaufbau im Schienengüterverkehr verringern</i>	
Deutsche Bahn		<i>Die Deutsche Bahn ist für uns ein Garant verlässlicher Mobilität. Wir werden sie als integrierten Konzern im öffentlichen Eigentum erhalten. ... aufs Kerngeschäft des Transports von Personen und Gütern konzentriert und auf gemeinwohlorientierte Ziele ausrichtet.</i>	
Planung und Genehmigung	komplett digitale Prozesse, Einsatz von Blockchain	nationale Leitstelle Mobilität für die Erarbeitung regionaler Mobilitätspläne und frühzeitige Beteiligung vor Ort	
	einheitliche Standards und <i>Entschlackung</i> von Planungs- und Umweltrecht		
	E-Vergaben und bundesweit einheitliche Vergaberechte		

Quelle: Wahlprogramme 2021 der im Bundestag vertretenen Parteien

* Reihenfolge entsprechend der Zahl der Abgeordneten; wörtliche Wiedergabe kursiv

FDP	Die Linke	Grüne
	<i>Die Trassenpreise für den Personenverkehr müssen mindestens halbiert werden, damit mehr Verkehr auf die Schiene kommt und Bahnfahren billiger werden kann.</i>	<i>alle deutschen Großstädte regelmäßig an den Fernverkehr anbinden</i>
	<i>ICE-Strecken wollen wir perspektivisch auf moderne Trassen für bis zu 250 km/h mit mindestens stündlichem Takt ausbauen. Der ÖPNV in Mittelzentren und Kleinstädten soll die ICE-Bahnhöfe mindestens stündlich anbinden.</i>	<i>... schnelle Sprinterzüge und Nachtzüge, die alle großen europäischen Metropolen bezahlbar miteinander verbinden</i>
	<i>Nachtzugnetz europaweit, außerdem: Die DB soll alle Großstädte auch mit Nachtzügen (Liegewagen) anfahren.</i>	
<i>Abschaffung der Rückkehrpflicht für Mietwagen und des Mindestabstands von 50 km zwischen zwei Haltestellen für Fernbusse</i>	<i>Der ÖPNV muss flächendeckend und barrierefrei ausgebaut werden. Bis 2030 wollen wir die Zahl der Nutzer*innen verdoppeln (im Vergleich zu vor Corona). Unser Ziel ist der solidarisch finanzierte Nulltarif im ÖPNV für alle. Erste Schritte sind deutlich günstigere Fahrpreise (zum Beispiel ein 365-Euro-Jahresticket)</i>	<i>... die Takte im Regionalverkehr verdichten und den Zugverkehr wieder stärker in die Fläche bringen ...</i>
	<i>Wir treten für kommunale, demokratisch kontrollierte Nahverkehrsunternehmen ein. Der Vorrang eigenwirtschaftlicher Betriebe muss abgeschafft werden.</i>	
	<i>Güterverkehr muss auch unter 300 Kilometer Entfernung wieder auf die Bahn.</i>	<i>Für weniger Lkw-Verkehr wollen wir den Güterverkehr von der Straße auf die Schiene verlagern. Dafür werden wir die Kombination von Straße, Schiene und Wasser ertüchtigen und Industrie und Gewerbe wieder ans Bahnnetz anschließen – auch in der Fläche.</i>
		<i>Wir fördern Investitionen in moderne Güterverkehrstechnik, intermodale Güterverkehrszentren und Umschlagterminals für den kombinierten Güterverkehr</i>
<i>... wollen die Infrastruktur und den Bahnbetrieb bei der Schiene trennen und den Betrieb privatisieren. Das Netz soll im Eigentum des Bundes bleiben.</i>	<i>Die Geschäftspolitik der Deutschen Bahn wollen wir am Gemeinwohl und der ökologischen Nachhaltigkeit ausrichten, statt am Bilanzgewinn. ... Alle Privatisierungen, Ausgliederungen und Aufspaltungen bestehender Eisenbahngesellschaften und auch die Umwandlung der DB in eine Aktiengesellschaft müssen rückgängig gemacht werden.</i>	<i>Den Deutsche-Bahn-Konzern wollen wir transparenter und effizienter machen und auf das Kerngeschäft ausrichten, die Eisenbahn in Deutschland und im benachbarten europäischen Ausland.</i>
<i>... alle Planungsverfahren beschleunigen, indem wir Verfahren straffen und Doppeluntersuchungen abschaffen</i>	<i>Bei der Planung von Verkehrsprojekten wollen wir Bürger*innen und Interessenvertretungen von Anfang an voll einbeziehen und wirkliche Alternativen zur Diskussion stellen</i>	



Digital Asset Management für Bahnsysteme: Maximierung der Vermögenswerte über den gesamten Lebenszyklus

Über Jahrzehnte nutzbare Bahnanlagen benötigen kontinuierliche Investitionen für Instandhaltung und Betrieb für ihre optimale Leistungsfähigkeit. Während die Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Züge weitgehend transparent sind, fällt die Leistungs- und Kostenoptimierung bei der ganzheitlichen Betrachtung von Bahnsystemen bis dato schwer. Automatisiertes Digital Asset Management (DAM) schafft hier Transparenz und unterstützt bei strategisch relevanten Entscheidungen basierend auf betriebswirtschaftlichen Daten, Daten aus Betrieb und Instandhaltung sowie künstlicher Intelligenz.



1. Die Bedeutung des Asset Managements im Bahnbereich

1.1. Sachwerte und Wertschöpfung

Alle Arten von Bahnanlagen – vom Fahrzeug bis zur Weiche – haben einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und damit auch Wettbewerbsfähigkeit eines Verkehrsunternehmens. Wenn die Anlagen jedoch lediglich instandgehalten und nicht der gesamte Lebenszyklus effizient gemanagt werden, bleiben große Wertschöpfungspotentiale ungenutzt.

Effizientes Asset Management (AM) dient der optimalen Wertschöpfung, weil hier Risiken, Leistung und Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Anlagen betrachtet werden: von der Konzeption bis hin zur Entsorgung und Erneuerung. Instandhaltung von Anlagegütern ist eine Aufgabe des Asset Managements. In Zukunft wird ihm zusätzlich eine bedeutendere Rolle bei strategischen Entscheidungen zukommen.

Die Verknüpfung und intelligente Auswertung von Daten aus Betrieb und Instandhaltung ermöglicht einen umfassenden Überblick über Produktion, Leis-

tung (Performance) und Qualität. Daten- und IT-basierte Werkzeuge liefern anhand von Key Performance Indicators (KPIs) die Basis für strategische Entscheidungen, so dass Ressourcen optimal eingesetzt, Aktivitäten zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt und Ineffizienzen vermieden werden können.

1.2. Asset Management nach ISO 55001

Das Asset Management nach ISO 55001 wurde 2014 als internationaler Standard freigegeben und wird auch bei öffentlichen Versorgungsprojekten und anlageintensiven Industrien verwendet. UIC und UITP empfehlen die Anwendung der Norm ISO 55001 für alle Asset Management-Aktivitäten (UIC Railway Application Guide ISBN 978-2-7461-2521-6).

Rail Asset Management konzentriert sich auf Entscheidungen und Aktivitäten, die die Koordination mehrerer Funktionen erfordern und mehrere Interessengruppen betreffen. Dieser anspruchsvolle ganzheitliche Ansatz findet zunehmende Unterstützung durch Anleitungen und Fallstudien.



Dr. Dieter Barnard
Head of Digital Offerings
dieter.barnard@siemens.com



Dr. Ekkehard Tönsing
Principal Key Expert Data-driven Services
ekkehard.toensing@siemens.com

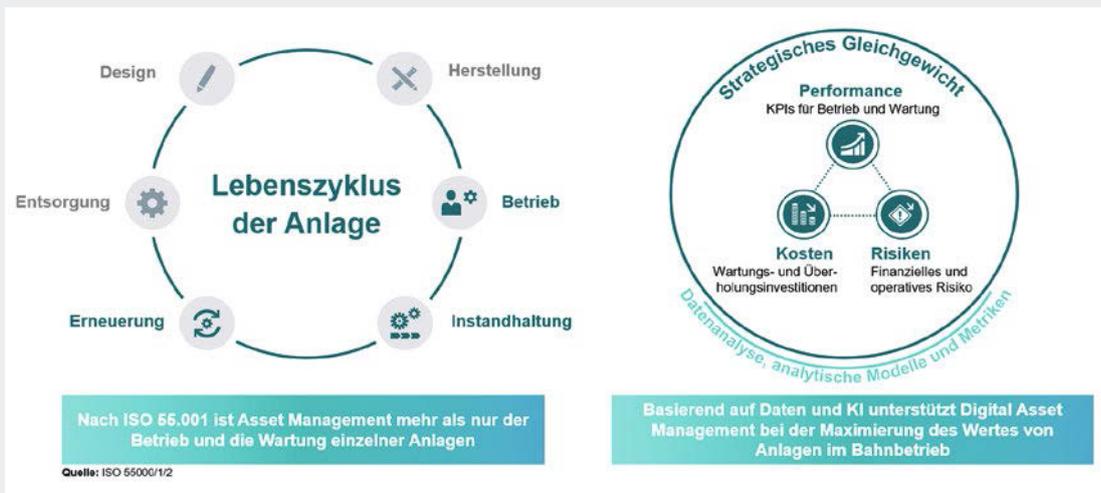


Dr. Roland Brill
Senior Product Manager Digital Offerings
roland.brill@siemens.com

2. Digitales Asset Management

Digitales Asset Management wertet große Datenmengen aus verschiedensten Bereichen aus und ist ohne die Integration in ein digitales System/eine digitale Plattform nur

1: Asset Management optimiert die Vermögenswerte über den gesamten Lebenszyklus



schwer implementierbar. Dabei ermöglicht das Digitale Asset Management die Datenerfassung, Big Data, Künstliche Intelligenz und Software zur Optimierung wesentlicher Vermögenswerte wie zum Beispiel Anlagen. Das Industrial Internet of Things (IIoT) liefert direkt von den Anlagen erhebliche Datenmengen, wie sie früher nur eingeschränkt erfassbar und verfügbar waren. Die neue Qualität und Menge der Daten wirkt sich unmittelbar auf das Performance Management aus.

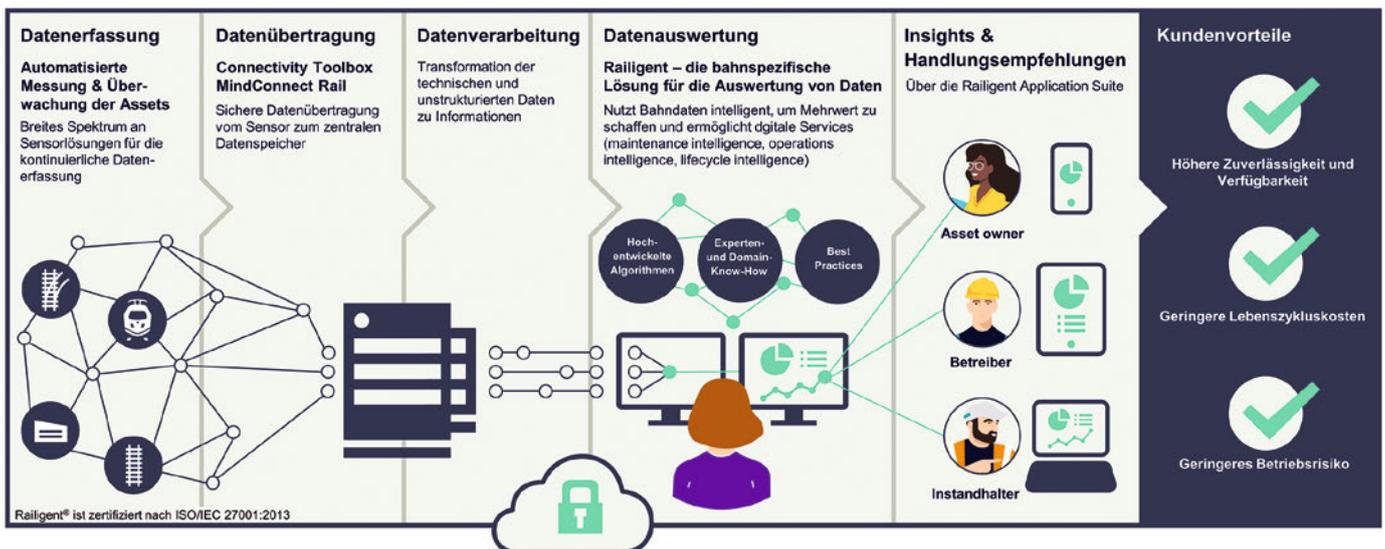
Eine wichtige Rolle spielt dabei das Maintenance Management System (MMS) im Spannungsfeld zwischen Asset Manage-

ment und Enterprise Resource Planning (ERP). Denn hierüber werden Instandhaltungsaufgaben geplant und dokumentiert, vor allem durch vorbeugende und korrigierende Arbeiten.

2.1. Die Rolle der Wartungsdaten

Für Bahnunternehmen ist die Fähigkeit zur datenbasierten Überwachung, Analyse und Vorhersage der Verfügbarkeit von Bahn-Assets der Schlüssel zu hoher Systemverfügbarkeit dank vorausschauender statt reaktiver Wartung und der Weg zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit.

Um die Kosten über den gesamten Lebenszyklus zu senken und langfristig kalkulieren zu können, lagern Infrastrukturbetreiber und Verkehrsträger die Instandhaltungsaufgaben immer öfter aus, teils für lange Zeiträume von mehreren Jahrzehnten. In Ausschreibungen ist daher eine zunehmende Nachfrage nach Asset Management-Unterstützung zu beobachten, um strategische Aspekte der neuen Anlagengüter besser zu überwachen und den geschäftlichen Nutzen zu optimieren, zum Beispiel für höheren Durchsatz und ausreichende Zuverlässigkeit trotz beschränkter Budgets.



2: Die Application Suite Railigent von Siemens Mobility ermöglicht durch zustandsorientierte Überwachung, Datenanalyse und vorausschauende Instandhaltung ein umfassendes Asset Management

3. Domain Know-how und KI-gestützte Datenanalysen für 100 % Systemverfügbarkeit

3.1. Lebenszykluskosten und Systemverfügbarkeit

100 % Systemverfügbarkeit in Hochlastzeiten, unabhängig von Alter und Nutzungsdauer der Fahrzeuge und Infrastruktur und anderen Umständen, ist das Ziel für betriebliche Optimierungen. So können Lebenszykluskosten kalkuliert werden. Fundierte Fachkenntnisse von Fahrzeugen und Infrastruktur, langjährige Erfahrungen mit vorausschauender Instandhaltung und KI-gestützte Datenanalysen sind dafür die Grundlage. Siemens Mobility integriert dieses Wissen in seine Rail Services. Das Angebotsspektrum erstreckt sich von digitalen Services über Ersatzteilservice, Lösungen für Instandhaltung und Lebenszyklusverlängerungen bis hin zu Trainingsleistungen sowie Asset Management und den Betrieb von Bahnsystemen im Kundenauftrag.

3.2. Digitale Dienstleistungen

Siemens Mobility baut führend in der Bahnindustrie seit über 15 Jahren Know-how bei der Datenanalyse auf und gründete 2020 die Alliance for Availability, bei der unter anderem hoch spezialisierte Firmen aus dem Umfeld der Bahnindustrie ihre Fachkompetenz und Daten einbringen können. Die Alliance hat das Ziel, Fachwissen zu bündeln und zu verknüpfen, um Datenquellen besser auszuwerten und Sensor- und Messdaten mit neuen Technologien gemeinsam zu nutzen.

3.3. Softwarelösung Railigent®

Railigent® ist die modulare Application Suite von Siemens Mobility, durch deren Anwendungen Ströme an Betriebs- und Prozessdaten aus Lokomotiven, Triebzügen, Weichen, Signalen, Zugsicherungssystemen und weiteren Bahnanlagen untereinander und mit Instandhaltungs-Daten aus dem MMS verknüpft und ausgewertet werden. Die Aufbereitung der Daten erfolgt jeweils spezifisch für die Nutzer: Wartungspersonal, Trassenplaner, Betriebsleitstellen, Energieversorger und Asset Manager, um nur einige zu nennen.

4. Validierung von Änderungsprozessen

4.1. Analysemodelle

Die Analysemodelle von Railigent gliedern sich in drei Gruppen von Aspekten, in denen Performance Risiken und Ressourcen analysiert und zur laufenden Optimierung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus genutzt werden können.

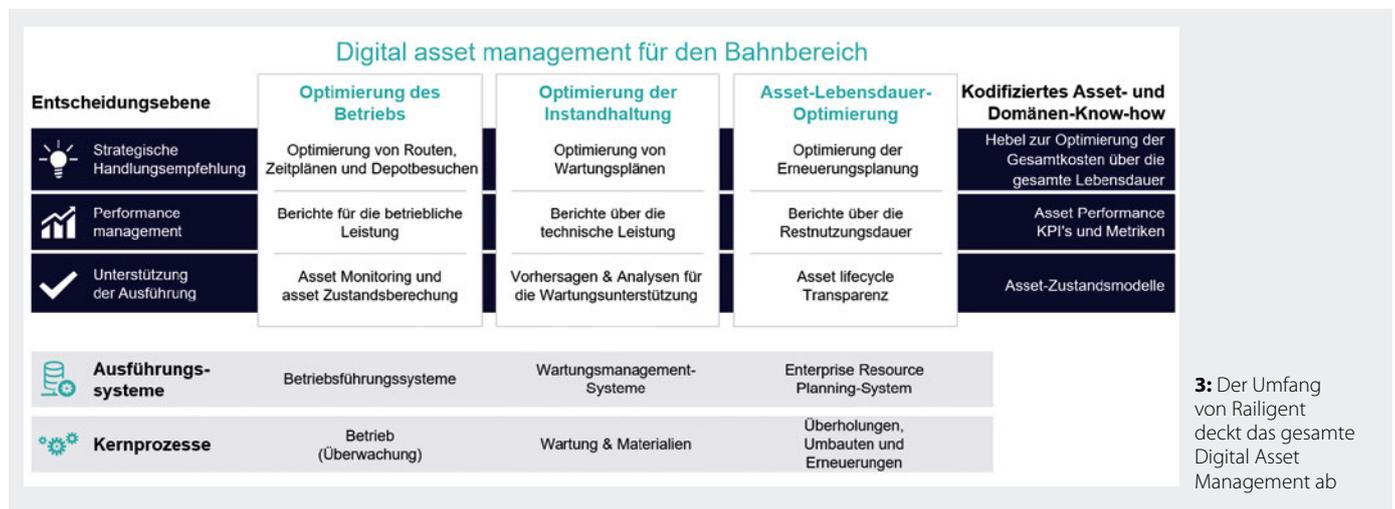
- Operations Intelligence fokussiert auf die Einsatzfähigkeit der Assets. Kurzfristige Aussagen betreffen, bis zu 36 Stunden im Voraus, den aktuellen „Gesundheitszustand“. Das Operations Performance Reporting bewertet den Betrieb in den vergangenen Wochen und macht Vorschläge für die kommenden Wochen mit dem Ziel kontinuierlicher Verbesserung. Langfristige Analysen dienen der strategischen Optimierung des Betriebs in Zeiträumen ab einem Jahr.

- Maintenance Intelligence fokussiert auf den Instandhaltungszustand der Assets und hilft, Ausfälle zu vermeiden. Betriebsdaten werden analysiert, um die Verfügbarkeit zu verbessern. Berichte über die Instandhaltungsaufwendungen und Empfehlungen für zustandsorientierte Instandhaltung werden angeboten, um die Effizienz von Wartungsaufwendungen zu erhöhen und unnötigen Aufwand zu vermeiden.
- Lifecycle Intelligence beschäftigt sich mit dem Potential der Assets und mit Aspekten der Revisions- und Investitionsplanung. Hierzu wird die Asset-Hierarchie systematisch erfasst. Auf Basis einiger Wochen gibt es Empfehlungen für notwendige Erneuerungsmaßnahmen, die ebenso für die Prognosequalität langfristiger Neuanschaffungen und Modernisierungen genutzt werden.

Aus allen drei Gruppen gewinnt Railigent Informationen zur Optimierung der gesamten Kosten über den Lebenszyklus aller Assets, indem Performance, Kosten und Risiken bewertet werden. Mit Hilfe künstlicher Intelligenz können Wartungsdaten mit Leistungs- und Verbrauchsdaten sowie betriebswirtschaftlichen Finanzinformationen kombiniert ausgewertet werden.

4.2. Mehrwertbasierte Analysen

Es hat sich als sinnvoll erwiesen, Analysemodelle Mehrwertthemen zuzuordnen, um die Ziele und Entscheidungshilfen transparent zu machen. Siemens Mobility arbeitet mit acht Themen, die je nach Unternehmen mit verschiedener Gewichtung betrachtet werden:



1. Optimierung der Gesamtlebenskosten: Informationen über die Kosten der gesamten Lebensdauer werden gesammelt, um die Leistungsfähigkeit der Anlagen im gegebenen Rahmen zu verbessern und die Kosten zu senken.
2. Verbesserung der Verfügbarkeit: Analyse vor allem der servicekritischen Anlagen für den Betrieb, um Wartungsaufwand und Ausfallzeiten zu reduzieren.
3. Verbesserung der Zuverlässigkeit: Die Zuverlässigkeit wichtiger Anlagen wird analysiert, um Ausfällen durch vorausschauende Instandhaltung zu begegnen.
4. Verbesserung der Erneuerungsprognose: Die Zuverlässigkeit von alten und erneuerten Anlagen wird verglichen und analysiert, um herauszufinden, ab wann sich Erneuerungsmaßnahmen lohnen.
5. Werterhaltung: Der Einfluss von Wartung und Betrieb auf die Anlagen wird analysiert, um die Wertschöpfung zu optimieren.
6. Verbesserung der Wartungseffizienz: Die Analyse des tatsächlichen Anlagenzustands und des bisherigen Instandhaltungsaufwands gibt Hinweise zur sinnvollen Wartungsstrategie, zum Beispiel zustandsorientiert und vorausschauend.
7. Verbesserung des (Ersatzteil-)Lagerbestands: Auf der Grundlage eines aktuellen Wartungsplans und des Anlagenzustands wird der künftige Ersatzteilbedarf prognostiziert. So kann der Lagerbestand optimiert, die Nachbestellungsgrenzen nachjustiert und Verfallungsrisiken gesenkt werden.
8. Verbesserung der Datenqualität: Verfügbarkeit, Brauchbarkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten werden kontinuierlich analysiert. So können potenzielle Probleme mit der Datenqualität identifiziert werden.

Im Digitalen Asset Management ist das Zusammenspiel der Mehrwertthemen ent-

scheidend. Die analytischen Modelle sind miteinander verknüpft, bauen aufeinander auf und beeinflussen sich gegenseitig. Sie werden nicht, wie im traditionellen Asset Management, unabhängig voneinander betrachtet. Die digitalen Verknüpfungen erleichtern das Finden potenzieller Verbesserungen und erlauben Simulationen, um Veränderungen zu testen. Wenn zum Beispiel der Austausch einer Komponente um sechs Monate verlängert wird, kann das analytische Modell die voraussichtlichen Auswirkungen auf Leistung, Kosten und Risiko liefern. Aufwendungen und mögliche Schäden oder Ausfälle können so gegengerechnet werden. Dabei wird transparent, welche Kosten durch Material und Arbeitszeit entstehen und wie verlängerte Wartungs- oder Austauschintervalle das Ergebnis beeinflussen.

Diese Validierung von möglichen Verbesserungen ist ein enorm leistungsfähiges Werkzeug und der größte Vorteil des Digital Asset Managements gegenüber herkömmlichen Methoden. Denn es kann die potenziellen Auswirkungen von Änderungen im Wartungsplan simulieren und dabei helfen, fundiertere Entscheidungen zu treffen. Es simuliert darüber hinaus die Zuverlässigkeit der Assets und die wirtschaftlichen und technischen Auswirkungen potenzieller Entscheidungen auf die Gesamtlebenskosten.

5. Zusammenfassung

Die vielfältigen Analysemodelle der digitalen Asset Management-Lösung auf Basis von Railigent ermöglichen es diversen Stakeholdern in einem Projekt, auf den gemeinsamen Datenpool zuzugreifen und genau jene Werte und Ergebnisse zu extrahieren, die sie zur Beurteilung der Assets und davon abhängiger Entscheidungen benötigen. Das Entscheidungsunterstützungssystem baut auf profunder Systemkompetenz und langjähriger Erfahrung mit

der Analyse von Daten und Künstlicher Intelligenz auf.

Innerhalb der Branche unterstützt Siemens Mobility mit dem kürzlich eingeführten Digital Asset Management seine Kunden, aus einer Anwendung der ISO 55001 den größten Nutzen zu ziehen. Erste praktische Anwendung fand die Herangehensweise bei der Singapore Land Transport Authority (LTA), wo Siemens Mobility als Teil eines Konsortiums ein Rail Enterprise Asset Management System entwickelt und implementiert hat.



<https://www.mobility.siemens.com/global/de/portfolio/schiene/services/digital-services/digital-asset-management-fuerbahnsysteme.html>

Summary

Digital Asset Management for rail systems: Maximizing assets over the entire life cycle

Rail systems which are operated for decades require continuous investment in maintenance and operation for their optimum performance. While costs are mostly transparent during the entire life cycle of trains, performance and cost optimization in a holistic consideration of railway systems has been difficult to date. Automated Digital Asset Management (DAM) creates transparency and supports strategically relevant decisions based on economic data, data from operations and maintenance as well as artificial intelligence.



Ohne Umwege zu Ihren Fachartikeln

- 📁 35.000 Beiträge
- 🔄 laufende Aktualisierung
- 🔍 individuelle Suchoptionen
- 📄 Volltextsuche
- ⬇️ Sofort-Download

Abonnenten erhalten bis zu **50% Rabatt**



www.eurailpress.de/fachartikel

Obsoleszenzproblematik in der LST: Herausforderungen und aktuelle Ansätze

Damit aus der Obsoleszenz von Bauteilen keine Probleme für den Betrieb der Infrastruktur in der Leit- und Sicherungstechnik entstehen, ist eine Vielzahl von bereichsübergreifenden Maßnahmen erforderlich. Die Deutsche Bahn hat das Problem erkannt und versucht über das Obsoleszenzmanagement LST die Auswirkungen zu minimieren.



1. Ausgangssituation

Die Herausforderungen durch die Obsoleszenzproblematik werden im Bereich Leit- und Sicherungstechnik (LST) zunehmend größer. Für die Hersteller von LST-Ausrüstung ist es oft nicht mehr wirtschaftlich, teilweise bis zu 70 Jahre alte Techniken im Sortiment bestehen zu lassen, insbesondere dann, wenn es sich um selten abgerufene Materialien handelt. Immer mehr Systeme, Bauformen oder Komponenten werden deshalb von den Herstellern aktiv abgekündigt oder sind nicht mehr verfügbar, da die produzierenden Unternehmen vom Markt verschwinden (Geschäftsaufgaben, Geschäftsübernahmen bei

gleichzeitiger Konsolidierung des Angebotspektrums oder aufgrund von Insolvenzen). Zusätzlich sind die Hersteller auch selbst von Obsoleszenzen – sowohl bei ihren eigenen Produktionsanlagen, aber auch bei Sublieferanten für Teilkomponenten – betroffen. Ein bedeutender Anteil der LST-Infrastruktur der Deutschen Bahn befindet sich bereits nach dem Ende der Serienproduktion und somit im Status der Obsoleszenz (Bild 1).

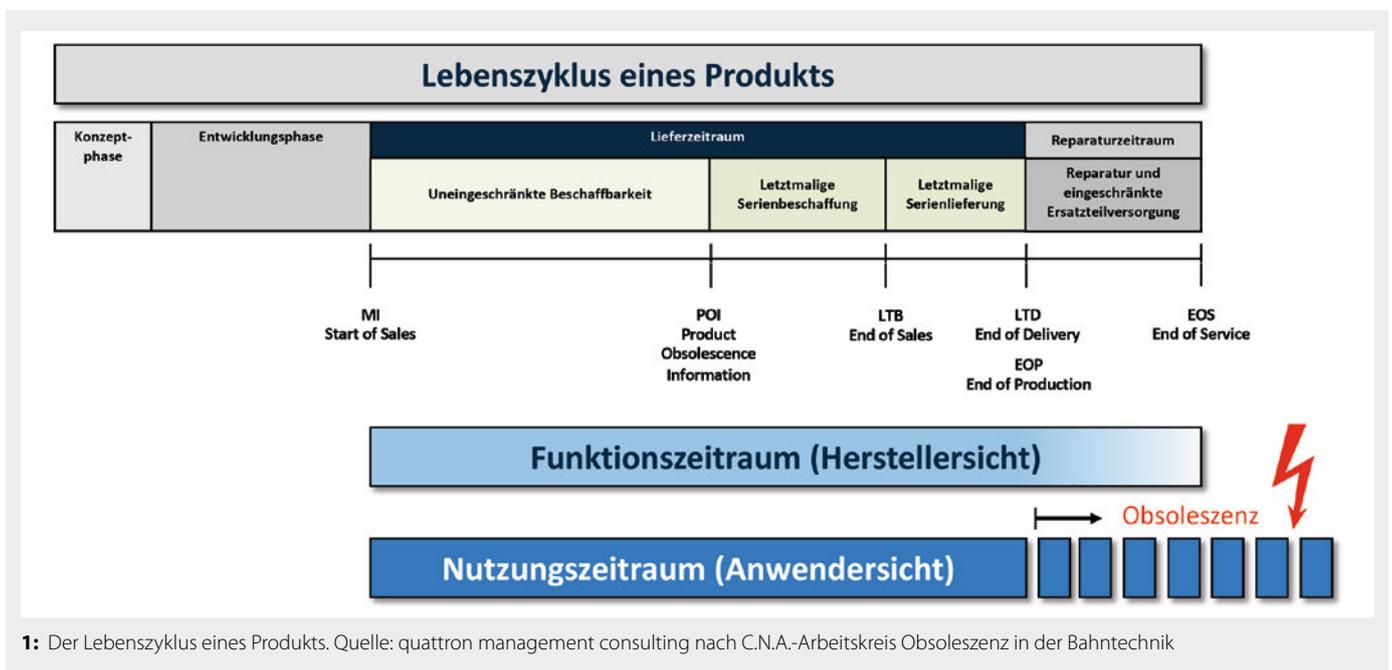
Die Verfügbarkeit der LST ist entscheidend für einen reibungslosen Bahnbetrieb. Die Infrastruktur der Bahn steht dabei an einer besonderen Position: Sie ist das Ende einer ganzen Kette von Lieferanten und stellt mit der eingesetzten Technik eine Dienstleis-



Thomas Alberter, M.Sc.
Berater,
quattron management
consulting GmbH
thomas.alberter@quattron.com

Quelle: quattron

tung zur Verfügung. Entsteht nun innerhalb der Wertschöpfungskette an einer beliebigen Stelle eine Obsoleszenz, kann das im Extremfall auch Auswirkungen auf den Betrieb haben und z.B. Verspätungen verursachen. In der Vergangenheit wurden auftretende Ob-



1: Der Lebenszyklus eines Produkts. Quelle: quattron management consulting nach C.N.A.-Arbeitskreis Obsoleszenz in der Bahntechnik

soleszenzen in der jeweiligen Linienorganisation behandelt, zumeist über die betroffenen Einkaufs- und Fachbereiche. Vom Aufsatz des Arbeitskreises „Obsoleszenz in der Bahntechnik“ im Cluster Bahntechnik 2014 über die Veröffentlichung des Leitfadens „Strategische Maßnahmen im Life Cycle Management zur Minimierung von Obsoleszenz Themen“ 2016 aus dem Arbeitskreis heraus gab es einige Impulse aus der Branche. Im Jahr 2017 wurde begonnen, zentrale Personalressourcen aufzubauen, um nachhaltige Lösungen zu erarbeiten. Das Obsoleszenzmanagement (OM) LST der DB Netz AG sieht sich dabei als zentraler Dienstleister für die Instandhalter vor Ort, aber auch für das Management, um Strategien für die Obsoleszenzthematik zu entwickeln. Seither werden dort systematisch die bereits eingetretenen und zukünftig eintretenden Obsoleszenzfälle aufgearbeitet und weiter an der Konzeption einer zukünftigen Obsoleszenzstrategie gearbeitet. Dabei ist eine gewisse Tendenz zu beobachten: Haben alte Techniken (z.B. mechanische Systeme aus den Anfangsjahren der LST) eine sehr lange Nutzungsdauer (auch heute gibt es noch Technik aus der Kaiserzeit im Feld) verringert sich die Nutzungsdauer immer weiter, je neuer die Technologie ist, auf der das Produkt basiert. Die Lebenszyklen werden aufgrund des schnellen technologischen Fortschritts immer kleiner. [1]

2. Aufgaben des Obsoleszenzmanagements

Die verschiedenen Aufgaben, die sich rund um das Thema Obsoleszenz bilden, lassen

sich in drei verschiedene Bereiche clustern: dem reaktiven, dem proaktiven und dem strategischen OM. Das reaktive OM behandelt die gegenwärtig auftretenden Obsoleszenzfälle, während das proaktive OM den Schwerpunkt auf die Analyse der zukünftig zu erwartenden Obsoleszenzfälle und die Vermeidung von unerwarteten Obsoleszenzen legt. Beim strategischen OM steht dagegen die gesamtheitliche Betrachtung des Lebenszyklus der eingesetzten Produkte im Vordergrund. [2] Die Praxis zeigt, dass sich die Bereiche nicht scharf voneinander abgrenzen lassen und vielmehr in Wechselwirkung zueinander stehen. Aus den Erfahrungen des reaktiven OM entstehen Vorgehensweisen für das proaktive OM und Anforderungen, die in einer gesamthaften Strategie münden und Themen des proaktiven bzw. strategischen OM liefern wiederum den Handlungsrahmen für das reaktive OM der Zukunft.

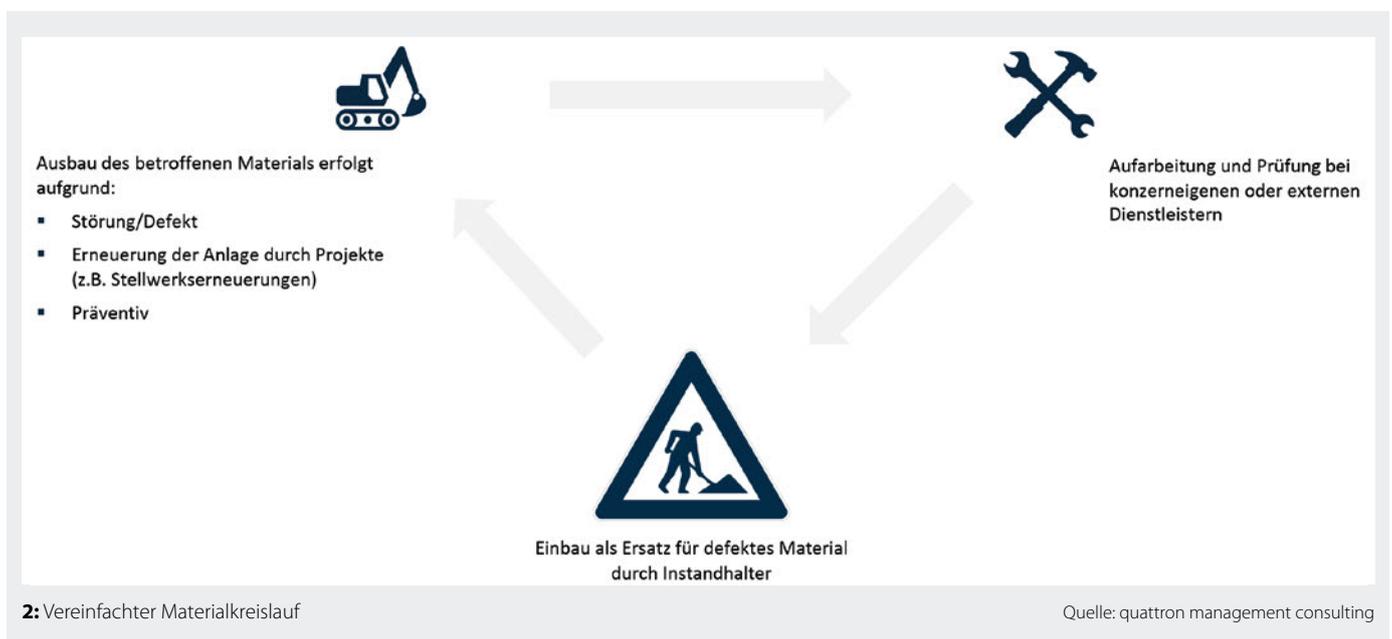
2.1. Reaktives Obsoleszenzmanagement

Im ersten Schritt geht es nach dem Bekanntwerden eines OM-Falls im reaktiven OM LST darum, den Sachverhalt einzuordnen: Um welchen Produkttyp handelt es sich? Komponenten, Baugruppen oder ganze Systeme? Einzelne obsoletere Komponenten oder Baugruppen können ganze Anlagensysteme bedrohen, wenn kein Ersatz mehr möglich ist. Wie viel? Wo? Welche Auswirkungen? Das sind weitere Fragen, deren Antworten wichtig sind, um sich ein umfassendes Bild zu verschaffen. Zusätzlich wird versucht,

bereits geplante Rückbauten aus verschiedensten Projekten systematisch zu erfassen. Aus der Beantwortung der genannten Fragestellungen ergibt sich dann zumeist auch die Priorität, mit der der Fall behandelt werden muss. Nachdem die Grundinformationen erfasst sind, rückt die Erarbeitung einer technischen Lösung in den Fokus. Ziel ist es, die Anlagenverfügbarkeit bis zur endgültigen Ablösung der Technik aufrecht zu erhalten. Dabei werden systematisch folgende mögliche Optionen betrachtet:

1. Last Buy Option des Herstellers zur letztmaligen Beschaffung von Ersatzteilen/-stoffen.
2. Prüfung, ob interne/externe Dienstleister die Technik aufarbeiten und so die weitere Versorgung der Instandhaltung mit Ersatzstoffen durch den Wertstoffkreislauf (Bild 2) gewährleistet werden kann. Wenn nicht: Können sie befähigt werden?
3. Prüfung, ob Substitute oder Nachfolgeprodukte vorhanden sind und ob für den Einsatz Änderungen an den Anlagen notwendig sind.
4. In Einzelfällen kann auch geprüft werden, ob die komplette Produktion übernommen werden kann und somit die Ersatzteile durch die Bahn selbst hergestellt werden.

Bei diesen Erwägungen spielt auch die Dauer, wie lange man grundsätzlich noch an einer bestimmten Technologie festhalten kann und möchte, eine große Rolle.



I. d. R. wird aus den oben genannten Möglichkeiten eine Mischform im Lösungsansatz gewählt. Der große Rollout der Digitalen Schiene Deutschland (DSD), bei dem die veraltete LST vollständig ersetzt wird, beginnt frühestens in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts und wird mindestens zehn Jahre oder länger benötigen. Um diese Zeit zu überbrücken und die Anlagen bis dahin verfügbar zu halten, gilt es, für die Obsoleszenzfälle umfassende Lösungsmöglichkeiten zu suchen und diese für den Kunden (die Instandhaltung vor Ort) bereitzustellen. Dabei sind neben den Bauartverantwortlichen, der Instandhaltung und den Werkstätten weitere Stakeholder wie der Rechtsdienst, der Einkauf und selbstverständlich die Hersteller eingebunden.

2.2. Proaktives Obsoleszenzmanagement

Die Ausrichtung des proaktiven Obsoleszenzmanagements ist es, den Zeitpunkt der Obsoleszenz vorzeitig erkennen zu können. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei, die Ausweitung der (Ausfall-) Risikobewertung/-identifizierung über die tatsächlichen Obsoleszenzfälle hinaus vorzunehmen und auf sämtliche relevante Materialien auszuweiten. Die Materialien werden einer Phase im Lebenszyklus zugeordnet (Bild 1). Dabei müssen die im Feld vorhandenen/benötigten LST (Ersatz-) Materialien und Techniken nach vorheriger Festlegung von grundsätzlichen Kriterien und Merkmalen (z. B. Alter der Technik, zu der die Komponenten gehören, Auswirkungen bei einem Ausfall, Entwicklungszeit Nachfolgeprodukte, etc.) ausgewählt, analysiert und regelmäßig überwacht werden. Bei der Überwachung sind Auffälligkeiten in Instandhaltungs-, Verbrauchs- und Lagerstatistiken, Auffälligkeiten bei Liefervorlaufzeiten der Hersteller, etc. zu monitorieren. Da hier große Datenmengen anfallen, sind diese Auswertungen über-

wiegend automatisiert durchzuführen. Anders als beim reaktiven OM kann sich die Organisation mit dem Vorgehen hierdurch einen Vorlauf verschaffen, um die Auswirkungen zukünftiger Obsoleszenzen durch gezielte Maßnahmen wie bspw. frühzeitige Materialbestellungen beim Hersteller und Sicherstellung der Materialkreisläufe durch frühzeitige Aufarbeitung bei internen und externen Dienstleistern zu mildern. Zukünftig werden auch die Diagnosedaten ein Bestandteil des proaktiven OM sein können. Mithilfe von KI-Tools können aus den Daten, die aus der Diagnose kommen, Prognosen erstellt werden, die wiederum die Analyse der Materialien weiter verfeinert und dadurch hilft, kritische Materialien noch präziser zu identifizieren.

2.3. Strategisches Obsoleszenzmanagement

Da viele Komponenten in der LST lange Nutzungsdauern aufweisen, sind bereits frühzeitig strategische Überlegungen bzgl. des OM anzustellen, die alle Phasen des Lebenszyklus der Systeme abdecken. Ziel ist es, die (zukünftig) eingesetzten Systeme insgesamt robuster gegenüber Obsoleszenzrisiken zu machen und bis zum EOL (End of Life) angemessen mit Ersatzteilen versorgen zu können. Dazu ist es wichtig, das Thema „Obsoleszenz“ in ein ganzheitliches Life-Cycle-Management (LCM) einzubetten, bei dem die eingesetzten Produkte in jeder Phase ihrer Entwicklung und Nutzung im System erfasst sind und überwacht werden können.

Es gilt, die Marktentwicklungen zu beobachten und gezielt in diese einzugreifen. [2] Bisher stehen einige wenige Hersteller mit fast monopolartiger Marktherrschaft in Deutschland einem großen Verbraucher gegenüber. Hier ist es erforderlich, die Markteintrittshürden zu senken, um eine größere Vielfalt an Herstellern (nicht Technologievielfalt!) bei gleichbleibendem oder steigendem Sicherheitsniveau zu gewinnen. In Bereichen, in denen es eine Vielfalt an Herstellern gibt, ist es oft einfacher, Lösungen für Obsoleszenzfälle zu erarbeiten.

Da in der LST lange Nutzungszeiträume bestehen, sind frühzeitig Anpassungen auch an den Verträgen erforderlich – bestenfalls bereits mit der Pilotierung neuer Anlagen. Mit der Produktlieferung muss der Hersteller zukünftig vertraglich verpflichtet werden, standardisierte Materiallisten bis auf die kleinste austauschbare Einheit zu übergeben, um bereits von Beginn des Einsatzes an eine lückenlose Dokumentation der verbauten Materialien

und deren Verbräuchen führen zu können. Außerdem sollte ein standardisiertes Vorgehen festgelegt werden, das die Hersteller befolgen müssen, wenn sie Komponenten oder ganze Techniken offiziell abkündigen.

Langfristig ist mit einer deutlichen Reduzierung der (elektro-)mechanischen Komponenten im Feld zu rechnen, dafür mit einer Zunahme von elektronischen Bauteilen und Software. Der Schwerpunkt wird sich also zukünftig wandeln. Daher sollte man frühzeitig die Aspekte von Obsoleszenzmanagement in vollelektronischen/digitalen Systemen beachten und entsprechend in die neuen Systeme von Beginn an integrieren.

3. Ansätze zur Bewältigung von Obsoleszenzen

3.1. Überbrückung

Da es mithin eine Lücke zwischen Abkündigung, reaktiver Lösung und perspektivischer Kompletterneuerung durch DSD in der Ersatzteilversorgung gibt, sind Zwischenlösungen zur Überbrückung dieses Zeitraums notwendig. Eine Auswahl von wichtigen Ansätzen ist im Folgenden kurz aufgeführt:

3.1.1. Gezielter Ausbau von besonders betroffenen Techniken durch das Überbrückungsprogramm Stellwerke (ÜPS)

Um einen qualitativ hochwertigen Betrieb bei steigendem Verkehrsaufkommen in der Zeit bis zum DSD Rollout zu gewährleisten, muss die bestehende Stellwerkstechnik ertüchtigt werden. Hierzu sind obsolete Techniken auszutauschen, deren Bestand für den Zeitraum bis zur geplanten Kompletterneuerung durch DSD fraglich sind. Diese Maßnahmen sind seit 2019 Teil des Klimaschutzprogrammes 2030 der Bundesregierung und werden im Überbrückungsprogramm Stellwerke (ÜPS) unter folgenden Säulen gebündelt:

- Teilerneuerung Stellwerke
- Erneuerung Bediensystem
- Teilerneuerung Bahnübergänge
- Komponentenansatz
- Manufakturösungen

Nach verschiedenen Kriterien wurden besonders betroffene Anlagen zur Erneuerung ermittelt. Über die nächsten 8 Jahre wird in allen Regionen Deutschlands ein Teil der Anlagen, bei denen es wirtschaftlich vertretbar ist, da der Rollout DSD diese später erreichen wird, ausgetauscht und somit die Systeme bis dahin in Betrieb gehalten. Ziel ist es, sowohl

Ein gesamtheitliches Vorgehen unter Einbeziehung aller Stakeholder ist notwendig, um die Anlagen betriebsbereit zu halten bis zum großen Rollout der Digitaltechnik.



den Materialkreislauf zu stärken, d.h. Materialien zur Aufarbeitung zurückgewonnen, die dann wieder als Ersatzstoffe für die Instandhaltung für weitere in DSD erst später umgesetzte Stellwerke dienen, als auch obsoletere Systeme im Feld zu reduzieren.

3.1.2. Optimierung Materialkreislauf/ Zyklusrückführung

Bislang wird nicht jedes Material aufgearbeitet, dass aufarbeitungsfähig ist. Prozesse müssen daher weiter optimiert werden, um die Aufarbeitung durch eigene oder externe Werkstätten im noch größeren Umfang zu ermöglichen. Hierzu bedarf es neben einem Konzept, ausgehend vom reaktiven und proaktiven OM (welche Materialien, welche Kapazitäten?), sowohl finanzieller Mittel als auch die Zuarbeit der Hersteller. Bestehende Optimierungsvorschläge müssen konsequenter umgesetzt werden.

3.1.3. Teilerneuerungen mit FPGA

Die FPGA (Field Programmable Gate Array) Technologie ermöglicht seit einigen Jahren, komplexe Steuerungslogiken, welche in der Vergangenheit durch Schaltungen über analoge Relais abgebildet wurden oder digital in den Mikrocontrollern der 70er/80er, in kleinen, platz- und stromsparenden FPGA-ICs (Integrierte Schaltkreise) umzusetzen. Diese Chips werden auf eine Leiterplatte gelötet, welche pinkompatible Anschlüsse bereitstellt. Somit können diese Einheiten nahtlos in die bestehenden Alttechniken eingebaut werden. Erste Anwendungsmöglichkeiten im Bereich LST haben sich u. a. bei einem abgekündigten Halbleiter-Baustein eines Rechners der BÜSA der Bauform EBÜT 80 ergeben. [3] Außerdem wurde die Technologie bei einem aus technischer Sicht erfolgreichen Pilotprojekt mit der Nachbildung der Stellwerksinnenanlagen-Logik des Stellwerks Dr S2 von Siemens per FPGA in Gengenbach realisiert. [4] Da die sicherheitlichen Nachweise zur Abbildung einer Schaltung auf den Stand der Technik in die FPGA Technologie einen nicht unerheblichen zeitlichen Vorlauf (inkl. Entwicklung – Erprobung – Zulassung/Freigabe) bis zum Produktiveinsatz braucht, ist diese eher als ein Mittel des proaktiven OM zu betrachten. Somit ergeben sich Möglichkeiten für Sicherungstechniken, für die man mittelfristig eine Abkündigung erwartet. Knapp die Hälfte der in Deutschland betriebenen Stellwerke basiert immer noch auf Relais-technik [5], daher ist FPGA durchaus ein vielversprechender Ansatz zur Überbrückung.

3.2. Strategischer Ansatz in zukünftiger Stellwerksarchitektur

Ein großer Schritt in der Marktentwicklung ist die länderübergreifende Zusammenarbeit bei der Definition gemeinsamer, offener Schnittstellen im Projekt Eulynx. Bei den Digitalen Stellwerken wird u.a. damit begonnen, eine weitgehende Modularisierung der Stellwerksanlagen umzusetzen. Für die Kommunikation zwischen den Modulen (Bedienplatz, Weichen, Signale, Gleisfreimeldung, Bahnübergänge, ETCS, Nachbarstellwerke etc.) werden offen dokumentierte Hard- und Softwareschnittstellen (nach Eulynx/Neupro Standard) verwendet, um proprietäre Stellwerk-Komplettsysteme, die i.d.R. von einem Hersteller (und dessen Sublieferanten) umgesetzt wurden (und somit für den Betreiber auch bei der Instandhaltung/Obsoleszenzthematik große Abhängigkeiten bestehen), zu vermeiden und Systeme zu schaffen, die aus Modulen unterschiedlicher Hersteller zusammengesetzt werden können. Aus Obsoleszenz-Perspektive entsteht hier der Vorteil, dass Obsoleszenzen auch durch alternative Hersteller für einzelne Module gelöst werden können bzw. die Hürden für die Nachentwicklung einzelner Module tiefer liegen können. Bei Substituten sind dank der offen dokumentierten Hard- und Softwareschnittstellen und Anforderungsprofilen „Plug & Play-Lösungen“ denkbar, die keine tiefgreifenden Änderungen im Stellwerksaufbau erfordern. Die ersten Pilotanlagen einzelner Schnittstellen und Modullösungen sind bereits in Betrieb (z.B. designintegrierter Bedienplatz mit SCI-CC, Gleisfreimeldung mit SCI-TDS, Stellwerksschnittstelle SCI-ILS, Bahnübergänge mit SCI-LX etc.) und werden Stück für Stück weiterentwickelt, bis das Zielbild der weitgehenden Modularisierung in DSD/DSTW erreicht ist.

Die DSD/DSTW Architektur wird die erste sein, bei der von Beginn an die Möglichkeit besteht, sie „nativ“ in das vorhandene ERP System aufzunehmen und die Technische-Platz-Struktur (systematische Erfassung der Bauteile im Feld) an die Technologie anzupassen. D.h. es muss keine (bisweilen nicht ganz vollständige) Nacherfassung in einem IT-System erfolgen, welches Jahrzehnte nach dem Ersteinsatz der Technologie entwickelt worden ist wie es mit den Alttechniken geschehen ist. Zukünftig sollen so wesentlich einfachere und präzisere Auswertungen durch den Infrastrukturbetreiber möglich sein, in welchem Stadium des Lebenszyklus sich die entsprechende verbaute Technik sich befindet.

4. Fazit

Die Herausforderungen der LST-Bahninfrastruktur durch das steigende Alter der Anlagen nimmt stetig zu. Ein gesamtheitliches Vorgehen unter Einbeziehung aller Stakeholder ist notwendig, um einen qualitativ hochwertigen Betrieb zu gewährleisten bis zum großen Rollout der Digitaltechnik. Dabei müssen die aktuellen Obsoleszenzfälle aufgearbeitet, vorausschauend potenzielle Fälle erkannt werden und bei der Entwicklung neuer Technologien die berechtigten Forderungen aus dem Obsoleszenzmanagement des Anwenders berücksichtigt werden, um in Zukunft sowohl das finanzielle als auch das betriebliche Risiko weitgehend zu minimieren. Langfristig ist ein ausbalanciertes Verhältnis zwischen den berechtigten Interessen der Hersteller und denen des Betreibers anzustreben. [2]

Im reaktiven OM der DB Netz konnte man in den vergangenen Jahren bereits einen Großteil der über Jahre angefallenen Fälle bearbeiten, und man ist zunehmend dabei, ein mehr proaktives OM aufzubauen und strategische Fragestellungen anzugehen. ●

Literatur

- [1] Knewitz, R.: Signaltechnik zwischen Innovation und Migration. In: Signal + Draht 1 + 2/2012
- [2] VDI 2882; Obsoleszenzmanagement aus Sicht von Nutzern und Betreibern
- [3] Heinz Laumen; Steffen Henning: Obsoleszenz im Bereich LST, Signal + Draht 04/2012
- [4] Netz Nachrichten: FPGA-Technologie rüstet Relaisstellwerke digital auf, Ausgabe 02/13, https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/1359264/3895fc045d5fd8981a4105e98616e3c/netznachrichten_juni_2013-data.pdf
- [5] DB Netze; Leistungs- und Finanzierungs-Vereinbarung II Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht 2019; https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Finanzierung/IZB/IZB_2019.pdf?sessionid=D341ACDF9DBAEE1E96EFEE5ECAD1BAC8.live!11292?__blob=publicationFile&v=2

Summary

Obsolescence problem in control and command technology: Challenges and current approaches

To ensure that obsolescence of components causes no problems for the operation of the infrastructure of control and command technology, numerous cross-functional measures are required. Deutsche Bahn has recognized the problem and is trying to minimize the effects by the control and command obsolescence management.

21. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress



21th International SIGNAL+DRAHT Congress

Foto: Deutsche Bahn AG / Wolfgang Klee

**GOES
HYBRID**

 11. – 12. November 2021, Maritim Hotel, Fulda / DVV Webinar-Center
11^h – 12th November 2021, Maritim Hotel, Fulda / DVV Webinar-Center

SIGNAL+DRAHT-Kongress 2021

Die Digitalisierung der Leit- und Sicherungstechnik in Europa schreitet voran, immer mehr Projekte gelangen zur Umsetzung. Damit rückt die Frage der Cyber Security zunehmend in den Fokus: Wie lässt sich eine digitalisierte Infrastruktur gegen Angriffe schützen? Der 21. Internationale Signal+Draht-Kongress nimmt diese Frage als Schwerpunktthema auf und beleuchtet unterschiedliche Perspektiven auf Cyber Security im Kontext der LST.

Darüber hinaus werden am ersten Kongresstag die Ziele und Erfahrungen des sogenannten Schnellläuferprogramms im Rahmen von „Digitale Schiene Deutschland“ thematisiert. Am zweiten Tag richtet sich der Blick auf ausgewählte Elemente einer digitalen Infrastruktur wie bbIP und den integrierten Bedienplatz, bevor aktuelle Themen zum ETCS-Rollout den Kongress abrunden.

Auf dem Programm steht zudem einmal mehr die Verleihung des Signal+Draht-Lebenswerkpreises. Die aktuellen Planungen sehen eine Hybridveranstaltung vor: Neben der Präsenzteilnahme vor Ort in Fulda ist auch die digitale Teilnahme am Livestream möglich. In beiden Fällen werden Gelegenheiten zum Austausch der Teilnehmer untereinander und mit den Referenten geschaffen.

Weitere Informationen und die Anmeldung finden Sie unter:
www.dvvmmedia-webinar.com/signaldraht2021

SIGNAL+DRAHT Congress 2021

The digitization of command and control technology in Europe is making progress and ever more projects are being implemented. This is increasing the focus on cybersecurity: How can a digitized infrastructure be protected against attacks? The 21st International Signal+Draht Congress will focus on this topic and highlight different cybersecurity perspectives in the context of command and control technology.

The first day of the congress will also focus on the goals of and experiences gained in the so-called fast-track program within the framework of "Digitale Schiene Deutschland" (Digital Rail Germany). The second day will focus on selected elements of a digital infrastructure such as bbIP and the integrated control station, after which current topics regarding the ETCS rollout will round out the congress program.

The program also once again includes the presentation of the Signal+Draht Lifetime Achievement Award. Plans currently envisage a hybrid event, with on-site participation in Fulda as well as digital participation via livestream. In both cases, participants will have opportunities to interact with each other as well as the speakers.

→ The congress will be held in German

Further information and the registration at
www.dvvmmedia-webinar.com/signaldraht2021

Organisation | Organisation

Daniela Hennig
Tel.: +49/(0)40/237 14 -355
E-Mail: daniela.hennig@dvvmmedia.com

Ausstellung | Sponsoring

Silke Härtel
Tel.: +49/(0)40/237 14-227
E-Mail: silke.haertel@dvvmmedia.com

Veranstalter | Organizer

**Eurail
press**

21. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress 21th International SIGNAL+DRAHT Congress

Die digitale LST – und wie wir sie sicher gestalten		Digital command and control technology – and how we plan to make it secure	Referent / Speaker
Donnerstag, 11. November 2021		Thursday, 11 th November 2021	
10:30	Begrüßung	Welcome	Manuel Bosch, DVV Media Group GmbH
10:35	Einleitung	Introduction	Reinhold Hundt / August Zierl, SIGNAL+DRAHT
10:45	Cyber Security: Anfälligkeit digitaler Infrastrukturen	Cybersecurity: vulnerability of digital infrastructure	Erik Tews, Chaos Computer Club e.V
11:15	KRITIS – Ausblick auf die Bedeutung für die Bahn	KRITIS – Perspective on the significance for the railway system	Tim Trussat, BSI
11:35	Anforderungen und Regularien für Cyber Security im Schienenverkehr	Requirements and regulations for cybersecurity in rail transport	Max Schubert, INCYDE
11:55	Aufbau und Implementierung von IT-Security bei DB Netz	Development and implementation of IT security at DB Netz	N.N., DB Netz (angefragt)
12:25	Konzeption eines Cyber Defence Center bei der ÖBB	Plans for a Cyber Defense Center at Austrian Federal Railways (ÖBB)	Marcus Frantz, ÖBB-Holding
12:45	Mittagessen	Lunch	
14:15	Aktuelle Zielvorstellungen des Programms Digitale Schiene Deutschland	Current program objectives – Digitale Schiene Deutschland (Digital Rail Germany)	Kristian Weiland, DB Netz / Philipp Bührsch, DB Netz
14:35	Schlankere Prozesse für das Schnellläuferprogramm: Änderungen bei Genehmigungs- und Bauprozessen	Leaner processes for the fast-track program: changes to approval and construction processes	Dr. Rolf-Dieter Krächter, VDB
15:05	Erfahrungen in den Schnellläuferprogrammen: Stellwerke	Experience in the fast-track programs: signal towers	Dirk Ladewig, Siemens
15:25	Erfahrungen in den Schnellläuferprogrammen: Bahnübergänge	Experience in the fast-track programs: railroad crossings	Heinz Laumen, Scheidt & Bachmann
15:45	Kaffeepause	Coffee Break	
16:25	Impuls zur Podiumsdiskussion	Idea for the panel discussion	Jan Holle, Escrypt
16:35	Podiumsdiskussion: Digitalisierung der Bahn und die Cyber Security	Panel discussion: Digitalization of the railway system and cybersecurity	Jan Holle, Escrypt Wischy Hernandez, Siemens Marcus Frantz, ÖBB-Holding
17:20	SIGNAL+DRAHT-Lifetime Achievement Award 2021	SIGNAL+DRAHT-Lifetime Achievement Award 2021	Bosch / Hundt / Zierl, SIGNAL+DRAHT
18:05	Abend der Kommunikation	Evening of communication	

Freitag, 12. November 2021		Friday, 12 th November 2021	Referent / Speaker
9:00	End-to-end-Digitalisierung der Planungs- und Dispositions-Prozesse	End-to-end digitization of planning and scheduling processes	Hermann Schuh-Säbelkampff, ÖBB-Infra
9:20	Das bahnbetriebliche IT-Netz (bbIP)	The operational railway IT network (bbIP)	Dr. Björn Blohsfeld, DB Netz / Eike Seidler, DB Netz
9:40	Digitale integrierter Bedienplatz aus Sicht der Betriebsführung	Digital integrated control station from the point of view of operations management	Ina Bleicher, DB Netz
10:00	Digitale integrierter Bedienplatz aus Sicht des Lieferanten	Digital integrated control station from the supplier's point of view	Steffen Henning, Scheidt & Bachmann
10:20	Kaffeepause	Coffee Break	
10:50	Shift2Rail 2 – Stand des Programms aus Sicht der Betreiber und der Industrie	Shift2Rail 2 – Program status from the point of view of operators and industry	Michel Ruesen, EUG Nicolas Furio, UNIFE
11:10	Innovationsstufen künftiger Leit- und Sicherungstechnik im Kapazitätsvergleich	Future command and control technology innovation levels (comparing capacities)	Eike Hennig, VIA Consulting & Development Jerg Martin Molis, SBB AG
11:30	Vergabe und Rolloutplan für das ETCS-Projekt in Österreich	Tendering and rollout plan for the ETCS project in Austria	Stefan Gaidner, ÖBB-Infra
11:50	Digitale Knoten Stuttgart - Stand der Konzeption und Umsetzung	Digital Node Stuttgart – Planning and implementation status	N.N., PSU (angefragt)
12:10	Abschluss	Conclusion	
12:15	Ende der Veranstaltung	End of the event	

40 Jahre TGV

Am 27. September 1981 wurde in Frankreich der kommerzielle Betrieb mit TGV-Zügen aufgenommen. Anlass war die Eröffnung des südlichen Teilabschnitts der Neubaustrecke Paris –Lyon. Das System TGV erlebte in den darauf folgenden 40 Jahren einen beispiellosen Erfolg: neue Hochgeschwindigkeitsstrecken, neue Züge und immer mehr Fahrgäste.



Der Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) der Eisenbahnen hat im Wesentlichen das Ziel, den Bahnverkehr für den Kunden, also den Fahrgast, so attraktiv wie möglich zu machen. Im Wettbewerb mit dem Kraftfahrzeugverkehr und der Luftfahrt geht es vor allem darum, die planmäßigen Fahrzeiten im Bahnverkehr zu verkürzen, bei Einhaltung aller Aspekte der Sicherheit und Pünktlichkeit. Kurze Reisezeiten erfordern schnelle Züge auf dafür aus- oder neugebauten Strecken, wobei die erzielten Höchstgeschwindigkeiten nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Auf der Wunschliste der Bahnbetreiber stehen Funktionstüchtigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit aller Teilsysteme obenan. Im System HGV werden deshalb essentielle Teilsysteme wie Fahrzeuge und Fahrwege vor der Aufnahme des Regelverkehrs ausführlich getestet. Daneben bietet sich zuweilen die Gelegenheit, die technischen Grenzen des Systems auszu-

loten – so geschehen am 3. April 2007 in Frankreich (Bild 1).

1. Ideen und Projekte

Die 1938 gegründete Nationalgesellschaft der Französischen Eisenbahnen (SNCF) führte erstmals im Jahr 1955 Hochgeschwindigkeits-Versuchsfahrten durch, und zwar mit lokomotivbespannten Zügen auf der mit 1500 V Gleichstrom elektrifizierten Strecke Bordeaux –Dax. Erreicht wurden 331 km/h, ein Weltrekord für Lokomotiven, der erst 1996 durch eine Siemens-Lok der Bauart ES64U4 mit 357 km/h übertroffen werden konnte. Allerdings stellten sich 1955 mehrere Probleme heraus: Die Stromabnahme ließ zu wünschen übrig, und die auf das Gleis ausgeübten Querkräfte führten dort zu bleibenden lateralen Verschiebungen. Die SNCF forderte daher im Hinblick auf künftige Entwicklungen für Hochgeschwindigkeitszüge eine Redu-



Prof. Dr.-Ing. Eberhard Jänsch
ehem. Leiter Systemkoordination
HGV (DB),
Abteilungspräsident a.D.
eb@hsr-jaensch.de

zierung der statischen Radsatzlast und der unabgefederten Massen sowie intensive Weiterentwicklung des Zusammenspiels Stromabnehmer/Oberleitung.

Die Abkürzung TGV wurde erfunden von einem Eisenbahningenieur der SNCF, Robert Geais. Sie erschien zum ersten Mal in seinem Papier vom Dezember 1965: „Le transport à très grande vitesse TGV Réseau du Nord de la France“ [1]. Geais schlug damals ein neues Rad/Schiene-System vor, das mit im Querschnitt stark verkleinerten Abmessungen der Reisezugwagen (Wagenkastenbreite 2,10 m, Höhe über Schienenoberkante 2,85 m) auf Gleisen rechts und links neben den Autobahnen verkehren sollte.

Im Bereich der konventionellen Eisenbahn gab es seinerzeit einige Ansätze, um höhere Geschwindigkeiten auf vorhandenen Bahnstrecken zu erreichen. Die DB führte 1965 anlässlich der Internationalen Verkehrsausstellung Publikumsfahrten München –Augsburg mit 200 km/h durch. Die SNCF begann 1967 mit dem Zug „Le Capitole“ regulären 200 km/h-Betrieb auf der Strecke Paris –Toulouse. Bewegung kam in die Szene durch den innovativen Ansatz des Erfinders Bertin, der 1963 seinen „Aerotrain“ vorstellte. Der Aerotrain schwebte auf einem Luftkissen, das sich auf



1: Weltrekordfahrt des TGV: 574,8 km/h auf der Neubaustrecke Paris-Baudrecourt – (Straßburg)

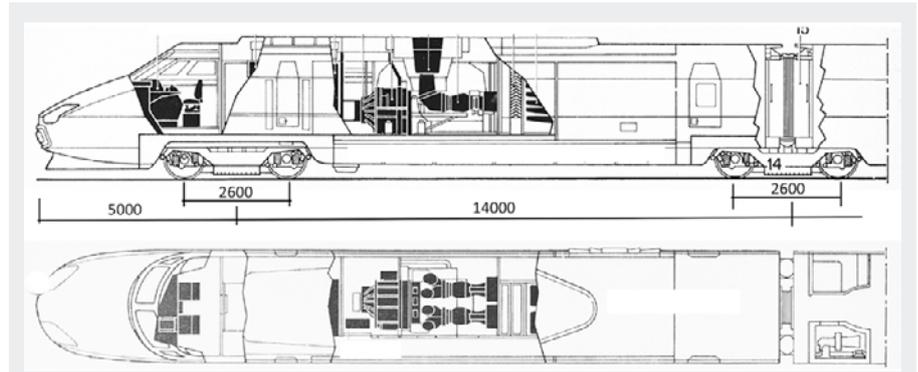
eine Betonfahrbahn in Form eines auf dem Kopf stehenden T abstützte und durch eine Flugzeugturbine angetrieben wurde. Auf einer Versuchsstrecke wurden 440 km/h erreicht. Das Projekt endete 1974.

In der Zwischenzeit hatte die SNCF ausreichend Erfahrung mit der Anwendung von Gasturbinen in Triebwagenzügen (ETG und RTG) gemacht. Die Turbinen stammten aus dem Hubschrauberbau. Sie wirkten auf Drehstromgeneratoren, die elektrischen Strom für die Antriebsmotoren liefern. Die Gasturbinen sind leicht und leistungsstark; sie galten in den 1960er Jahren in Frankreich als ideal für die Anwendung in Eisenbahnfahrzeugen.

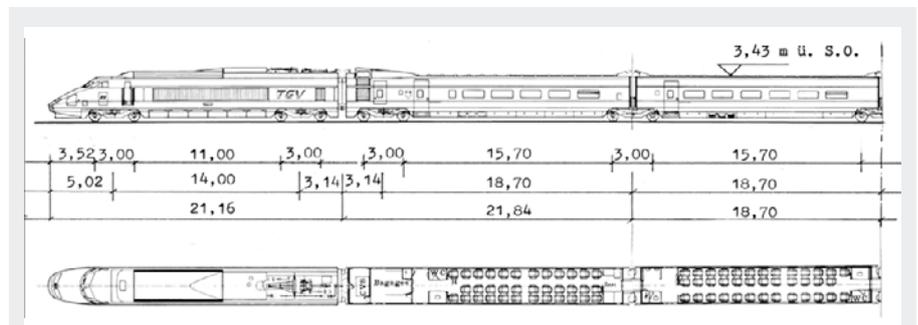
Im Jahr 1969 bestellte die SNCF bei Alstom einen Versuchszug mit Gasturbinenantrieb für den künftigen Hochgeschwindigkeitsverkehr. Der 5-teilige Zug wurde zunächst als „Turbotrain“ bezeichnet, was sich aber bald in „Très Grande Vitesse – TGV 001“ änderte. 1971 wurde der TGV 001 ausgeliefert (Bild 2); er erreichte ein Jahr später 318 km/h. Versuchsziel war nicht eine möglichst hohe Geschwindigkeit, sondern die Erprobung und Optimierung einzelner Komponenten in Dauerversuchen [2]. Dann kam es zu den Ölkrisen von 1973/74; die SNCF änderte ihre positive Einstellung zu Turbinen als Antriebsquelle für Schienenfahrzeuge. Was vom TGV 001 blieb, waren etliche Gestaltungselemente, die sich beim TGV 01 wiederfinden.

2. Der TGV Paris-Südost (PSE) und seine Strecke

Die Altstrecke Paris–Dijon–Lyon – die am stärksten frequentierte Strecke in Frankreich – war seit Langem überlastet; hier musste dringend gehandelt werden. Ein 4-gleisiger Ausbau wurde untersucht, aber verworfen. Bei einer streckenseitigen Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h waren auch Fahrzeitverkürzungen nicht möglich. Nach langen Überlegungen zum Bau einer neuen Strecke Paris–Lyon und zähen Verhandlungen mit der Regierung, vor allem wegen der Wirtschaftlichkeit, gab es im Jahr 1975 grünes Licht für das Bauprojekt und die Bestellung neuer, elektrisch angetriebener Hochgeschwindigkeitszüge. Nach Abschluss der Versuchsfahrten des TGV 001 wurden 1978 die beiden elektrischen Vorserienzüge TGV 01 und TGV 02 in Betrieb genommen. Bezeichnet wurden sie weiterhin als Züge „Très Grande Vitesse – TGV“. Nach Aufnahme des Regelbetriebs auf der Schnellfahrstrecke Paris–Lyon än-



2: TGV 001: 2 Gasturbinen je Triebkopf, je 1,1 MW, Wechselstromgenerator und 12 elektrische Fahrmotoren mit je 310 kW am Treibradumfang, zusammen 3,72 MW. 5-teilig mit 6 Drehstellen, alle Achsen angetrieben. Länge des 5-teiligen Zuges 92,9 m
Quelle: Grafik bearbeitet nach Alstom, 5/1972



3: TGV-PSE: elektrischer Triebkopfzug, Länge 200 m, 12 Antriebsachsen, 6,3 MW

derte sich das allmählich in „Train à Grande Vitesse – TGV“, und die Neubaustrecke wurde als „Ligne à Grande Vitesse“ (LGV) bezeichnet.

Da die TGV nicht nur in der Relation Paris–Lyon, sondern auch darüber hinaus verkehren, bekam dieser Netzteil den Namen Paris-Südost (PSE). Die TGV-PSE (Bild 3) sind für eine Dauergeschwindigkeit von 260 km/h bei einer Leistung von 6,3 MW am Radumfang speziell für diesen Einsatz ausgelegt [3]:

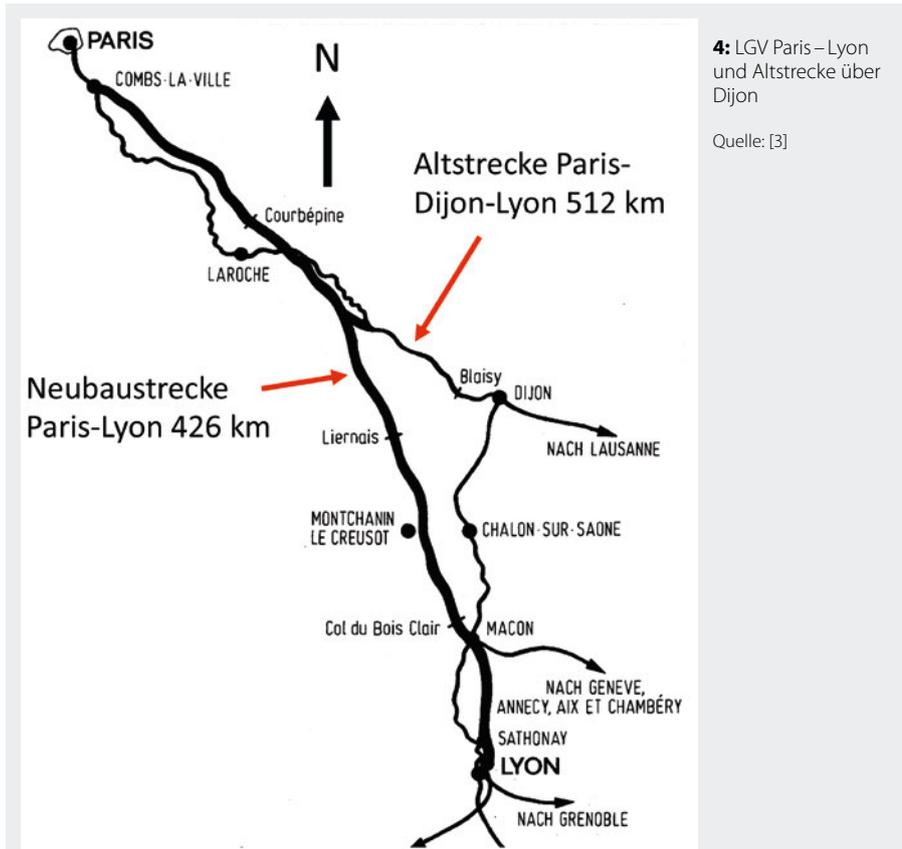
- Jacobs-Drehgestelle der Mittelwagen zur Einsparung des Gesamtgewichts und des Luftwiderstands (Weiterentwicklung aus dem TGV 001)
- Radsatzlast maximal 16,3 t
- Verringerung der unabgefederten Massen in den Triebdrehgestellen durch Aufhängung der Antriebsmotoren am Wagenkasten, Kraftübertragung durch neuartige Kardan-Schiebegelenke
- Verringerung des aerodynamischen Widerstands durch niedrige Wagenkastenhöhe
- Verteilung der Antriebsleistung auf 6 Drehgestelle je 200 m-Zug, dadurch An-

fahrt in 35‰-Steigung bei Ausfall eines Triebdrehgestells möglich

- Ausrüstung für 2 Stromsysteme: 1500 V Gleichstrom im vorhandenen Netz, 25 kV/50 Hz auf der Neubaustrecke
- Neuartige Stromabnehmer und durchgehendes, im Wagendach eingebautes 25 kV-Kabel, um je Triebzugeinheit mit nur einem Stromabnehmer fahren zu können
- Transformator und Thyristoren für die Umwandlung des Wechselstroms 25 kV/50 Hz in Gleichstrom für die Antriebsmotoren; je Motor Leistung am Radumfang 525 kW
- Elektrische Widerstandsbremsen, 4 Scheibenbremsen auf den nicht angetriebenen Achsen

Vom TGV 001 konnten nicht übernommen werden

- die durchgehend niedrige Fahrzeughöhe von ca. 3,43 m, weil auf dem Dach der Triebköpfe die Kühler für Transformator und Leistungselektronik aufgesetzt werden mussten (Höhe 4,09 m bei abgelenktem Stromabnehmer), und



4: LGV Paris-Lyon und Altstrecke über Dijon

Quelle: [3]

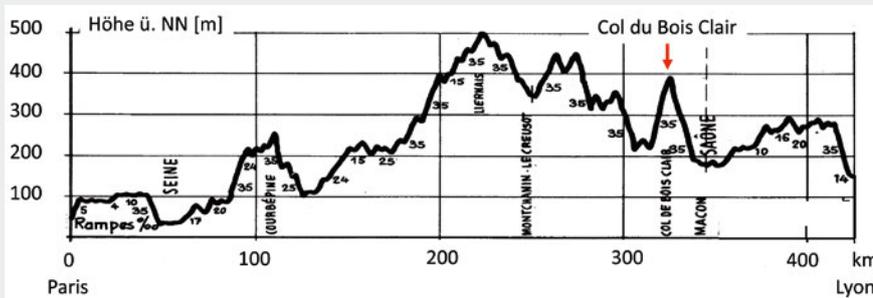
- die Lagerung des hinteren Teils des Triebkopfs auf dem ersten Jacobs-Drehgestell, was aus Gründen der Radsatzlast nicht möglich war.

Die LGV Paris-Lyon, südlicher Abschnitt, wurde nach nur fünf Jahren Bauzeit von Staatspräsident Mitterrand am 22. September 1981 eingeweiht und am 27.09.1981 kommerziell in Betrieb genommen; die Gesamtstrecke bis Lyon folgte zwei Jahre später (Bild 4). Der TGV-Verkehr Paris-Lyon verkürzte die Reisezeit von früher 4 h auf nunmehr 2 h. Im Mai 1983 wurde die Streckenhöchstgeschwindigkeit auf 270 km/h angehoben, viele Jahre später im Südabschnitt sogar auf 300 km/h durch Änderung des Signalsystems TVM. Dieses Sicherungssystem basiert auf der Modulation niederfrequenter Gleisstromkreise, was mit Hilfe der „Transmission Voie-Machine“ (TVM) auf den Führerstand übertragen wird und dort zu Vorgaben für Geschwindigkeiten oder Haltbefehlen führt.

Die LGV ist erheblich kürzer als die Altstrecke, was natürlich zur Reisezeitverkürzung beiträgt. Die Altstrecke umging die Berge zwischen Paris und Maçon; die Neubaustrecke geht darüber hinweg. Da man unbedingt Baukosten einsparen musste, wurden keine Tunnel vorgesehen, sondern starke Steigungen bis zu 35‰ in Kauf genommen (Bild 5). Beim Col du Bois Clair wird das besonders sichtbar (Bild 6). Die Triebfahrzeugführer schalten am Fuß des Berges die Traktion ab und fahren mit Schwung hoch. Am Gipfel beträgt die Geschwindigkeit noch etwa 230 bis 240 km/h; mehr ist auch wegen der engen Gleisbogenradien von 3200 m nicht erlaubt. Die Traktion wird erst wieder am Ende des Gefälleabschnittes aufgeschaltet.

Die LGV Paris-Lyon wies ungewöhnlich niedrige Baukosten auf. Dazu beigetragen haben der Verzicht auf streckenseitige Signale, die Reduzierung der Überleitstellen, Verzicht auf Überholungsbahnhöfe und die Elektrifizierung mit Wechselstrom 50 Hz aus dem staatlichen Landesnetz. Die umliegenden Strecken sind hingegen mit 1500 V Gleichstrom elektrifiziert, was dort ortsfeste Gleichrichter in kurzen Abständen entlang der Strecke erfordert. Allerdings war die elektrische Auslegung der TGV als 2-System-Züge unabdingbar.

Nach zwei Jahren Betrieb machten sich in den Fahrgasträumen der TGV unangenehme Vibrationen bemerkbar. Daraufhin tauschte die SNCF alle Schraubenfedern der Sekundärfederung gegen Luftfedern

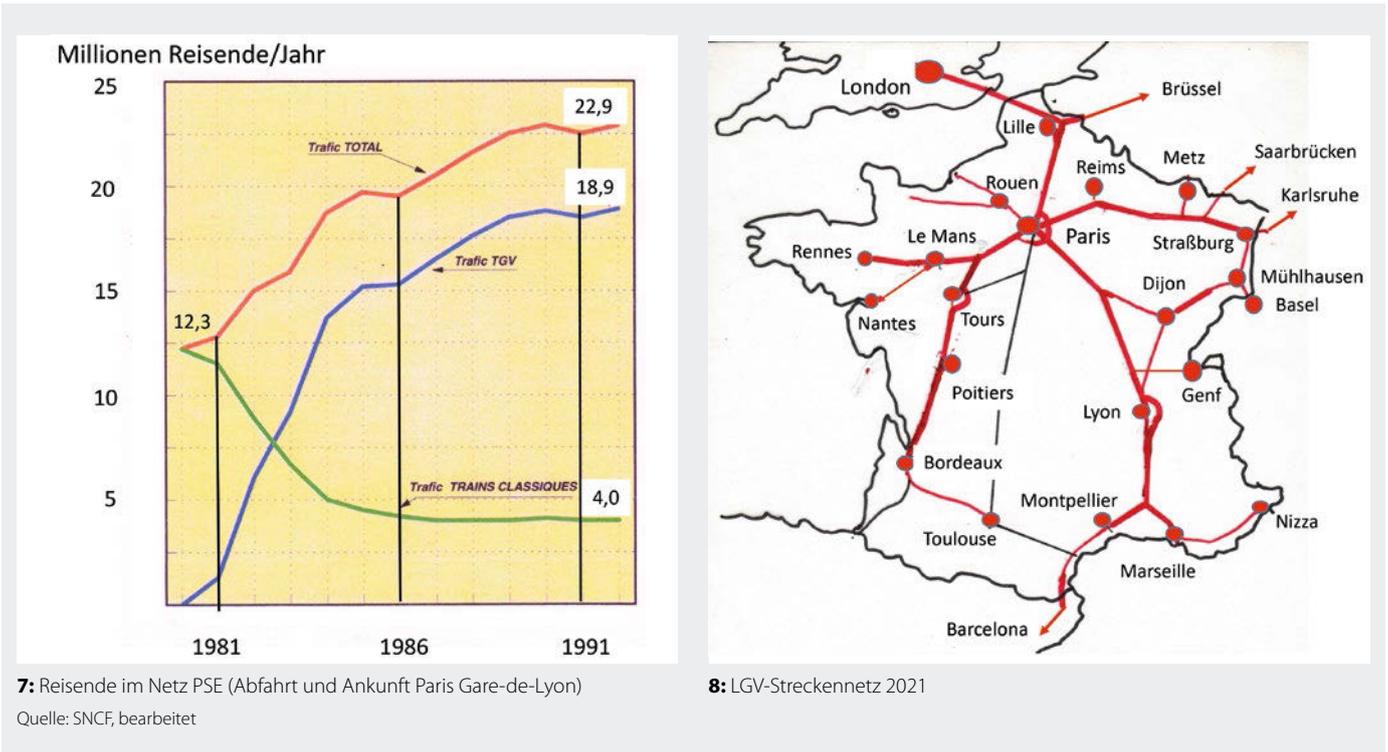


5: LGV Paris-Lyon, Höhenprofil



6: TGV am Col du Bois Clair

Quelle: CAV-SNCF



aus, und das Problem war behoben. Der Oberbau-Schotter wies bald Abnutzungsspuren durch die Vibrationen der vorbeifahrenden Züge auf, er wurde planmäßig 15 Jahre nach Betriebsaufnahme durch Material besserer Qualität ausgetauscht.

Als die Schnellfahrstrecke Paris-Lyon und ihre Züge Gestalt annahmen, war an Interoperabilität noch nicht zu denken. Dieses erste europäische HGV-System setzte jedoch Maßstäbe für zwei bemerkenswerte Parameter, die sich bis heute in den Technischen Spezifikationen (TSI) für den Hochgeschwindigkeitsverkehr wiederfinden.

Der eine betrifft die Begrenzung der statischen Radsatzlast von Hochgeschwindigkeitszügen auf 17 t, eine Vorgabe des SNCF-Oberbaudienstes. Bei lokomotivbespannten Zügen sind bis 200 km/h Achslasten bis 22 t für die Lok üblich und zulässig. Die vertikalen Kräfte (statische Achslast 2Q) und die dynamischen Seitenkräfte ΣY , die vom Radsatz auf die beiden Schienen übertragen werden, stehen zueinander in einem Verhältnis, das nach dem Kriterium von Prud'homme für Schotteroberbau begrenzt werden muss auf $\Sigma Y \leq 0,85 (10 + 2Q/3)$ [kN]. Das Kriterium hat Prud'homme nach Auswertung der SNCF-Schnellfahr-

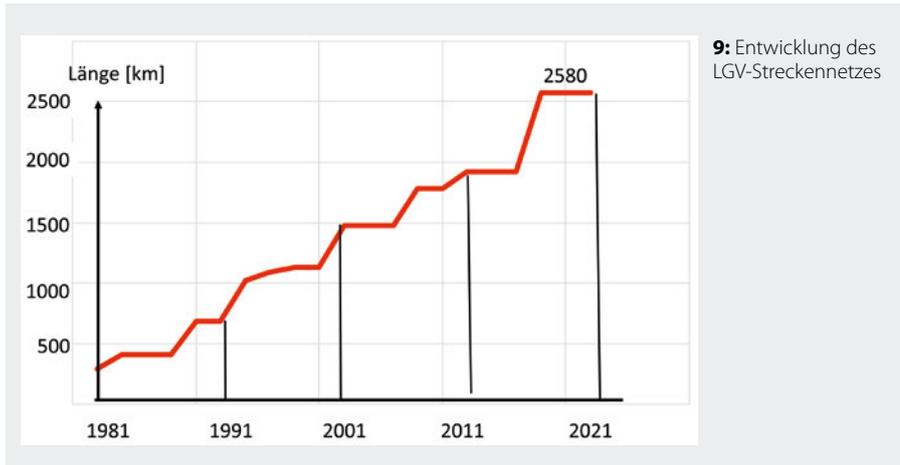
versuche von 1955 aufgestellt. In den 1970er Jahren rechnete der Oberbaudienst der SNCF die Radsatzlast von 22 t in Bezug auf den Schnellverkehr mit 260 km/h (Trassierungsparameter für die Strecke Paris-Lyon) einfach um, und zwar mit dem umgekehrten Verhältnis der Geschwindigkeiten, und kam so auf eine zulässige Radsatzlast von $(200/260) \cdot 22 \text{ t} = 17 \text{ t}$.

Das zweite Kriterium ist die Maximalsteigung der Strecke, die hier 35‰ beträgt. Das war für die LGV PSE ein Wert, der sowohl die spezielle Topographie als auch die Zugkraft der TGV-Züge bei Anfahrt in einer Steigung bei Ausfall einer Antriebseinheit

Modular CAT7
Inter-carriage solutions

GIMOTA

GIMOTA AG
Your partner for railway connectors
Visit us at TRAKO at our stand C03



Teilnetz	[km]
Südost und Mittelmeer, mit Abzweig nach Dijon, Bourg, Nimes	828
Atlantik bis Bordeaux, mit Umfahrung Tours Abzweig Courtalain – Rennes	530 233
Umfahrung Paris Ost/Süd	102
Rhein-Rhone, 1. Phase	140
Nord, bis Kanaltunnel, mit Abzweigung nach Arras und Belgien	337
Ost, Vaires bis Vendenheim Ri. Straßburg Abzweig Baudrecourt-Herny	406 ca. 4
Summe	2580
Weiterer Streckenausbau nach 2021, Summe	2776

Tabelle1: TGV-Neubaustrecken bis 2021 und weiterer Ausbau

Dossier von Philippe Essig	25.10.1989
Regierungsvereinbarung von La Rochelle zum Projekt POS (Frankreich/Deutschland)	22.05.1992
Déclaration d'Utilité Publique	14.05.1996
Finanzierungsverhandlungen (RFF mit EU/SNCF/Départements, Städten u.a.) Finanzierungsvereinbarung danach Baubeginn	1997 – 2000 07.11.2000
Weltrekordfahrt	03.04.2007
Inbetriebnahme Paris – Baudrecourt (300 km NBS)	10.06.2007
Inbetriebnahme Baudrecourt – Straßburg (106 km NBS)	03.07.2016

Tabelle2: TGV-POS, Planung und Realisierung



10: TGV Réseau auf dem Viaduc de Vernègues (Abschnitt Avignon – Marseille)

Quelle: SNCF

(2 inaktive Treibradsätze von insgesamt 12 je 200 m-Einheit) berücksichtigt.

Der Verkehrserfolg des TGV-Angebots übertraf alle Erwartungen. Bild 7 zeigt die Zahl der Reisenden pro Jahr (Ein- und Aussteiger) am Anfang der Strecke, in Paris Gare-de-Lyon. Ortsverkehr im Verlauf des Streckennetzes PSE, zum Beispiel zwischen Valence und Avignon, ist hier nicht erfasst.

3. Ausbau des TGV-Netzes

Anlässlich der Einweihung der LGV Paris – Lyon am 22.09.1981 bat der Staatspräsident der Republik Frankreich seine SNCF, sich doch alsbald an Planung und Bau der nächsten TGV-Strecke zu machen. Dabei handelte es sich um die Verbindungen Paris – Le Mans und Paris – Tours, mit einem gemeinsamen Abschnitt bis zur Verzweigung bei Courtalain. Genau acht Jahre später, am 24.09.1989, ging dieses erste Teilstück des Netzes „Atlantik“ in Betrieb.

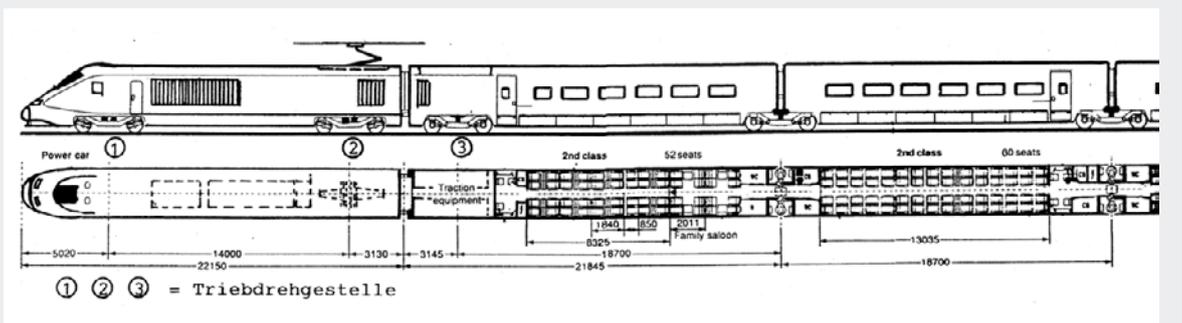
Schon im Januar 1989 hatte die Regierung die Aufstellung eines Leitplans zum Ausbau des französischen Hochgeschwindigkeitsnetzes (Schéma Directeur) ange-regt; er wurde am 1. April 1992 veröffentlicht [4].

Nun wuchs das TGV-Netz in großem Tempo. Bild 8 zeigt den derzeitigen Zustand, Bild 9 das Wachstum kumuliert und Tab. 1 die Streckenlängen. Anders als bei der Strecke Paris – Lyon konnte man nun teure Kunstbauten nicht mehr vermeiden (Bild 10). Das führte auf dem Konto der SNCF zu einem gewaltigen Schuldenberg. Von diesem wurde die SNCF 1997 bei Gründung einer neuen staatlichen Infrastrukturbehörde, der RFF (Réseau Ferré de France), befreit. Die RFF war ab dann für den weiteren Ausbau des Neubaustreckennetzes zuständig; bautechnische Gestaltung, Baudurchführung, Infrastruktur-Instandhaltung und Betrieb verblieben wie bisher bei der SNCF.

Die Zeit zwischen Planungsbeginn und Fertigstellung neuer Strecken ist aufgrund der Verfahrensabläufe in Frankreich oft kürzer als in Deutschland. Zunächst ging das ohne Bürgerbeteiligung; die ist aber inzwischen wie in Deutschland Teil des Verfahrens, siehe ausführliche Erläuterung in [5]. Nachdem eine Projektreferenztrasse gefunden ist, wird diese mit den beteiligten Bürgern und Institutionen ausgiebig diskutiert, was etwa ein Jahr dauert. Den abschließenden Bericht erhält der Staatsrat (Conseil d'Etat) zur rechtlichen Prüfung. Danach geht der endgültige Projektvorschlag über die Regierung an die Nationalversammlung, die

11: Eurostar

Quelle: GEC Alsthom



dann eine „Erklärung des öffentlichen Nutzens“ (Déclaration d'utilité publique) verabschiedet, welche Gesetzeskraft hat. Damit ist das Bauprojekt zur Realisierung freigegeben; Einsprüche sind nicht mehr möglich.

Ein weiterer Grund für kurze Planungszeiten liegt in der Siedlungsstruktur Frankreichs. In Paris und seinem Großraum, der Ile-de-France, wohnen 12 Millionen Einwohner (Ew), das sind 18% der französischen Bevölkerung. Der Rest des Landes ist dünn besiedelt (103 Ew/km²). Die nächsten Großstädte sind weit von der Landeshauptstadt entfernt, zum Beispiel Tours, Le Mans und Lille etwa 200 km, Lyon und Straßburg etwa 430 km. Dazwischen durchfahren die Hochgeschwindigkeitszüge eine fast menschenleere, vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Landschaft.

Besonders lang dauerte das Planungsverfahren für die Strecke Paris–Straßburg (POS, Tab. 2). Das lag nicht am Umweltschutz – der wurde berücksichtigt –, sondern an der Finanzierung. Der RFF gelang es, 25 Partner zur Zahlung heranzuziehen. Außer der Französischen Republik, der EU, der SNCF und der RFF selbst waren es Gebietskörperschaften und einzelne Städte, und sogar das Großherzogtum Luxem-

burg beteiligte sich mit einer namhaften Zuwendung – ein wahres Meisterwerk [6]. Auf Betreiben der SNCF wurde die RFF im Frühjahr 2014 von der Regierung wieder aufgelöst, ihre Aufgaben und damit die Planungshoheit gingen an die SNCF zurück.

4. Neue Züge für neue Strecken

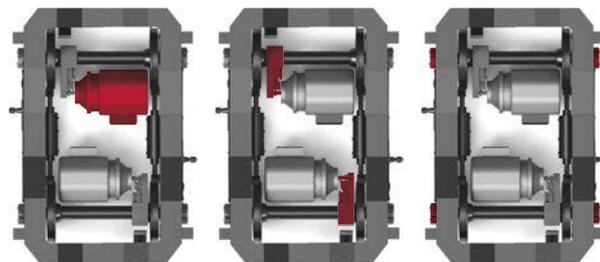
Mit der Ausweitung des TGV-Netzes ging die Beschaffung neuer Züge einher (Tab. 3). Als

Nachfolger des TGV-PSE kam der TGV Atlantik in Fahrt, ein 237,6 m langer Triebkopfzug mit 10 Mittelwagen. Der für 300 km/h ausgelegte Zug hat eine Antriebs- Dauerleistung von 8,8 MW und Drehstrom-Synchronmotoren in den beiden Triebköpfen. Seine Wagenkästen sind mit 2,904 m etwas breiter als die seines Vorgängers (2,814 m), ermöglicht durch Ausnutzung von Reserven in der Einschränkungsberechnung zur Wagenbreite. Weiterentwickelt und auf 8 Mittelwagen

Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH – Innovativer und flexibler Partner im Bereich Bahn- und Transportwesen

KRW entwickelt und fertigt seit über 100 Jahren innovative, langlebige Standard- und Sonderwälzlager höchster Qualität und Präzision. Das Team unserer Anwendungstechnik unterstützt Sie gern bei der Auslegung der optimalen Lagerlösung.

Durch unsere langjährige Erfahrung und unser breites Knowhow auf dem Gebiet der Fahrmotoren-, Getriebe- und Radsatzlager sind wir nicht nur bei Neuentwicklungen Ihr zuverlässiger Partner. Unsere flexible Fertigung ermöglicht auch bei mittleren und kleinen Stückzahlen schnelle Durchlaufzeiten und kurze Liefertermine.



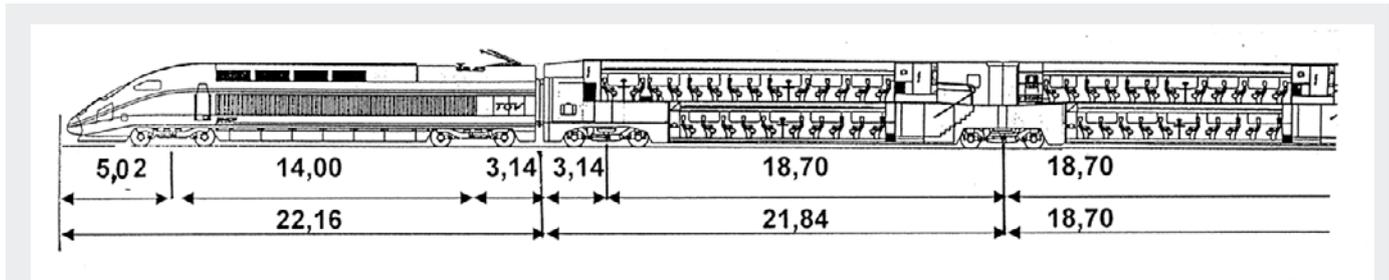
<p>Fahrmotorenlager</p> <p>KRW fertigt Kugel- und Zylinderrollenlager mit Stromisolierung am Außen- oder Innenring bis zu einer Spannung von 3.000 V DC. Diese Lagertypen sind auch als Hybridlager mit Wälzkörpern aus Hochleistungskeramik erhältlich.</p>	<p>Getriebelager</p> <p>Neben Vierpunktlagern, Pendelrollenlagern und Kegellagern liefert KRW Zylinderrollenlager mit MPEA-Käfig – eine Sonderentwicklung für spezielle Anforderungen im Bereich der Schienenfahrzeuge.</p>	<p>Radsatzlager</p> <p>Als zertifizierter Partner der Deutschen Bahn AG entwickelt KRW Zylinderrollenlager, die auch in befetteter und abgedichteter Ausführung erhältlich sind. Die Fertigung erfolgt gemäß dem aktuellen Standard der DIN EN 12080.</p>
---	--	--

Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig // Precision made in Germany // Tel. +49 (0) 341 45320 200 // E-Mail sales@krw.de // www.krw.de



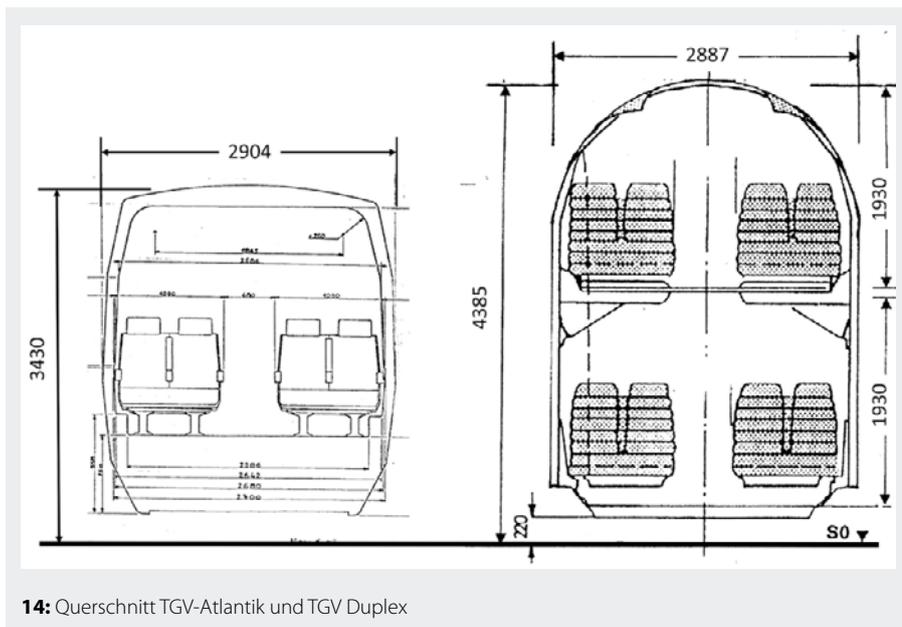
12: Thalys-Zug

Quelle: DB



13: TGV Duplex

Quelle: Alstom



14: Querschnitt TGV-Atlantik und TGV Duplex

gekürzt, Zuglänge 200,2 m, werden sie als TGV Réseau bezeichnet.

Das nächste Modell war der Eurostar-Zug für den Betrieb durch den am 15.12.1993

für den kommerziellen Betrieb eröffneten Kanaltunnel (Bild 11). Der 393,7 m lange, 300 km/h-Zug verfügt über 12,2 MW Antriebsleistung und 6 Antriebsdrehgestelle,

von denen sich zwei wie beim TGV-PSE in den Wagen hinter den beiden Triebköpfen befinden, nun aber mit Drehstrom-Asynchronmotoren wie beim deutschen ICE. Der Eurostar wurde gemeinsam von Firmen in Frankreich, England und Belgien hergestellt. Alstom erwarb die englische Firma General Electric Company und nannte sich danach eine Weile GEC-Alstom. Dieser Name wurde auch beibehalten bei der Produktion des TGV für das Gemeinschaftsprojekt Paris-Brüssel-Köln-Amsterdam (PBKA). Diese 4-System-Züge erhielten den Markennamen „Thalys“ (Bild 12).

Da sich im TGV-Netz allmählich Kapazitätsprobleme zeigten (Züge voller Reisenden), kam es schließlich zur Entwicklung von Doppelstockzügen (TGV Duplex, Bild 13). Die 200 m langen Züge verfügen über 545 Plätze (1. Bauserie); die TGV Réseau haben bei gleicher Länge 377 Sitzplätze. Die Triebköpfe sind Weiterentwicklungen aus dem TGV Réseau, mit GTO-Thyristoren. Im Obergeschoss der Duplex-Züge (Bild 14) kann man durch alle Wagen durchgehen, was im Untergeschoss nicht möglich ist.

TGV-Duplex-Wagen wurden auch bei den Rekordfahrten vom April 2007 verwendet (siehe Bild 1). Hier wurden die beiden Jacobs-Drehgestelle zwischen den drei Mittelwagen durch solche des „AGV“ (Automotrice à Grande Vitesse) ersetzt, allerdings stärker motorisiert.

Der AGV wurde wie der TGV von Alstom entwickelt; das „h“ im früheren Firmennamen, das dem Namen der Firma Thomson entstammt, ist entfallen. Der AGV ist ein HGV-Triebwagenzug mit verteilten Antrieben, der mit neuer Motortechnik ausgerüstet ist. Hier wirken Drehstrom-Synchronmotoren mit Permanentmagneten im Rotor, die unter Normalbetrieb 750 kW leisten; Motorsteuerung durch IGBTs. Zum Vergleich: Triebwagenmotoren des ICE 3 je 500 kW. Der AGV fährt heute in Italien bei dem privaten Eisenbahnunternehmen Nuovo Trasporto Viaggiatori (NGV) als „Italo“.

Tabelle 3: Hochgeschwindigkeitsstrecken und Züge

Inbetriebnahme	Strecke oder Teilstrecke	Hochgeschwindigkeitszüge
1981	Paris – Lyon Südabschnitt; ab 1983 auf ganzer Länge, ab 2001 nach Marseille	TGV PSE
1989	Paris – Le Mans/Tours; ab 2017 nach Rennes und Bordeaux	TGV Atlantik
1993	Paris – Lille – Frethun/Calais	TGV Réseau
1994	London – Paris/Brüssel	Eurostar (GEC Alstom)
1996	Netzweit auf mehreren Strecken	TGV Duplex
1997	Paris – Brüssel – Amsterdam/Köln	Thalys 4-System-Zug
2007	POS 1. Bauabschnitt; HGV-Züge Paris – Straßburg – Stuttgart – München und Paris – Saarbrücken – Frankfurt	TGV Est nach Stuttgart – München; Paris – Frankfurt mit TGV Est und ICE 3
2015	London – Paris; ab 2017 auch London – Brüssel – Amsterdam	Eurostar e320 (Siemens: Velaro E)
2016	POS auf ganzer Länge	TGV Est und ICE 3
2017		TGV wird zu Inoui
ab 2023	auf dem gesamten Streckennetz	Inoui neue Generation (Alstom: Avelio)



15: TGV in Frankfurt am Main Hbf

Quelle: DB

16: Juli 2017: Ein fabrikneuer TGV wird zum Inoui
Quelle: SNCF

Bei der TGV-Rekordfahrt auf der Strecke POS wurde die elektrische Oberleitungsspannung von 25 auf 31 kV und die mechanische Spannung im Fahrdrabt auf 40 kN erhöht, was bei der Rekordfahrt zu einer Gesamtleistung von 17,6 MW führte [7].

5. Fahrzeiten im Hochgeschwindigkeitsnetz

Durch das TGV-Netz, ergänzt mit den anderen HGV-Strecken und -Zügen, sind die Fahrzeiten zwischen wichtigen Städten in Mitteleuropa stark geschrumpft. Nach dem Fahrplan 2021 werden, überschlächlich betrachtet, 400 km Strecke in etwa 2 Stunden ohne Zwischenhalt zurückgelegt, 550 km benötigen etwa 3 ½ Stunden (Tab. 4). Touristisch interessante Verbindungen mit vielen Zwischenhalten haben natürlich eine längere Fahrtdauer. Mit TGV braucht man von Paris nach Barcelona bei 10 Zwischenhalten 6:39 h, von Frankfurt am Main bis Marseille 7:52 h bei 11 Zwischenhalten (Bild 15).

6. Au revoir, goodbye und auf Wiedersehen, TGV

Am 2. Juli 2017 wurde aus der Bezeichnung TGV der neue SNCF-Markennamen „Inoui“ (Bild 16). Diese Kreation, eine Mischung aus

Tabelle 4: HGV-Verbindungen 2021

Teilnetz und Strecken	Fahrtstrecke [km]	Fahrzeit 2021 [h:min]; Zwh = Zwischenhalte
PSE und Mittelmeer		
Paris – Lyon Part Dieu	427	1:56 non-stop
Paris – Marseille	748	3:02 non-stop 3:18 (2 Zwh)
Atlantik, Bordeaux		
Paris – Le Mans	201	1:02
Paris – Tours	237	1:17
Paris – Bordeaux	548	2:11 non-stop
Nord, London, PBKA		
Paris – Lille	225	1:04 (TGV)
Paris – London St Pancras	493	2:30 (Eurostar)
London – Brüssel Süd	375	1:54 (Eurostar)
Paris – Brüssel Süd	315	1:25 (Thalys)
Paris – Brüssel – Köln	537	3:21 (Thalys)
Paris – Brüssel – Amsterdam	533	3:22 (Thalys, 4 Zwh)
POS		
Paris – Straßburg	437	1:50 non-stop
Paris – Straßburg – Stuttgart	605	3:37 (2 Zwh)
Paris – Straßburg – Frankfurt	679	3:50 (3 Zwh)
Paris – Saarbrücken	377	1:47 non-stop
Paris – Saarbrücken – Frankfurt	584	3:53 (3 Zwh)

17: TGV-Baureihen: TGV Duplex, PSE und Atlantique



Englisch und Französisch, könnte ein Elaborat aus Frankensteins Pariser Sprachlabor sein. Die Engländer reagierten prompt und begrüßten die SNCF-Wortschöpfung in der „Railway Gazette“ mit „Yes, oui can“.

[5] Hinzin, Albrecht: Große Eisenbahnprojekte in Frankreich. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 7/8, 2010

[6] Jankowski, Thierry (RFF): Ligne à Grande Vitesse Est européenne. RFF Projektblatt, 10/2002, Paris

[7] Curraconi, Alain: Europäische Hochgeschwindigkeitsstrecke LGV Est – Ziele, Planung, Schotteroberbau, Testserien. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 4, 2009

Literatur

[1] Fourniau, Jean-Michel: Problèmes d'histoire des grandes vitesses ferroviaires. Revue d'histoire des chemins de fer, No. 12 – 13, Paris, 1995

[2] Gaudichon, Michel: Der Turbo train TGV 001 der SNCF. ZEV-Glaser's Annalen, Heft 6, 1974

[3] Garde, Reymond: Die neuen Züge der SNCF für Höchstgeschwindigkeiten. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 9, 1978

[4] Roumeguere, Philippe: Le schéma directeur français des liaisons à grande vitesse. Revue générale des chemins de fer (RGCF), Heft 6/7, 1994

Summary

40 years of TGV

On 27th, September 1981, the commercial operation with TGV trains started in France. The reason for this was the implementation of the HSL Paris – Lyon, southern section. From the technical point of view, TGV was revolutionary – as well as the design of the new line. The TGV system experienced an unprecedented success in the following years.

Game changer Digitalisierung

Um die Verfügbarkeit der Schieneninfrastruktur maßgeblich zu erhöhen und parallel die Lebenszykluskosten langfristig optimal zu managen, muss die Instandhaltung spezifischer auf den tatsächlichen und künftigen Zustand angepasst und vorausschauender werden. Dabei helfen uns digitale Zwillinge der Anlagen, zukünftige Wartungsbedarfe präziser einschätzen zu können, weil wir durch sie ein vielschichtiges Verständnis für die Schieneninfrastrukturanlagen und die physikalischen Zusammenhänge erlangen.



Ein effizientes Asset-Management der Schieneninfrastruktur ist nur möglich, wenn Anlagenverantwortliche über ein fundiertes Wissen zu ihren Anlagen verfügen. Mit moderner Technik, wie z.B. IoT-basierten Monitoring-Systemen, gibt es zahlreiche Möglichkeiten, Daten zu sammeln, die den Instandhalter dabei unterstützen, detaillierte Einblicke in den Zustand der Infrastruktur zu bekommen. Doch Monitoring-Systeme allein lösen das Problem nicht. Um gute Entscheidungen treffen zu können, die die Instandhaltung nachhaltig verbessern – sprich das Richtige zur richtigen Zeit und am richtigen Ort zu tun –, reicht es nicht, nur viele Daten über das System Bahn bzw. den Fahrweg zu sammeln. Grundlegend sind drei Voraussetzungen:

1. Use-Case-Definition: Die richtigen Daten in der richtigen Qualität setzen ein gemeinsames Verständnis voraus, warum wir welche Daten benötigen und welche Erkenntnisse sich daraus gewinnen lassen.
2. Veränderte Instandhaltungsstrategien: Die heutigen Instandhaltungsschemata mit überwiegend zyklisch-basierten Instandhaltungs- und Inspektionsintervallen werden schrittweise zustandsbasierter. Um die notwendige Planbarkeit der Instandhaltung dennoch zu gewährleisten, gewinnen Zustandsvorhersagen auf Basis kontinuierlich erhobener Daten zunehmend an Bedeutung.
3. Neue Entscheidungsstrukturen und Prozesse auf Betreiberseite: Veränderte Anforderungen durch eine zustands-

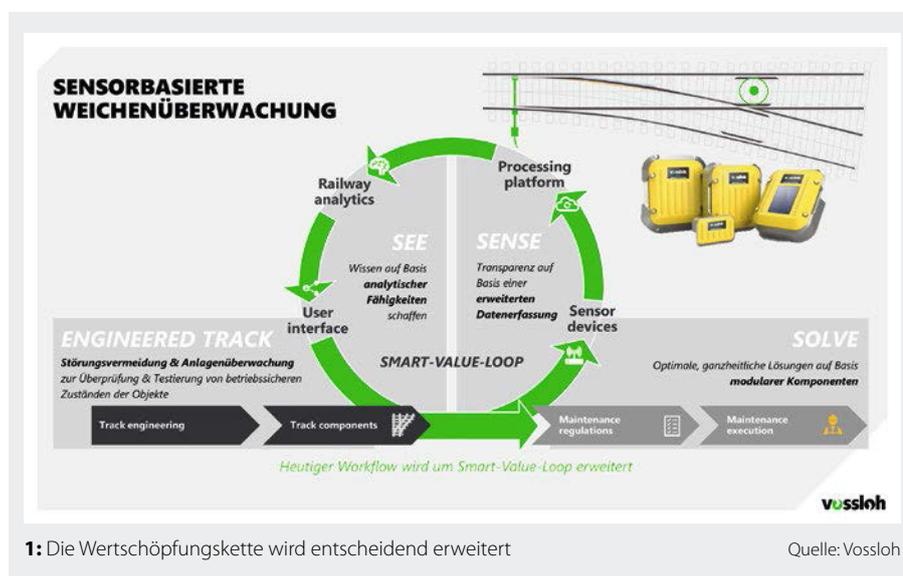


Annika Jahnke
 Chief Connected Asset Analyst,
 Vossloh Nordic Switch Systems
 AB, Örebro, Schweden und
 Projektleiterin „Fahrwegsdigitalisierung“,
 Vossloh AG, Werdohl, Deutschland
 annika.jahnke@vossloh.com

basierte Instandhaltung erfordern eine organisatorisch veränderte Instandhaltung durch flexible Verträge bzw. neue Geschäftsmodelle und Partnerschaften mit Experten sowie Dienstleistern, um aus den Daten neue Werte zu schaffen [1].

Sense-See-Solve-Ansatz

Als „Fahrbahnversther“ bringt Vossloh Tradition und Moderne, Digitalisierung und Instandhaltungsgeschäft, Daten und Produkt zusammen. Dabei ist Kunden zu helfen, die Verfügbarkeit ihrer Infrastruktur zu steigern, kein neuer Ansatz – die Produkte zeichnen sich traditionell durch ihre Langlebigkeit und Zuverlässigkeit aus. Das Service-Angebot stellt sicher, dass diese Eigenschaften über den Lebenszyklus erhalten bleiben. Der Mehrwert für den Kunden entsteht durch digitale Angebote, indem der Fokus auf eine intelligente Weiche oder den smarten Schleifservice und nicht auf einen reinen Monitoring-Service abzielt. Die intelligente Wertschöpfungskette konkretisiert das Bahntechnikunternehmen in seinem Sense-See-Solve-Ansatz (Bild 1).



Generell steht Sense für eine erhöhte Transparenz basierend auf einer erweiterten Datenerfassung und umfasst die Bereitstellung von Zustandsdaten durch modernste Mess- und Prüftechnik bzw. Live-Daten von Sensoren in der Infrastruktur oder durch intelligente, miteinander verbundene Maschinen.

Mit See verbindet sich das Wissen auf der Basis analytischer Fähigkeiten. Hier kommen erweiterte Datenschnittstellen und eine automatisierte Datenanalyse über die Vossloh Analytics Plattform ins Spiel. Ihre Benutzeroberfläche gibt die Ergebnisse transparent und anschaulich wieder und eröffnet dem Anlagenverantwortlichen eine gezielte Auswahl für die Maßnahmenumsetzung.

Solve sieht die optimale Ausführung der Instandhaltungsmaßnahme unter Berücksichtigung der Instandhaltungsregularien vor. Hierfür steht ein breitaufgestellter, technologieneutraler Maschinenpark für nahezu jede Aufgabenstellung zur Verfügung.

Indem der heutige operative Workflow durch einen Smart-Value-Loop ergänzt wird, lässt sich z. B. die Bestimmung des Weichenzustands, die in der Regel auf zyklische Inspektionen zurückgreift und aus einer Kombination von verschiedenen Messungen (Spur-, Rillen- und Leitweiten), der Schalthäufigkeit, Störungsstatistik u. a. sowie einer entsprechenden visuellen Prüfung durch Experten besteht, durch eine erweiterte Datenerfassung und -interpretation gezielter gestalten. Zusätzliche Daten aus dem Gleis können sowohl durch Beschleunigungssensoren in der Weiche sowie am Weichenantrieb als auch mithilfe gezielt eingesetzter Temperatursensoren gewonnen werden. Hilfreich in der späteren Analyse sind ebenso Aufzeichnungen zu früheren Messungen des Anlagenzustands sowie über die Leistung und den Ausfall von Anlagen.

Wohingegen aktuell aus den Prüfergebnissen die erforderlichen Maßnahmen abgeleitet und anhand von Fehlerklassen priorisiert werden, verändert das Wissen über den tatsächlichen Zustand und die Einflussfaktoren der individuellen Weiche die Qualität der Interpretation radikal. Durch die Verknüpfung der Bestands- und Zustandsdaten aus den zyklischen Inspektionen mit den kontinuierlich erfassten Werten des Monitorings ist eine weitaus qualifiziertere Interpretation der Messwerte möglich [2]. Diagnostisch lassen sich die Ursachen für vergangene und aktuelle



2: Neue Gleise auf dem sanierten Gethingmidjan in Stockholm C im August 2020

Quelle: Kasper Dudzik

Probleme identifizieren. Anhand eines aktualisierten digitalen Zwillings liefern Was-wäre-wenn-Simulationen ein zusätzliches Analysetool für Zustandsprognosen von Weiche und Antrieb, die auf einer validen Quantifizierung der Belastung beruhen und z. B. mögliche Schwellenbewegungen und Auswirkungen vorhersehen.

Die Ergebnisse kontinuierlichen Monitorings unterstützen langfristig die Verschleißmodellierung und die Entwicklung von Strategien und Plänen. Sie beziehen sich auf die Anlagenleistung, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, Betriebs- und Sicherheitsrisiken, Optimierungsstrategien für die Instandhaltung und erleichtern schließlich die Budgetierung der damit verbundenen Investitions- und Betriebsausgaben.

BIM als transparente Grundlage

Lebenszyklusbezogene 3D-Modelle bzw. digitale Zwillinge helfen, Ursache und Wirkung (besser) zu verstehen. Entsprechende Simulationen sind in der Produktentwicklung heute bereits gelebte Realität. Nutzen wir die Möglichkeiten der Digitalisierung richtig, wächst das Vertrauen in die Planung.

Beziehen wir bspw. Konstruktionsdaten in die Planung mit ein, verbessert dies die Schnittstellen-Koordination und Baustellen lassen sich effizienter planen und umsetzen. Damit ist das Building Information Modeling, kurz BIM, ein exzellentes Beispiel, das alle Arten von Informationen über eine

Infrastrukturanlage während ihrer gesamten Lebensdauer bündelt. Es ermöglicht ein geradezu gläsernes Life-Cycle-Management, das selbst großdimensionierten Infrastrukturprojekten zu maximaler Transparenz und belastbaren Kostenplanungen verhilft und darüber hinaus selbst die Weiterentwicklung der Netzwerke und Mobilitätsflüsse miteinbezieht. Wenn wir also beginnen, Daten zu teilen, werden wir den digitalen Zwillingen „Leben einhauchen“ können und Zusammenhänge erkennen.

Erste Ausschreibungen im Bahnsektor greifen das BIM-Konzept bereits auf. Dabei kommt der Weiche als wartungsintensivstem Element eine besondere Bedeutung zu (Bild 2). Vossloh hat für alle Stufen den Bereich „Weichensysteme“ technisch definiert und kann somit für jede Detailstufe Daten im Industry Foundation Classes IFC-Format liefern. Damit stehen die Werkzeuge, eine zustandsbasierte und später vorausschauende Schieneninstandhaltung zu verwirklichen, längst bereit. Der aktuell entscheidende Schritt ist, die relevanten Zustandsdaten zu erfassen und mit bereits vorhandenen zu verknüpfen. Voraussetzung ist, dass Zulieferer und Betreiber ihr Wissen zusammenbringen und diese „Datenschätze“ austauschen.

Weichenmonitoring in Schweden

Die Reise zur gemeinsamen Nutzung von Daten fing bereits vor einigen Jahren an, als der schwedische Infrastrukturbetreiber Trafikverket Vossloh einen tiefen Einblick



3: Sensorboxen messen an den Betonschwellen Vibrationen und Temperaturen

Quelle: Vossloh

in die Versagensursachen und Inspektionsergebnisse seines gesamten Weichenbestands gewährte. Schnell waren neue Gesprächsthemen gesetzt und ein gemeinsames Verständnis geschaffen, dass der unklare Schotterzustand immer wieder zu unerwartetem Verschleiß führte und in diesem Fall nur ein kontinuierliches Monitoring der kritischsten Weichen helfen kann, die richtigen Grenzwerte abzuleiten und so die Instandhaltungsvorgaben mittelfristig zu überarbeiten.

Um insbesondere Schwellenhohllagen in Weichen rechtzeitig zu erkennen, bevor Instandhaltungsgrenzen erreicht und Züge nur langsam oder gar nicht fahren können, beauftragte das schwedische Zentralamt für Verkehrswesen Vossloh mit der umfassenden Überwachung von 1000 strategisch wichtigen Weichen, die aus den insgesamt rund 15 000 Weichen im schwedischen Netz ausgewählt wurden. Mit einer von Vossloh speziell entwickelten IoT-Sensorik werden an den Betonschwellen kontinuierlich Daten, wie z.B. Vibrationen, im Gleis erfasst (Bild 3). Das Monitoring-System ist für Fahrgeschwindigkeiten von ca. 60 bis 230 km/h ausgelegt. Im Interesse des Kunden sind die Betriebsgrenzen auf Messungen ab -20°C Außentemperatur beschränkt. Eine Auslegung auf noch tiefere Temperaturen erscheint insbesondere für den Norden Schwedens auf den ersten Blick zwar sinnvoller, diese wäre aber nicht sehr aussagekräftig, da der Schotter bei derart tiefen Temperaturen fest vereist. Zudem stopft niemand bei unter -20°C ein Gleisbett.

Durch eine mehrjährige Batterielebensdauer kann das Monitoring-System recht lange sich selbst überlassen bleiben. Die Sensorboxen senden Daten automatisiert

über das Mobilfunknetz an eine Vossloh-eigene, cloudbasierte Plattform. Die Messdaten werden in der Cloud verarbeitet und durch den Einsatz komplexer Algorithmen-Sets in entsprechende Handlungsempfehlungen für den Kunden umgewandelt. Bei der Entwicklung und Erprobung des Systems arbeitet das Bahntechnikunternehmen eng mit seinem Entwicklungspartner DB Systemtechnik zusammen.

**Digitaler Zwilling:
Dynamisch wie die Realität**

Um die Verfügbarkeit des Fahrwegs optimieren zu können, müssen die Informationen aus Systemsicht dargestellt werden. Eine Sicht auf Komponentenebene ist zu kurzfristig. Was nutzt es, wenn z.B. der Weichenantrieb fehlerfrei funktioniert, aber die Schwellenhohllage in der Weiche zu einer Langsamfahrstelle führt.

Im Rahmen der Vossloh Konzernstrategie werden daher die neuesten digitalen Initiativen zu einem fertigen Produktportfolio geformt. Indem die vorhandenen Daten auf einer Plattform zusammengeführt werden und auf diese Weise miteinander kommunizieren, entsteht quasi nebenbei ein digitaler Zwilling der Eisenbahninfrastruktur, der die Realität virtuell nachbildet.

So lässt sich z.B. eine Bahnstrecke in einem Computerprogramm „nachbauen“, indem die vorhandenen 3D-Daten aus der Konstruktionssoftware übernommen werden. Werden die Bauwerksdaten dann mit Betriebsdaten – im Gleis gemessen oder bereits vorverarbeitet – ergänzt, wird der digitale Zwilling dynamisch wie die Realität. Mit dem Vorteil, dass man im digitalen Zwilling bspw. den Verschleiß beschleunigen

und so einen Ausfall vorhersagen oder verschiedene Szenarien durchspielen kann. Was passiert z. B., wenn ich die Schiene fräse statt schleife, usw. Einzigartig und vor allem maßgeschneidert wird so ein digitaler Zwilling durch die Anbindung an Kundendaten, wenn neben dem eigenen Analyse-Know-how noch das Warenwirtschaftssystem des Kunden mit Ersatzteilleistungen und Instandhaltungsplanung über eine Schnittstelle eingebunden wird. Auf diese Weise könnten nicht nur Infrastrukturfehler quantifiziert, sondern auch automatisch deren Verlauf determiniert werden. Ferner wäre es möglich, die ideale Instandhaltung anzubieten und die Anzahl der benötigten Ersatzteile termingerecht bereitzustellen. So wächst der digitale Service, den Vossloh seinen Kunden anbieten kann, Schritt für Schritt. Je genauer die Bedarfe des Kunden bekannt sind, desto vorausschauender können entsprechende Kapazitäten geplant und bereitgestellt werden.

Letztlich unterstützt die digitale Welt Hersteller, ihre Produkte anwendungsbezogen zu optimieren, sie schneller durch den Zulassungsprozess zu bringen und Serviceleistungen für die Betriebsphase anzupassen. Da das Bahntechnikunternehmen Assets weltweit durch den Lebenszyklus begleitet, können die Erfahrungen aus anderen internationalen Projekten in neue Märkte implementiert werden. Somit fördern digitale Zwillinge die Transparenz in allen Bereichen auf revolutionäre Art und Weise.

**Ganzheitliches Verständnis
durch Partnerschaften**

Kooperationen auf Basis von Service-Level-Agreements (SLA) bieten bereits heute eine sinnvolle Verlagerung der Verantwortung vom Infrastrukturbetreiber zum Partnerunternehmen/Dienstleister, indem Vertragsparameter an konkrete Garantieleistungen geknüpft sind. Sowohl die konkrete Ausgestaltung als auch die Geschäftsmodelle sind mannigfaltig: Von einer garantierten Funktionalität von Weichen bis zur rahmenvertraglichen Gewährleistung für ein riffelfreies Straßenbahnnetz finden sich viele Beispiele im internationalen Vergleich [3].

Ihr vereinendes Element ist die Tendenz zum systemischen Ansatz. Statt Einzelleistungen zu beauftragen, rückt die Verfügbarkeit als Instandhaltungsziel in den Fokus. Die Art der Leistungserbringung im Sinne von RAMS:

- Reliability (Zuverlässigkeit)
- Availability (Verfügbarkeit)
- Maintainability (Wartbarkeit) und
- Safety (Sicherheit)

kann das dienstleistende Unternehmen jedoch flexibel gestalten (Bild 4). Den Unterschied machen also Dienstleistungen und Herangehensweisen, die dem Betreiber durch operative Exzellenz einen Mehrwert bieten und das Verständnis für die Zusammenhänge beim Fahrweg stetig erweitern (Bild 5).

Folglich sind strategische Partnerschaften – also der Austausch mit Experten, die sich bspw. um die Datenauswertung und korrekte Interpretation kümmern und zugleich die richtige Geschwindigkeit und Kultur für die Projekte mitbringen, weil sie durch ihr tägliches Tun die gleiche Sprache sprechen, – ein wesentlicher Gewinn für ein aktives Asset Management. Durch die Digitalisierung des Fahrwegs steht eine wachsende Menge an Daten zur Verfügung. Die



[Reaktivierung und Neubau von Regional- und Stadtbahnstrecken]

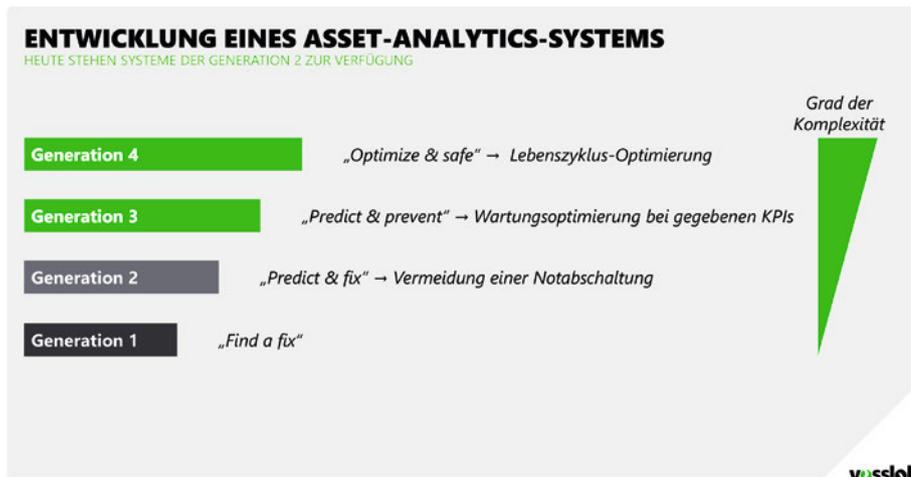
05. Oktober 2021 | Düsseldorf

Weitere Informationen unter:
www.eurailpress.de/events

jetzt
anmelden

Veranstalter:

In Zusammenarbeit mit:



5: Entwicklungsstufen eines Asset-Analytics-Systems, wobei wir uns heute in der Frühphase von Generation 3 befinden.

Quelle: Vossloh

Messdaten allein liefern jedoch noch kein vollständiges Bild, da sie meist einzelne Komponenten betreffen und als Momentaufnahme eines Teils des Fahrwegs nur im Kontext mit anderen Informationen und Zeitverläufen für das Asset Management verwendbar sind. Somit liegt das „Missing Link“ zwischen Daten und Asset Management keinesfalls im Datenumfang, sondern ist den Bereichen Datenmanagement und Analyse zuzuordnen.

Um die einzelnen Messdaten im Systemkontext „Fahrweg, Belastung und Verschleiß“ auswerten zu können, sollte vorab definiert werden, welche Parameter hinsichtlich der Komponenten zu erheben und welche zusätzlichen Informationen aus bekannten Daten ableitbar sind. Hierbei sollte ebenso untersucht werden, welche Informationen bereits verfügbar sind und ggf. nur eine neue Interpretation erfordern und welche zusätzlichen Daten tatsächlich neu erhoben werden müssen.

Letztlich empfiehlt es sich, dass Entscheidungen des Asset Managements auf Prognosen des Verhaltens des Fahrwegs gründen. Nur anhand von Trendanalysen, auf deren Basis eine präventive Instandhaltung möglich wird, lässt sich die Frage Reinvestieren oder Instandhalten aus technisch-wirtschaftlicher Sicht beantworten [4]. Eine hilfreiche Substanzbewertungsmethode ist der Abnutzungsvorrat, der als technische Kennziffer zusätzlich zur Fehlerklassifizierung ein Abnutzungsäquivalent verwendet. Diese Kennziffer bewertet die im Rahmen von zyklischen Inspektionen erhobenen Verschleiß- und Fehlerzustände mit Hinblick auf den unwiederbringlichen Substanzverlust der als aufgebrauchter Abnutzungsvorrat vom Neuzustand in Ab-

zug gebracht wird. Darüber hinaus ergeben sich im Mehrperiodenvergleich über die Zeit wichtige Erkenntnisse hinsichtlich Höhe, Qualität und Verwendung der eingesetzten Mittel und der Anlagenentwicklung. Parallel eröffnen sich Handlungsspielräume in der flexiblen Anpassung des Bearbeitungszyklus an die Schädigungsrate bzw. in der Wahl einer differenzierten Bearbeitungsstrategie. Gleichzeitig lassen sich auf diese Weise nachhaltige Kostensenkungspotenziale identifizieren [2].

Fazit: Nachhaltige Mobilität durch gesteigerte Verfügbarkeit

Das Thema Mobilität steht an einem Wendepunkt – zum einen weil die Nachhaltigkeit zunehmend in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit rückt. Ein Erreichen der ehrgeizigen Klimaziele setzt unvermeidlich eine Verlagerung des Personen- und Güterverkehrs auf die Schiene als dem unbestritten nachhaltigsten Verkehrsträger voraus. Dies führt zwangsläufig zu einem höheren Verkehrsaufkommen auf der Schiene. Denn ein Ausbau existierender Streckennetze proportional zum künftig steigenden Verkehrsaufkommen ist aus vielerlei Gründen praktisch nicht darstellbar, insbesondere nicht kurzfristig. Somit werden die verfügbaren Gleise wesentlich stärker genutzt, weshalb die Instandhaltung besser, effizienter und vorausschauender sein muss, um mit den wirtschaftlichen Belastungen durch Störungen im Betriebsablauf Schritt zu halten. Damit erhält die erhöhte Verfügbarkeit von Bahninfrastruktur, insbesondere die Verfügbarkeit des Fahrwegs Schiene, eine zentrale Bedeutung. Der Game changer – also der wesentliche Schlüssel, die

stetig steigenden Anforderungen an Zuverlässigkeit und Planbarkeit zu meistern, ist die Digitalisierung. Erst datengetriebene Serviceleistungen werden uns erlauben, Kunden das Unmögliche zu garantieren: Die vollständige Verfügbarkeit ihrer Schieneninfrastruktur.

Literatur

[1] Nilsson, Michael: Så kan underhållet förbättras, publicerat i Järnvägar (jarnvagar.nu) am 19 Januar 2021, aufgerufen am 26.06.2021
 [2] Andreas Marx: Ganzheitlicher Ansatz für die vorausschauende, substanzerhaltende Fahrwegstandhaltung, in Der Nahverkehr, Ausgabe März 2020, S. 6 – 10
 [3] Vögeding, Nils und Riedel, Steffen: Schienenfehlerprävention mit Fokus auf die Substanz, in ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, Ausgabe Dezember 2020, S. 38 – 40
 [4] Hansmann, Fabian: The Missing Link between Asset Data and Asset Management, Monographic Series TU Graz, Railway Research Volume 2, Verlag der Technischen Universität Graz, ISBN 978-3-85125-567-6
 [5] Swier, Jan und Slump, Ted: The development of ProRail, Twinning project, activity 4 – Maintenance assessment; veröffentlicht auf <https://slidetodoc.com/twinning-project-activity-4-maintenance-assessment-the-development/>, aufgerufen am 28.06.2021

Summary

Game Changer digitization

Route availability is the essential fact of success for the operator of rail infrastructures as it implies a reliable network without capacity restrictions according to the applicable regulations. In order to establish the availability as a central objective of asset management, modified maintenance strategies which are tailored to real requirement and to maximize the life cycle of the asset play an elementary role. By investing in new digital technologies, we obtain digital twins of the assets which will allow simulations over all life cycle phases and significantly deepen the comprehension for the rail infrastructure system and the physical relationships. The data-based asset management also enables an active maintenance management with resilient planning and control. Qualitative KPIs are the basis for performance acceptance and real cost management. The effects of a value chain that has been extended to include continuous condition report and data evaluation will lead to more efficient maintenance measures and finally revolutionize product development once again.



Jetzt
4 Wochen
testen!

Wasserstoff

der Antrieb von Morgen



Up to date mit dem H2weekly Newsletter!

➤ www.mobility-impacts.de/mobility-h2-weekly



SensoDIMARIS: Das Ohr an der Maschine für zustandsbasierte und vorausschauende Instandhaltung

Ziel des Projekts SensoDIMARIS ist es, an ÖPNV-Fahrzeugen die planmäßige Wartung durch eine zustandsbezogene Instandhaltung zu ergänzen und so insgesamt die Verfügbarkeit zu erhöhen. Sowohl sich langsam anbahnende als auch akute Störungen, die nicht direkt über fahrzeugeigene Sensoren abgedeckt sind, sollen so frühzeitig erkannt werden. Für eine optimale Instandhaltungsprognose sollen onlineprozessierte Daten mit offline Daten des Fahrzeugs und GPS-Daten korreliert, ausgewertet und für eine digitale Zustandsüberwachung aufbereitet werden. Durch den Einsatz von digitalen Endgeräten wie Augmented Reality Datenbrillen wird die Prozesskette weiter ergänzt.

Nach einem erfolgreichen Test an einem Straßenbahnfahrzeug im Alltagsbetrieb können jetzt auch weitere Bereiche in der Bahnindustrie davon profitieren.



1. Einleitung

Ausfälle, reduzierte Fahrleistungen, Verspätungen. Das gibt es im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) durchaus – zum Unmut der Fahrgäste. Ausfälle entstehen dann, wenn fahrzeugeigene Sensoren sich anbahnende oder akute Störungen nicht rechtzeitig erkennen. Solche Störungen können durch für den Betreiber unkalkulierbare Faktoren wie Materialschäden, Designmängel, Umwelteinflüsse oder Infrastrukturänderungen eintreten. Diese unvorhergesehenen Ereignisse führen zu Störungen im Betriebsablauf und oft zu langen Stillstandzeiten. Verfügbarkeitsengpässe sind die Folge.

Um all das zu verhindern, wurde das Projekt SensoDIMARIS ins Leben gerufen. Mittels Sensorik, Echtzeit-Zustandsüberwachung und Augmented Reality sollen Mängel an Straßenbahnen frühzeitig erkannt und die planmäßige Wartung durch eine zustandsbezogene ergänzt werden.

Dank digitaler Endgeräte wie AR-Datenbrillen und kundenspezifischer Dashboards zur Zustandsüberwachung können Instandhaltungsaufträge online, verknüpft

mit allen erforderlichen technischen Unterlagen, direkt an die zuständige Werkstatt erteilt werden. So wird die komplette end-to-end Prozesskette digital dargestellt.

Diese datenbasierte, digitale Anwendung ist ein Schritt in Richtung Mobilität 4.0. Das Projekt SensoDIMARIS wird deshalb durch die Forschungsinitiative „mFUND“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert.

2. Projekt-Team

Die Projektpartner sind Teil der Arbeitsgruppe PRIORI, initiiert durch das Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik Berlin-Brandenburg. PRIORI führt die Expertise innovativer Mittelständler und agiler Startups aus der Schienenfahrzeugbranche zusammen. So entstand ein Team mit breitem Know-how in den Bereichen Hard- und Software-Analytics, Projektmanagement und Engineering. Die Arbeitsgruppe verfolgt den Ansatz, das Ausfallrisiko von Schienenfahrzeugen zu reduzieren und niederschwellig innovative Technologien zu einer kompletten Maßnahmenkette zusammenzuführen. Das Ziel ist es, die Voraussetzungen für eine



Dipl.-Ing. Ute Franke

5micron optical measuring techniques GmbH, CEO
ute.franke@5micron.de



Dipl.-Ing. Jörg Jonas-Kops

nxtBase Technologies GmbH, CEO
jjk@nxtbase.de



Dipl.-Ing. Bernd Bremer

Wätzold & Al-Zubaidi Management Consulting GmbH, Senior Consultant
bernd.bremer@consultants-berlin.de



Dipl.-Ing. Lutz Hübner

Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH, Senior Projektmanager Verkehr | Mobilität | Logistik
lutz.huebner@berlin-partner.de

nachhaltige Instandhaltung von Schienenfahrzeugen zu schaffen.

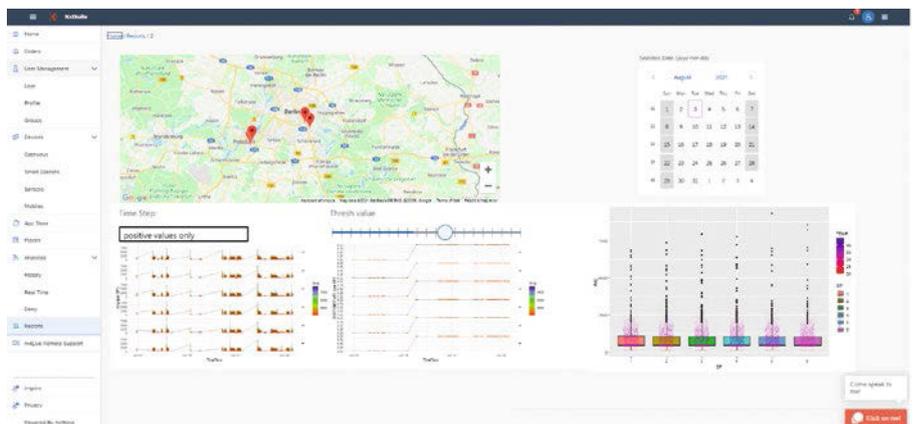
Das Zusammenspiel und die besondere Expertise der einzelnen Projekt-Partner ermöglichen eine detaillierte Analyse und Bearbeitung der kompletten Maßnahmenkette, gezielte Überwachung, Auswertung und Früherkennung bis zur Instandhaltung.

Die Spezialisierungen der einzelnen Partner umfassen:

- 5micron:
 - innovative optische und akustische Messsysteme
 - Bau von robuster und bedarfsgerechter Sensorik für schwere Umweltbedingungen
 - Anwendung von Algorithmen zur Mustererkennung
 - Kombination von KI mit Sensorfusion
- nxtBase Technologies:
 - Prozessdigitalisierung mit innovativen Endgeräten und korrespondierenden Applikationen
 - Entwicklung eines Condition Monitoring Cockpits auf Basis der selbst entwickelten AR Plattform
 - Visualisierung und Führung ganzer Prozessketten über Datenbrillen
- Wätzold & Al-Zubaidi Management Consulting:
 - Projektengineering, Projektmanagement, Softwareentwicklung, Autorisation
 - Branchenexpertise Bahn, Mobility und Digitalisierung
 - Networking von Bahn- und ÖPNV-Betreibern, OEM's

Die drei Partner bringen im Zusammenspiel ein übergreifendes Know-how zu innovativer Messtechnik für die Zustandserfassung, über Condition Based Monitoring bis zur Umsetzung von Instandhaltungsprozessen mit – und verfügen über große Erfahrung in der Schienenfahrzeugbranche.

1: Combindo Straßenbahn des Anwendungspartners VIP Verkehrsbetrieb Potsdam GmbH, die mit der Sensorik ausgestattet wurde



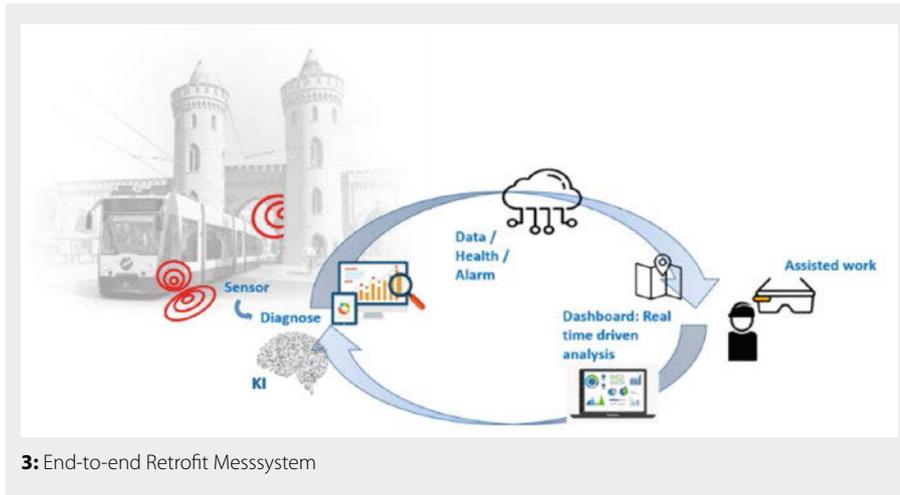
2: Beispiel einer Dashboard-Übersicht



Smart Maintenance

- Better visual instructions
- Perfect documentations
- Easy deep analyses





3: End-to-end Retrofit Messsystem

3. Konzeption, Spezifikation und Design

3.1. Wie trägt SensoDIMARIS zu mehr Nachhaltigkeit im ÖPNV bei?

Bei der Konzeption und dem Design der Technologie stand hauptsächlich eines im Mittelpunkt: Nachhaltigkeit & Optimierung bei niederschwelliger Implementierung in Bestandsfahrzeuge. Obwohl die Bahn als

Verkehrsmittel per se bereits ressourcenschonend und nachhaltig ist, kann SensoDIMARIS zu weiteren Verbesserungen beitragen. ÖPNV- und Bahnbetreiber können noch mehr für die Optimierung der Operabilität ihrer Fahrzeuge tun, wenn sie bereit sind, in kluge digitale Technologielösungen zu investieren.

Das Projekt SensoDIMARIS verfolgt das Ziel, maximale Funktionalität und maxima-

le Verfügbarkeit in der Mobilität bei maximaler Schonung der Ressourcen anzubieten. Dies gelingt durch die Verwendung kostengünstiger Sensorik, die mit effektiver Analysesoftware kombiniert wird. Mit Hilfe des machine learning Prinzips sind somit umfangreiche Erkenntnisse über den Zustand der Systeme möglich.

3.2. Körperschall – das ‚Ohr an der Maschine‘

Körperschallsensoren werden seit langem erfolgreich für verschiedenste Messaufgaben eingesetzt. So können z. B. über Schallanalysen der Füllstand von Tanks oder Gasflaschen ermittelt werden. Schallsensoren sind kostengünstig und bereits von Hause aus miniaturisiert.

Die Sensorik, die bei diesem Projekt zum Einsatz kommt, ersetzt ‚das menschliche Ohr an der Maschine‘ durch Auswertung von Frequenzbändern. Dabei wird das System kontinuierlich für die Anwendung ‚Schiene‘ trainiert: Die Algorithmen des maschinellen Lernens werden genutzt, um Abweichungen im Geräusch eines Verschleißteils, beispielsweise am Fahrzeugantrieb oder an der Mechanik von Türen zu erkennen.

Durch Sensorfusion von Körperschall, Beschleunigung, Temperatur und GPS ist es möglich, das Fahrzeug und gleichzeitig die umgebende Infrastruktur zu überwachen. Die lokal unspezifischen Daten des Körperschallsensors werden dabei durch Korrelation mit den geographischen Koordinaten und den Daten verdächtiger Geräusche gekoppelt. Gemeinsam können sie so der Infrastruktur oder dem Fahrzeug selbst zugeordnet werden.

Die Analysesoftware prozessiert die Daten direkt vor Ort und ist in der Lage, nicht nur die spezifischen Frequenzen zu separieren, sondern auch den möglichen Entstehungsort zu spezifizieren und zuzuordnen.

Die vor Ort vorverarbeiteten Daten werden auf einen Cloud-Server übertragen, wo sie anschließend für weiterführende Analysen zur Verfügung stehen. Auf einem Dashboard kann in Echtzeit verfolgt werden, welche Ereignisse wann und wo aufgetreten sind. Diese Ereignisse werden anschließend mit der vorhandenen Historie aus der Datenbank verglichen und korreliert. Somit können Rückschlüsse auf erfolgte Reparaturen oder anstehende Wartungsarbeiten gegeben werden. Gleichzeitig gibt das Dashboard Auskunft



4: Schematische Darstellung der Daten-Weiterbearbeitung



5: Platziertes Sensor am Antrieb



6: Prozessoreinheit im Fahrzeug

über den Gesundheitsstatus des Systems, um den Wartungsaufwand zu kontrollieren und zu optimieren.

Durch die Erkennung kleinster Änderungen der Klangkorrelate können so frühzeitig sich anbahnende Schäden detektiert und anstehende Arbeiten optimal gebündelt werden. Die frühe Reparatur verhindert den Ausfall der Maschine oder das Materialversagen und ermöglicht eine planbare Werkstattauslastung.

Bereits mit einer überschaubaren Investition können Mobilitätsbetreiber sogar ältere Anlagen digitalisieren – dank modularem Retrofit-System. So tragen sie gleichzeitig zur Nachhaltigkeit bei und verbessern die Zuverlässigkeit ihres Systems.

Die Datengenerierung, Analyse und Anwendung sei hier nochmals exemplarisch dargestellt:

1. Datenakquirierung mit Sensoren vor Ort (z. B. Getriebe oder Tür-Mechanismus).
2. Datenbasis startet die Prozesskette und wird am Ort des Bedarfs mit spezialisierten Retrofit-Sensorsystemen erzeugt.
3. Online Auswertung Sensor- und Geodaten (Vorprozessierung)
4. Weiterverarbeitung im Cloud-Server
5. Anzeige in Real Time Driven Dashboard
6. Bereitstellung für Planung Instandhaltungsprozesse, z. B. als visualisierte Wartungsanwendung für die Instandhaltungsfachkräfte in der Werkstatt.



7: Akkueinheit mit Vorverstärker

4. Umsetzung/Integration im Reallabor und Test

Inzwischen gibt es eine vollfunktionierende Demoversion, bei der 5micron handelsübliche robuste Sensoren mit einer selbst entwickelten Auswerteelektronik kombiniert hat.

Noch im Fahrzeug werden so die Klangspektren des platzierten Sensors analysiert und für die Übertragung per GPS aufbereitet. Dieses System garantiert eine

hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit bei gleichzeitig niedrigem Datenvolumen.

Eine weitere Box beinhaltet die autarke Stromversorgung für das ganze System sowie die Baugruppen für den Datentransfer. Sie kann an einer sicheren Stelle im Fahrzeug untergebracht sein. Sollte der Datentransfer auf Grund schlechter Netzanbindung kurzfristig nicht möglich sein, steht ein Zwischenpuffer zur Verfügung. Durch diese Systemarchitektur ist gewährleistet, dass keine Daten verloren gehen.



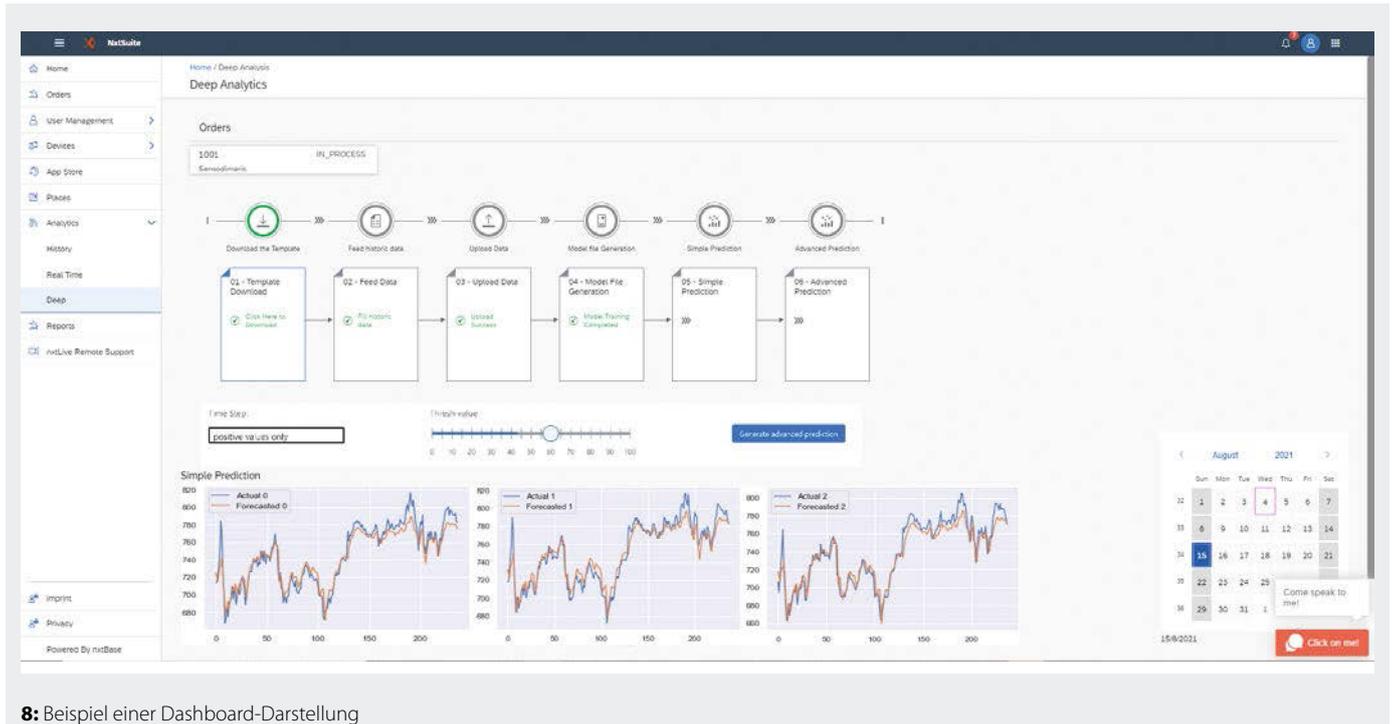
Lange Nähte. Hohe Materialstärke.



Schweißen mit
100% Einschaltdauer.

Das Fügen großer Bauteile mit hohen Materialstärken gehört im Bereich Commercial Transportation zum Alltag. Mit den High-End-Schweißsystemen von Fronius können diese effizient und ohne Unterbrechung geschweißt werden.

Mehr Informationen finden Sie unter:
www.fronius.com



8: Beispiel einer Dashboard-Darstellung



9: Fahrzeugtyp des Anwendungspartners, welches mit einem Sensor ausgestattet wurde

Alle aufgezeichneten und übertragenen Daten stehen anschließend auf dem Cloud-Server zur Verfügung. Hier geschehen die Weiterverarbeitung und die Aufbereitung für die Anzeige auf einem Dashboard. Dabei kann der Kunde zwischen verschiedenen Anzeigarten wählen.

Ein wesentlicher Kern der Auswertung besteht darin, dass auf dem Server ein Vergleich der aktuellen Daten mit bereits gespeicherten Daten aus der Vergangenheit vorgenommen wird. Gibt es hierbei Auffälligkeiten, die in der Vergangenheit bereits

zu Schäden bzw. Instandhaltungsmaßnahmen geführt haben, wird ein Trigger ausgelöst. Dann werden weitere, vom Kunden definierte Aktionen eingeleitet. Auf diese Weise leistet das System eine frühzeitige Prognose und hat damit die Fähigkeit, auf bevorstehende Störungen aufmerksam zu machen, akute Schäden zu verhindern und somit Reparatur- und Kollateralkosten zu vermeiden.

Das hat viele Vorteile: Bei einem kurzfristig notwendigen Werkstattaufenthalt können verschiedene Informationen abgerufen werden. Bei einer Anbindung ans La-

gerhaltungssystem kann zum Beispiel die Verfügbarkeit von Austauschteilen geprüft werden oder Serviceunterlagen können digital auf eine AR-Brille projiziert werden – optimal aufbereitet für die ausführenden Techniker.

Mit Unterstützung der ViP Verkehrsbetrieb Potsdam GmbH, die als Anwendungspartner im Rahmen des Projektes SensoDIMARIS agiert, wurde das System in eine Straßenbahn vom Typ Combino integriert und hat sich seit Juni 2021 im täglichen Einsatz bewährt. Aktuell werden dabei neben den akustischen Spektren auch GPS-, Temperatur- und Beschleunigungsdaten aus dem Fahrzeug übermittelt. Auf dem Server des Konsortialpartners nxBASE Technologies werden alle Daten ausgewertet und in einem Dashboard angezeigt.

Damit wurden bereits die einfache Nachrüstbarkeit und niederschwellige Implementierung des Systems am Antrieb des Straßenbahnzuges nachgewiesen. Die Überwachung anderer mechanischer Baugruppen eines Fahrzeugs ist durch die problemlos nachrüstbare Sensorik jederzeit gegeben.

5. Ausblick

Die Anforderungen an technische Systeme steigen in der heutigen Zeit immer rasan-

ter, intensive Zustandsüberwachung bzw. die frühzeitige Erkennung von Versagenskriterien werden immer wichtiger. Kriterien wie

- Zuverlässigkeit
- Effizienz
- Kostenreduktion und -transparenz
- Digitalisierung
- Nachhaltigkeit

spielen schon heute, aber erst recht in der Zukunft eine immer größere Rolle und stellen die Firmen vor neue Herausforderungen bzw. Anpassungsprobleme.

Daher wird eine niederschwellige Nachrüstung und Modernisierung über lange Nutzungszeiträume bei gutem Kosten-Nutzenverhältnis immer wichtiger. So können auch ältere Systeme effizient gehalten und Neuanschaffungen hinausgezögert werden.

Belohnt werden Unternehmen mit derartigen Technologien mit höchster Kundenzufriedenheit und guter Liefertreue. Das wiederum garantiert bessere Chancen bei einer zukünftigen Auftragsvergabe.

SensoDIMARIS hilft Betreibern konkurrenzfähig zu bleiben und dabei die Kosten im Blick zu behalten. Nach einem erfolgrei-

chen Test in einem Straßenbahn-Fahrzeug im Alltagsbetrieb können jetzt auch weitere Bereiche in der Bahnindustrie davon profitieren.

Aber auch in anderen Industriezweigen, in denen die Zuverlässigkeit einzelner Komponenten oder auch ganzer größerer Systeme eine hohe Bedeutung hat und Ausfallrisiken minimiert werden müssen, ist die Implementierung möglich. Das gesamte Projektteam verfolgt dies nun aktiv. Sinn macht dies vor allem, wenn Unternehmen versuchen, folgende Punkte zu optimieren:

- Vermeidung von Schäden für Personen und Equipment
- Kostenreduktion durch optimierte Prozessabläufe und auch bei der Personalqualifikation
- Digitalisierung von Geschäftsprozessen

Genau diese Punkte machen die Einführung von zusätzlicher Sensorik, verknüpft mit intelligenter Auswertung und automatisierten Abläufen, zu einer wichtigen und dringenden Management-Entscheidung. ●

Summary

SensoDIMARIS: the ear to the machine for condition-based and predictive maintenance

The aim of the SensoDIMARIS project is, to supplement regular maintenance by condition-based maintenance on public transport vehicles and therewith increase total availability. Both slowly developing and acute failures which are not completely covered by integrated sensors should be detected at an early stage. For an optimum maintenance forecast, online processed data should be correlated, valued and processed with the offline vehicle and GPS data for a digital condition control. By the use of digital end devices such as Augmented Reality Data glasses, the process chain will be further supplemented. After a successful test on a tram vehicle in daily operation, further sections of the rail industry may now also benefit from this.

Abwasserreinigung und Service – effizient und kostenbewusst

**Sie haben Abwasser aus der
Reinigung und Instandhaltung?**

Wir liefern neben der kompletten Abwassertechnik auch die passenden Behandlungskemikalien und unterstützen Sie mit unserem Team beim Anlagenbetrieb. Sprechen Sie uns einfach an.

Innovation für Wassertechnik
ENVIROCHEMIE

EnviroChemie GmbH · In den Leppsteinswiesen 9 · 64380 Rossdorf
Tel. 06154 6998-73 · www.envirochemie.com · info@envirochemie.com

Die Gestaltung von Verträgen zur Beschaffung von Schienenfahrzeugen im Hinblick auf die neue Zulassungsverordnung (EU) 2018/545 des vierten Eisenbahnpakets

Für Besteller und Hersteller von Schienenfahrzeugen ergeben sich aus der Durchführungsverordnung (EU) 2018/545 vom 4. April 2018 über die praktischen Modalitäten für die Genehmigung für das Inverkehrbringen von Schienenfahrzeugen und die Genehmigung von Schienenfahrzeugtypen neue Chancen und Risiken im Vergleich zur bisherigen Rechtslage. Der folgende Beitrag bietet Lösungsansätze, wie diese neuen Risiken bei der Gestaltung von Verträgen über die Beschaffung von Schienenfahrzeugen berücksichtigt und angemessen verteilt werden können.



1. Einleitung

Mit dem vierten Eisenbahnpaket wurde der Bahnsektor in der Europäischen Union grundlegend reformiert. Eine der wichtigsten Neuerungen der sogenannten „technischen Säule“ des vierten Eisenbahnpakets ist die am 16. Juni 2020 auch in Deutschland in Kraft getretene Durchführungsverordnung (EU) 2018/545 vom 4. April 2018 über die praktischen Modalitäten für die Genehmigung für das Inverkehrbringen von Schienenfahrzeugen und die Genehmigung von Schienenfahrzeugtypen (Zulassungsverordnung). Sie soll das Zulassungsverfahren für Schienenfahrzeuge EU-weit vereinheitlichen und transparenter gestalten, um Kosten und Verwaltungsaufwand für länderübergreifend tätige Eisenbahnverkehrsunternehmen zu senken. So kann künftig mit nur einem einzigen Antrag über die zentrale Anlaufstelle der Europäischen Eisenbahngesellschaft (European Railway Agency, ERA), dem sogenannten One-Stop-Shop (OSS), eine Genehmigung erlangt werden, die den Betrieb eines Fahrzeugs bzw. Fahrzeugtyps in sämtlichen Mitgliedstaaten der EU ermöglicht.

Für Besteller und Hersteller von Schienenfahrzeugen ergeben sich durch die Harmonisierung des Zulassungsverfahrens aber nicht nur neue Chancen, sondern

auch neue Risiken. Denn zum einen bieten das neue Zulassungsverfahren und die neuen Genehmigungsarten nicht dieselbe Planungssicherheit in Bezug auf Änderungen des technischen Regelwerks wie die Regelwerksfestschreibung und die Serienzulassung nach früherer Rechtslage. Und zum anderen rückt die Zulassungsverordnung vor allem den Antragsteller, regelmäßig den Hersteller, ins Zentrum des Verfahrens und überträgt diesem neue Rechte und Pflichten, die das Verhältnis zwischen Besteller und Hersteller während und nach der Abwicklung eines Beschaffungsvertrags beeinflussen. Diese Neuerungen sollten daher durch entsprechend angepasste Regelungen in den Beschaffungsverträgen adressiert und einer sachgerechten Lösung zugeführt werden.

2. Bisherige Rechtslage

Nach früherer Rechtslage wurde zwischen der Inbetriebnahmegenehmigung von strukturellen Teilsystemen (IBG), der Serienzulassung, der Zulassung von Fahrzeugvarianten und der Genehmigung von Fahrzeugtypen unterschieden. Für die Erteilung der IBG war das Regelwerk zugrunde zu legen, das im Zeitpunkt der Antragstellung anwendbar war. Diese sogenannte Regelwerksfestschreibung schützte den Antrag-



Dr. Tobias Boecken

Partner der Kanzlei Gleiss Lutz. Seine Tätigkeitsschwerpunkte liegen im Vertrags- und Haftungsrecht für den Bau- und Anlagenbau sowie im Bereich der (sicherheits-) technischen Compliance. Er berät mit seinem Team auch zum Schienenfahrzeugbau



Dr. Ulrike von Paris

Rechtsanwältin bei der Kanzlei Gleiss Lutz. Mit ihrer Expertise im internationalen Privat- und Zivilverfahrensrecht berät und vertritt sie nationale wie internationale Mandanten



Hannah Walter

Rechtsanwältin bei der Kanzlei Gleiss Lutz. Zu ihren Schwerpunkten gehören die Beratung und Vertretung von Mandanten in grenzüberschreitenden Streitigkeiten und Transaktionen, speziell im Bereich des internationalen Maschinen- und Anlagenbaus
Hannah.Walter@gleisslutz.com

steller daher vor Verzögerungen durch unvorhersehbare Änderungen des Regelwerks während des Zulassungsverfahrens. Sie war zunächst begrenzt auf sieben Jahre, die damit verbundene Planungssicherheit konnte aber in Verbindung mit der Serien-

zulassung zeitlich noch erweitert werden. Denn die Serienzulassung hatte eine Geltungsdauer von sieben Jahren, während der weitere Fahrzeuge einer Serie auf Basis der Serienzulassung in Betrieb genommen werden konnten. In diesem Zeitraum waren Regelwerksänderungen für die Zulassung weiterer Fahrzeuge der Serie grundsätzlich unerheblich.

3. Neue Rechtslage

Durch das vierte Eisenbahnpaket wurden die IBG und die Serienzulassung durch die Genehmigung für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen (GIF) und die Fahrzeugtypengenehmigung (FTG) und die Regelwerksfestbeschreibung durch das sogenannte Vorbereitungsverfahren ersetzt; zudem wurde das sogenannte Konfigurationsmanagement eingeführt. Diese Neuerungen sind in Verträgen zur Beschaffung von Schienenfahrzeugen interessengerecht abzubilden.

3.1. Genehmigungen und Normänderungsrisiko

Während die GIF weitgehend mit der IBG vergleichbar ist, handelt es sich bei der FTG um ein neues Konzept, das keiner der bisherigen Genehmigungsarten entspricht. Entscheidend an der FTG ist, dass auf ihrer Grundlage die GIF für weitere Fahrzeuge ohne erneute Prüfung erteilt wird, sofern eine Konformitätsbescheinigung des Inhabers der FTG vorliegt. Inhaber der FTG wird der Antragsteller – regelmäßig also der Hersteller der Fahrzeuge – und diese ist nicht ohne Weiteres übertragbar. Das Konzept der Regelwerksfestbeschreibung wurde zwar nicht in die Zulassungsverordnung übernommen, jedoch kann dem eigentlichen Antrag auf Erteilung einer Genehmigung nun ein Vorbereitungsverfahren („pre-engagement“) vorgelagert werden. In diesem Verfahren erstellt die Genehmigungsstelle einen sogenannten Standpunkt der Vorbereitung, der die für den Antrag maßgebliche TSI-Version und die maßgeblichen nationalen Vorschriften festsetzt. Dieser ist ebenfalls für sieben Jahre gültig und ist insoweit mit der Regelwerksfestbeschreibung vergleichbar. Ob er tatsächlich dieselbe Planungssicherheit bieten kann, wird sich jedoch in der Praxis noch erweisen müssen. Zudem kann durch die FTG – anders als bei der Serienzulassung – die durch den Standpunkt der Vorbereitung vermittelte Planungssicherheit nicht für einen weiteren Zeitraum von bis zu sieben Jahren ab Erteilung der Genehmigung verlängert

werden. Denn die Geltungsdauer der FTG ist zwar grundsätzlich unbeschränkt, ihr Bestand kann aber von Regelwerksänderungen berührt werden. Damit bedarf es beim Erwerb von Schienenfahrzeugen neuer vertraglicher Regelungen, um die Frage nach der Verteilung der Risiken von Änderungen des technischen Regelwerks sachgerecht zu adressieren. Hier sind Besteller von Schienenfahrzeugen zunächst gut beraten, den Hersteller vertraglich zur Stellung des Vorbereitungsantrags zu verpflichten, da dieser in der Zulassungsverordnung nicht verpflichtend vorgesehen ist. Eine vertragliche Verteilung der verbleibenden Änderungsrisiken kann dann – unter Berücksichtigung von projektspezifischen Besonderheiten – nach den Gesichtspunkten der Vorhersehbarkeit bzw. Vermeidbarkeit erfolgen.

3.2. Konfigurationsmanagement

Eine weitere Neuerung durch die Zulassungsverordnung ist das sogenannte Konfigurationsmanagement („KM“). Dieses bezeichnet ein systematisches organisatorisches, technisches und administratives Verfahren zur Dokumentation von Änderungen während des gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs oder Fahrzeugtyps. Für das KM eines Fahrzeugs ist der Halter, für das KM des Fahrzeugtyps ist der Inhaber der FTG – regelmäßig also der Hersteller der Fahrzeuge – zuständig, vorbehaltlich abweichender vertraglicher Regelungen auch nach Veräußerung der Fahrzeugflotte an den Besteller. Der Hersteller muss also auch nach der Auslieferung des letzten bestellten Fahrzeugs regelmäßig prüfen, ob die Genehmigung noch den geltenden Vorschriften entspricht und anstehende Änderungen verwalten. Für dieses Verfahren, das Personalaufwand und Kosten verursacht, wird der Hersteller regelmäßig eine Vergütung vom Besteller verlangen. Der Besteller wird den Hersteller aber nicht dauerhaft für Tätigkeiten des KM vergüten wollen, zumal der Umfang des erforderlichen Aufwands und die Höhe der Kosten bislang nur schwer abschätzbar sind. Zudem hat der Besteller in der Regel kein Interesse daran, jede Änderung an den erworbenen Fahrzeugen mit dem Hersteller abstimmen zu müssen. Gleichsam dürfte es auch im Interesse des Herstellers liegen, nach gewisser Zeit aus seiner Verantwortung für das KM entlassen zu werden. Angesichts dessen sind neue vertragliche Regelungskonzepte erforderlich, welche die Vergütung des Herstellers für das KM

adressieren und die Übertragung der Inhaberschaft der FTG auf den Besteller nach Erwerb der Fahrzeuge ermöglichen. Insoweit kommt zunächst die Beauftragung des Bestellers als sogenannte Änderungsverwaltungsstelle in Betracht. Zudem besteht die Möglichkeit, dass der Besteller von Anfang an Inhaber der FTG wird, indem er im Zulassungsverfahren als Antragssteller auftritt und sich dabei, z.B. über die „Share“-Funktion bei der zentralen Anlaufstelle der ERA (OSS), durch den Hersteller vertreten lässt.

4. Schluss

In dem Beitrag „Die Gestaltung von Verträgen zur Beschaffung von Schienenfahrzeugen im Hinblick auf die neue Zulassungsverordnung (EU) 2018/545 des vierten Eisenbahnpakets“ in der Zeitschrift „Netzwerkwirtschaften und Recht“ S. 203 werden die mit der Zulassungsverordnung verbundenen Neuerungen im Vergleich zur bisherigen Rechtslage ausführlich analysiert sowie vertragliche Lösungsmöglichkeiten eingehend vorgestellt und erläutert. Es wird aufgezeigt, dass die bisherigen Regelungsmodelle vor dem Hintergrund der mit der Zulassungsverordnung aufgeworfenen neuen Risikoverteilungs- und Schnittstellenfragen auf den Prüfstand zu stellen sind, um für künftige Beschaffungsprojekte interessengerechte und vor allem streitvermeidende Regelungen zu vereinbaren und damit den Beteiligten Zeit und Kosten zu sparen. •

Summary

The design of contracts for the acquisition of rail vehicles with regard to the new approval regulation (EU) 2018/545 of the fourth railway package

The fourth railway package fundamentally reformed the rail sector in the European Union. One of the most important new features of the so-called “technical pillar” of the fourth railway package, is the Implementing Regulation (EU) 2018/545 of April 4th, 2018 on the practical modalities for authorizing the placing on the market of railway vehicles and the approval of railway vehicle types (Approval Regulation). It is expected to standardize the approval procedure for railway vehicles across the EU and make it more transparent in order to reduce costs and administration processes for railway undertakings with transnational operation. In future it will be possible to obtain an authorization to operate a vehicle or a vehicle type in all EU member states with only one application via the so-called One-Stop-Shop (OSS) of the European Railway Agency (ERA).

Simulation und Vergleich zweier Betriebsarten des Antriebssystems für HELMS-Lokomotiven

Das neuartige Seriell-parallel-Hybridantriebssystem der HELMS-Rangierlokomotiven (*Hybrid Electro-Mechanical Shunter*) ist sehr flexibel und ermöglicht dadurch verschiedene Betriebsstrategien der neubenannten Lokomotiven BR 1094. Zwei grundlegende Betriebsmodi des Hybridantriebes wurden simulativ verglichen.



1. Einleitung

Das Innovationsprojekt HELMS ist ein Hybridisierungs- und Modernisierungskonzept des DB-Verbundes für die Rangierlokomotiven der Baureihe 294, das in Kooperation mit Toshiba, Henschel, BTU Cottbus-Senftenberg und mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Land Brandenburg realisiert wurde.

Im Rahmen der Untersuchung des Betriebsverhaltens der HELMS-Modernisierungslösungen an einem Prototyp wurde u.a. die implementierte Betriebsstrategie

hinsichtlich ihrer Effizienz überprüft. Dabei wurde ein Simulationsmodell des HELMS-Antriebssystems in Matlab/Simulink umgesetzt und für die Bewertung des Kraftstoff- und Emissionseinsparpotentials der verschiedenen Betriebsmodi der neuen Lokomotive verwendet.

Als eine moderne und vielversprechende Alternative zu konventionellen dieselhydraulischen Antrieben der Baureihe 294 besitzt das HELMS-Antriebssystem ein großes Potenzial zur Kraftstoffeinsparung und Emissionsverringerung aufgrund seiner innovativen Hybridarchitektur.

Eine grundlegende Beschreibung des HELMS-Systems erfolgte auch bereits in der ETR 11/2020.

2. Grundlegender Aufbau und Funktion des hybriden Antriebssystems

Der gesamte neuentwickelte Antriebsstrang einer HELMS-Lokomotive stellt eine Mischform der Hybridarchitekturen dar (Bild 1).

Als Hauptantrieb des elektromechanischen leistungsverzweigten HELMS-Antriebssystems wird weiterhin der Dieselmotor mit einer Leistung von 1000 kW verwendet. Der Planetenradsatz dient als Zwischenglied für die Kraftübertragung vom Dieselmotor zu den Radsätzen. Die Antriebsleistung des Dieselmotors wird im Planetenradsatz in Abhängigkeit von den Drehzahlverhältnissen seiner drei Wellen in einen mechanischen und einen elektrischen Leistungspfad geteilt. Der elek-



Kateryna Stolz, M. Sc.

Akademische Mitarbeiterin
BTU Cottbus-Senftenberg
Kateryna.Stolz@b-tu.de



Prof. Dr.-Ing. Georg Möhlenkamp

Lehrstuhl Leistungselektronik
und Antriebssysteme
Lehrstuhlleiter
BTU Cottbus-Senftenberg
Georg.Moehlenkamp@b-tu.de



Andre Nadebohr, M. Sc.

Akademischer Mitarbeiter
BTU Cottbus-Senftenberg
Andre.Nadebohr@b-tu.de

trische Antriebsstrang besteht aus einer Kopplung von elektrischen Energiewandlern (ein Generator und zwei Fahrmotoren) und einem elektrischen Lithium-Ionen-Energiespeicher (Traktionsbatterie). Der Dieselmotor und der Generator in Verbindung mit dem Planetenradsatz realisieren ein stufenloses elektrisches Getriebe. Durch Einstellen des Generatorlastpunktes werden die Drehzahlverhältnisse am Planetenradsatz beeinflusst. Dabei ist das Momentenverhältnis am Planetenradsatz

Das Innovationsprojekt HELMS ist ein Hybridisierungs- und Modernisierungskonzept des DB-Verbundes für die Rangierlokomotiven der Baureihe 294, das in Kooperation mit Toshiba, Henschel, BTU Cottbus-Senftenberg und mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Land Brandenburg realisiert wurde.

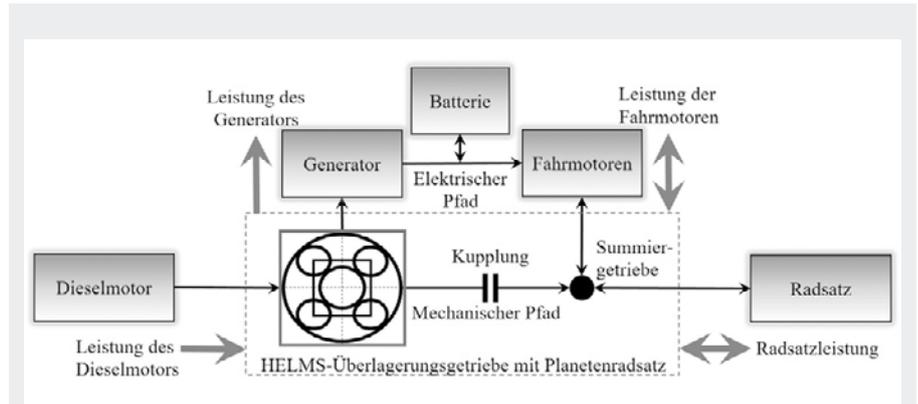


konstant und wird durch seine Übersetzung vorgegeben. Die vom Generator erzeugte elektrische Leistung wird entweder an den Energiespeicher abgegeben oder gleich zum elektrischen Antrieb mittels Fahrmotoren genutzt. Die beiden Leistungsstränge werden über ein Summiergetriebe wieder zusammengeführt. Hier werden die abgegebenen Leistungen beider Energiewandler, des Dieselmotors und der elektrischen Fahrmotoren, mechanisch mittels Momentenaddition überlagert. Das System arbeitet im Seriell-parallel-Betrieb. Die Antriebsstruktur ist zusätzlich mit einer Hybridkupplung ausgestattet, die die Abtrennung des Dieselmotors vom mechanischen Strang und somit einen reinen seriellen Betrieb ermöglicht. Die Leistung im elektrischen Strang kann je nach Bedarf und Betriebssituation bis zur Batterie in beide Richtungen fließen. Die Pfeile zeigen mögliche Leistungsflüsse an.

3. Vergleich der Betriebsmodi des HELMS-Antriebes

Durch die beschriebene Kombination von zwei unterschiedlichen Energiewandlern mit zwei Energiespeichern (Dieseltank und Traktionsbatterie) entstehen im HELMS-Antriebssystem zusätzliche Freiheitsgrade in der Energiebereitstellung, -übertragung und -speicherung, die den Einsatz einer intelligenten Betriebsstrategie erfordern. Sie soll in Abhängigkeit von vielen Einflussfaktoren ein optimales Zusammenwirken von allen Antriebssystemkomponenten definieren, um das maximal mögliche Kraftstoffeinsparpotenzial des Hybridkonzeptes auszuschöpfen. Dabei werden die Antriebsleistungen und Momente auf den Dieselmotor und den Elektroantrieb aufgeteilt, die Richtung und die Größe des Leistungsflusses zum Abtrieb oder zur Batterie bestimmt, sowie alle Bestandteile der Hybridstränge entsprechend gesteuert. Der Dieselmotor kann dabei in den zwei verschiedenen Modi „Drehzahl diskreter Modus“ oder „Drehzahlkontinuierlicher Modus“ betrieben werden.

In der umgesetzten Betriebsart „Drehzahl diskreter Modus“ wird die Aufteilung des angeforderten Antriebsmomentes auf beide Antriebsquellen abhängig vom Lokführerwunsch, Ladezustand der Batterie und der Lokgeschwindigkeit durch die Hybridsteuerung festgelegt. Dabei kann die Dieselmotordrehzahl nur bestimmte diskrete Werte annehmen. Diese diskreten Drehzahlstufen sind in Bild 2 sche-



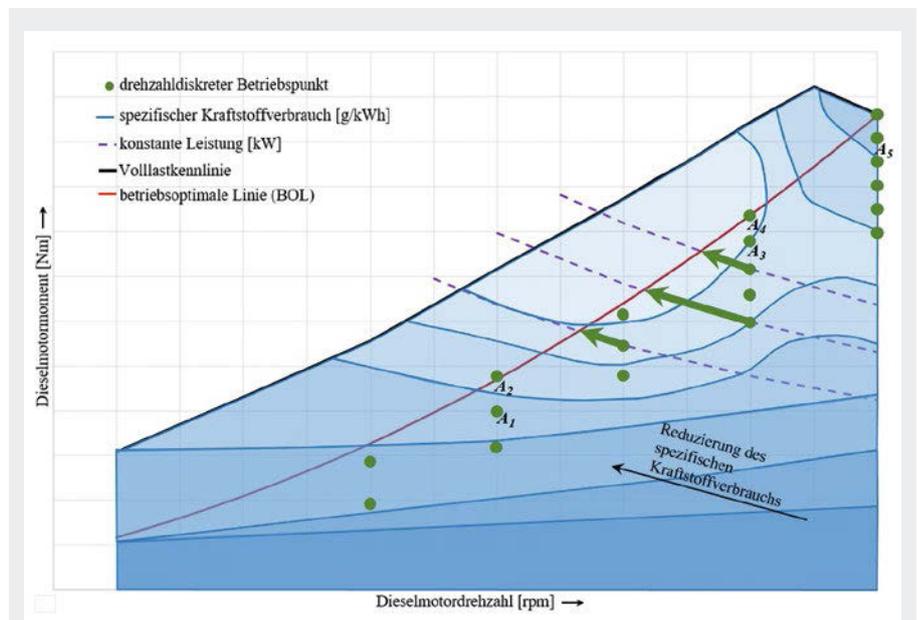
1: Struktur des HELMS-Antriebssystems mit Leistungsflüssen

matisch mit den grünen Punkten gekennzeichnet.

In der Betriebsart „Drehzahlkontinuierlicher Modus“ werden für die Reduzierung der Kraftstoffverbrauchs- und Emissionswerte die Vorteile des hybriden Antriebsstranges und die Eigenschaft des Verbrauchskennfeldes des Dieselmotors ausgenutzt. Das stufenlose elektrische Getriebe ermöglicht eine Einstellung der Betriebspunkte (BP) des Dieselmotors bei wahlfreien Drehzahlen und dadurch mit einem höheren Wirkungsgrad. Der niedrigere spezifische Kraftstoffverbrauch wird typischerweise in den BP nahe der „idealen“ Verbrauchskennlinie erreicht (BOL). Daher bedeutet die Verschiebung eines Betriebs-

punktes in Richtung der BOL entlang der Leistungshyperbel eine bessere Effizienz des Dieselmotors. Für drei BP wurde das in Bild 2 mit grünen Pfeilen dargestellt.

Die Gesamtantriebsleistung bleibt somit für beide Betriebsmodi gleich. Unterschiedlich ist die Variation der Parameter Drehmoment und Drehzahl am Dieselmotor. Im drehzahldiskreten Modus führt eine Erhöhung bzw. Senkung der Antriebsleistungsanforderung zum Anstieg bzw. zur Verringerung des Dieselmotordrehmomentes unter Beibehaltung der konstanten Drehzahl. Kann die Leistung bei eingestellter Drehzahl nicht geliefert werden, wird eine andere diskrete Drehzahl eingestellt. Im drehzahlkontinuierlichen Betriebsmo-



2: Dieselmotorcharakteristik mit Verbrauchskennfeld und diskreten Drehzahlstufen

aus werden sowohl das Drehmoment als auch die Drehzahl kontinuierlich angepasst, um die geänderte Leistung bereitzustellen.

Der drehzahlkontinuierliche Modus kann demnach die Effizienzvorteile bringen. Nachteilig ist die komplexere Regelung. Ob diese Steuerungsstrategie maßgebend zur Kraftstoff- und Emissionsreduzierung beiträgt, kann mithilfe einer Simulation des Betriebsverhaltens untersucht werden. Dazu wurde die Gesamtstruktur des HELMS-Antriebssystems in Matlab/Simulink nachgebildet.

4. Simulation der beiden Betriebsmodi

Zur Verifizierung des Simulationsmodells wurden die Messdaten eines realen Fahrzyklus verwendet, der in einem Prüfstand vom DB Werk Cottbus mit einem Prototyp der HELMS-Lokomotive gefahren wurde (Bild 3).

Das Antriebssystem wurde im Referenzfahrzyklus im drehzahldiskreten Modus be-

trieben. Es wurden Beschleunigungs- und Bremsvorgänge sowie Fahrten mit konstanter Geschwindigkeit nachgebildet. Die in der Prüfstandmessung erfassten Messwert-Zeit-Verläufe wurden als Eingangsgrößen für die Verifizierung des Modells verwendet. Die Simulationsergebnisse des drehzahldiskreten Betriebsmodus stimmen insgesamt gut mit den Prüfstandmessungen überein.

Im drehzahlkontinuierlichen Betriebsmodus wird der Dieselmotor in den verbrauchsoptimalen Betriebspunkten betrieben. Bei gleichem Fahrprofil der Lokomotive unterscheiden sich die Drehzahl und das Drehmoment des Dieselmotors im Vergleich zur drehzahldiskreten Betriebsweise. Die Verschiebung der Betriebspunkte des Dieselmotors im drehzahlkontinuierlichen Modus ist in den blau hervorgehobenen Zeitbereichen in Bild 3 auffallend. In den übrigen Streckenabschnitten des Fahrzyklus sind die Dieselmotorbetriebspunkte auch bei der dreh-

zahldiskreten Betriebsweise schon optimal eingestellt.

Der Verbrauch liegt im drehzahlkontinuierlichen Betriebsmodus nur leicht unter dem Wert des drehzahldiskreten Betriebsmodus. Die Reduzierung des Verbrauches beträgt für den gesamten Fahrzyklus 0,62%.

Die nur geringe Einsparung des Kraftstoffes im drehzahlkontinuierlichen Betriebsmodus erklärt sich dadurch, dass der Dieselmotor im Referenzfahrzyklus schon überwiegend in BP sehr nah oder auf der BOL betrieben wurde (BP A₁ – A₅, Bild 2).

Es wird auch deutlich, dass Verbrauchseinsparungen des drehzahlkontinuierlichen Betriebsmodus im Vergleich zum drehzahldiskreten Modus vom Fahrprofil abhängen. Je weiter ein BP im drehzahldiskreten Betriebsmodus von der BOL entfernt ist, desto mehr wirkt sich ein drehzahlkontinuierlicher Betrieb des Dieselmotors auf den Kraftstoffverbrauch aus.

Angemerkt werden muss an dieser Stelle, dass es sich bei den hier dargestellten Simulationsergebnissen um einen Vergleich zwischen zwei Modi des neuen HELMS-Antriebes handelt. Im Vergleich zur Altlok BR 294 werden mit der HELMS-Lokomotive deutlich höhere Kraftstoffeinsparungen von bis zu 20% erreicht!

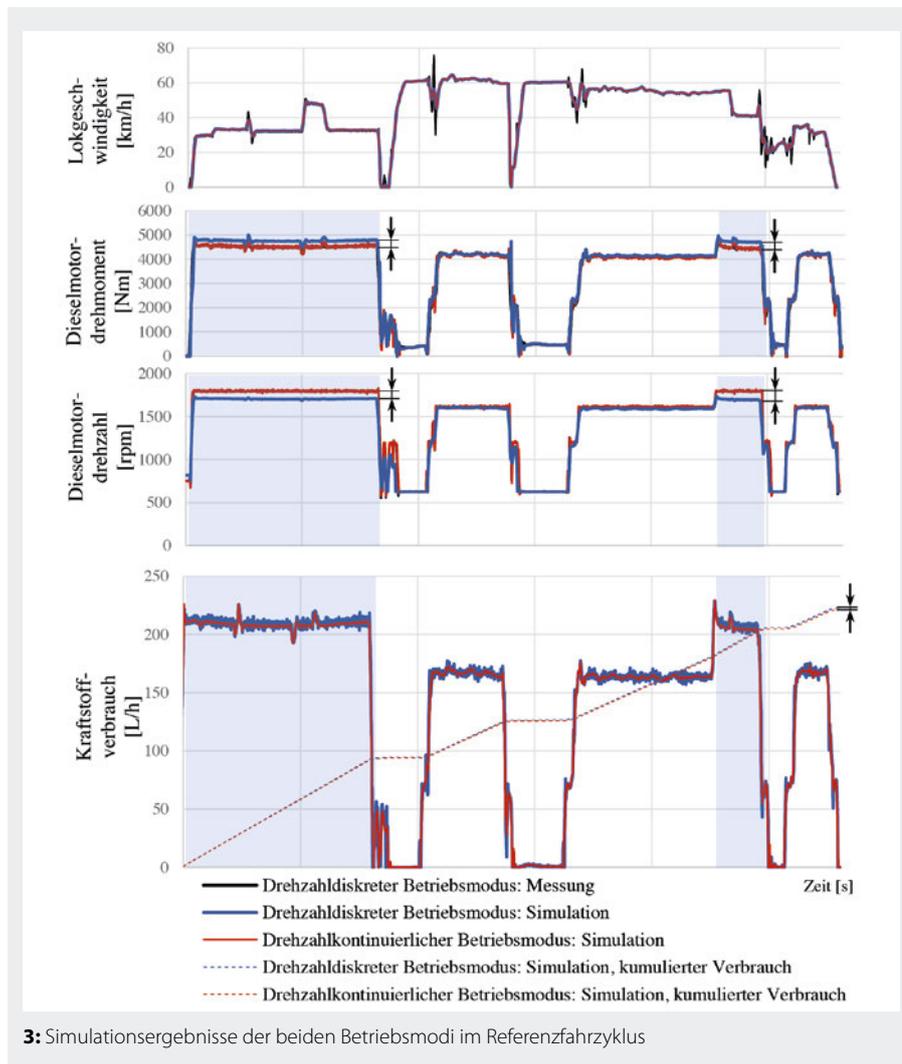
5. Zusammenfassung

Im drehzahlkontinuierlichen Betriebsmodus der HELMS-Rangierlokomotiven kann eine Verbrauchs- und Emissionsreduktion im Vergleich zum drehzahldiskreten Modus erzielt werden. Das erreichbare Kraftstoffeinsparpotenzial ist betriebspunktabhängig und kann somit für verschiedene Fahrstrecken variieren. Inzwischen sind beide Betriebsmodi im HELMS-Antriebssystem implementiert. In der noch laufenden Betriebsbewährungserprobungsphase werden weitere Erkenntnisse zum Kraftstoffverbrauch aus realen Fahrzyklen gesammelt.

Summary

Simulation and comparison of two operating modes of the drive system for HELMS locomotives

The new serial-parallel-hybrid-driven system of HELMS-shunting locs (Hybrid-Electro-Mechanical-Shunter) is very flexible and therefore allows different operating strategies of the newly named locomotives BR 1094. Two basic operating modes of the hybrid drive are compared simulatively.



3: Simulationsergebnisse der beiden Betriebsmodi im Referenzfahrzyklus



Sehr geehrte Leserinnen und Leser!

Die vorliegende Ausgabe der ETR-Austria enthält zum Ausklang des hoffentlich letzten Sommers unter Pandemiebedingungen zwei ganz unterschiedlich orientierte Fachartikel aus dem Eisenbahnwesen.

Der erste Beitrag ist die Vorstellung einer neuen Institution für die universitäre Ausbildung im Eisenbahnwesen. Mit der Gründung des Instituts für Eisenbahn Infrastrukturdesign – Railway Infrastructure Design an der Technischen Universität Graz – gestiftet von der voestalpine Railway Systems (vaRS) – wird die österreichische wissenschaftliche Landschaft im Eisenbahnwesen wieder um konstruktive Themen im Oberbau sowie der Messtechnik im Labor und Streckengleis komplettiert.

Die zweite Arbeit enthält eine Betrachtung der Umweltauswirkungen von Verkehrssystemen auf die menschliche Gesundheit im Vergleich. Die oftmals negativen Auswirkungen auf die Umwelt und in weiterer Folge auf die menschliche Gesundheit können durch gezielte Maßnahmen verringert werden.

Abschließend darf ich Sie auch auf die zahlreichen eisenbahnorientierten Veranstaltungen der Österreichischen Verkehrs-

wissenschaftlichen Gesellschaft (ÖVG) wie insbesondere auf das 19. Wiener Eisenbahnkolloquium am 7. und 8. Oktober 2021 in Wien unter www.oevg.at hinweisen. Das Kolloquium steht, wie schon früher angekündigt, unter dem sehr aktuellen Generalthema „Zug statt Flug?“. Ich würde mich freuen, wenn diese Thematik auch Ihr geschätztes Interesse finden könnte, und freue mich auf ein Wiedersehen bei dieser Gelegenheit.

Mit den besten Grüßen aus Wien

Ihr

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Norbert Ostermann**

Vorstand des Instituts für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen an der TU Wien

Inhalt

70 Kompakt

73 Neues Institut für Eisenbahn Infrastrukturdesign – Railway Infrastructure Design an der Technischen Universität Graz

Ferdinand Pospischil | Karin Metnitzer | Farzad Farivar

76 Eine gesundheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen von Verkehrssystemen im Vergleich

Hakan Kadam | Bernhard Rüger

82 FSV Aktuell

Kontakt

Herausgeber:

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Norbert Ostermann**

Institut für Verkehrswissenschaften,
Forschungsbereich für Eisenbahnwesen,
Verkehrswirtschaft und Seilbahnen
TU Wien, Karlsplatz 13, A-1040 Wien
Email: norbert.ostermann@tuwien.ac.at

voestalpine Railway Systems und PJ Messtechnik kooperieren in der Schieneninstandhaltung



Die Kooperationspartner (v.l.n.r.): Martin Joch (CEO / PJM), Johannes Neuhold (Solution Consulting / voestalpine Railway Systems GmbH), Johannes Wunderamer (Vice President Sales / voestalpine Track Solutions Germany GmbH) und Jochen Holzfeind (CTO / voestalpine Railway Systems GmbH)

Digitale Vermessung | PJ Messtechnik GmbH und voestalpine Track Solutions Germany GmbH, ein Tochterunternehmen der voestalpine Railway Systems bündeln ihre jeweiligen Kernkompetenzen in der Schieneninstandhaltung von Nahverkehrssystemen und gehen künftig gemeinsame Wege. Durch diesen neuen ganzheitlichen Ansatz ist es erstmals möglich, Schienen und Gleise ganzer U-Bahnen und Stadtbahnen innerhalb kürzester Zeit digital und „smart“ zu vermessen und direkt anschließend effizient und zielgerichtet mittels Hochleistungsfrästechnik zu bearbeiten.

Durch die Verknüpfung der jeweiligen Kernkompetenzen beider Unternehmen entsteht ein einzigartiges ganzheitliches Service-Angebot für den Kunden, welches zu einer nachhaltigen Erhöhung der Gleisverfügbarkeit bei gleichzeitig sinkenden Gesamtlebenszyklus-Kosten führt.

Innerhalb kürzester Zeit ist es möglich, den Schienenzustand ganzer Gleissysteme sehr effizient zu erfassen, zu digitalisieren und zu visualisieren. Die erhaltenen Ergebnisse dienen zur zielgerichteten Einsatzplanung der mobilen Hochleistungsfrästechnik

von voestalpine Track Solutions, können aber auch als allgemeiner Netzzustandsbericht herangezogen werden. Zum Nachweis der Zustandsverbesserung bzw. Schädigungs-beseitigung wird das „Rundum-Sorglos-Paket“ durch eine weitere Messkampagne nach der erfolgten Schienenbearbeitung abgerundet. Zeitlich wiederkehrende oder kontinuierliche Analysen sind zukünftig eine wesentliche Hilfestellung bei der Wandlung von reaktiven hin zu proaktiven Instandhaltungsstrategien.

Die Digitalisierung und Miniaturisierung der Messtechnik erlaubt es mittlerweile den Oberbau mit handelsüblichen Industriesensoren zu vermessen, die beispielsweise temporär auf Instandhaltungsfahrzeugen oder auch Serienfahrzeugen installiert werden. Der Einsatz von speziellen Messfahrzeugen ist somit nicht mehr zwingend erforderlich. Mit diesem Ansatz können auch jene Netzbetreiber den Zustand des Oberbaus unkompliziert und mit vertretbarem Aufwand erfassen, für die beispielsweise aufgrund spezieller Lichttraumprofile keine Oberbau-Messfahrzeuge verfügbar sind. Die Kenntnis über den Zustand des Oberbaus ist das Fundament einer effizienten Instandhaltung.



Erfassung von Schienenprofilen mittels Lasertechnik

Quelle der Fotos: Manuel Hanschitz

Bis 2024: Neues Zugbeeinflussungssystem für U6-Strecke und -Fahrzeuge

Wiener Linien | Die signaltechnische Überwachung der U6 – das sogenannte Zugbeeinflussungssystem – bekommt in den kommenden Jahren ein Update. Bis 2024 werden alle U6-Züge sowie die insgesamt 17,5 km lange Strecke entsprechend umgerüstet. Die Modernisierung der Fahrzeuge und die Umbauarbeiten entlang der Strecke haben keinen Einfluss auf den täglichen Betrieb – die U6 ist über den gesamten Zeitraum uneingeschränkt für die Fahrgäste unterwegs. Mit dem Update des Zugbeeinflussungssystems der U6 wird die Signaltechnik der Gürtel U-Bahn auf den neuesten Stand der Technik gebracht. „Neben dem Ausbau des U-Bahn-Netzes durch das Jahrhundertprojekt U2xU5 ist auch jede Modernisierung der bestehenden Öffi-Infrastruktur eine wichtige

Investition in den Klimaschutz und in unsere Zukunft“, so Öffi-Stadtrat Peter Hanke.

Ursprünglich entstammt die U6 der ehemaligen Stadtbahngürtellinie. Seit 1996 bringt die U6 die Fahrgäste auch dank des Zugbeeinflussungssystems zwischen Floridsdorf und Siebenhirten sicher und zuverlässig an ihr Ziel. „In den vergangenen 25 Jahren machte die Technologie auch in diesem Bereich große Fortschritte. Deshalb bekommen die U6-Züge und die Technik entlang der Strecke in den kommenden drei Jahren ein Update“, erklärt Wiener-Linien-Geschäftsführer Günter Steinbauer. Der Umbau der Fahrzeuge und der Strecke startet bereits kommendes Jahr. Die Umrüstung der Strecke wird bis Herbst 2023 abgeschlossen sein, der Umbau der Fahrzeuge bis 2024.

Koralmtunnel-Folgauftrag gewonnen

ARGE PORR und Rhomberg Bahntechnik

| Mit der bahntechnischen Ausstattung der Hochgeschwindigkeitsstrecke durch den Koralmtunnel ist es für die ARGE nicht getan: Jetzt haben die ARGE-Partner PORR Bau GmbH und Rhomberg Bahntechnik GmbH auch den Zuschlag für den Folgauftrag „GU2-TA“ gewonnen. Die zwei österreichischen Bahntechnikspezialisten werden sich nach der Errichtung und Inbetriebnahme der Festen Fahrbahn (FF) auch um sämtliche weitere Baumaßnahmen bis hin zur Inbetriebnahme des 33 km langen Koralmtunnels kümmern. Die PORR übernimmt diesmal die kaufmännische Geschäftsführung, den technischen Lead hat Rhomberg Bahntechnik.

Konkret wird die ARGE bis zur Inbetriebnahme der Strecke Ende 2025 die gesamte bahntechnische Ausrüstung des Infrastrukturprojekts verantworten und ausführen. Dies umfasst sämtliche Kabelbauleistungen, die Telekommunikation, Energie- und Sicherheitstechnik, maschinellen Anlagen sowie Bauleistungen wie etwa Durchbrüche oder Metallbau. Das Auftragsvolumen liegt bei rund 110 Mio. Euro.

„Schon im ersten Los haben wir Aufgaben wie die Lieferung der Oberleitungsstützpunkte oder die Herstellung und den Betrieb der Bauprovisorien übernommen, von denen wir auch beim Einbau der bahntechnischen Ausrüstung profitieren“, erklärt Robert Kumpusch, Geschäftsführer



Gute Grundlage für den Folgauftrag: Die Baustelleneinrichtungsfläche am Koralmtunnel, die Rhomberg Bahntechnik und die PORR auch für die bahntechnische Ausrüstung nutzen wird

Quelle: ©Rhomberg Bahntechnik GmbH

der der Rhomberg Bahntechnik GmbH. „So ist es uns bei der Angebotserstellung für das entsprechende Los leichtgefallen, Synergien mit den weiteren Aufgaben zu erzielen und natürlich auch wirtschaftlich abzubilden.“ Auch Karl-Heinz Strauss, CEO der PORR, äußert sich hoch erfreut: „Dass wir unsere größte Eigenbaustelle, an der wir schon seit den Rohbauarbeiten aktiv

beteiligt sind, nun auch bis zur Vervollendung entscheidend mitgestalten können, ist ein toller Erfolg.“ Wie schon beim ersten Auftrag setzen die beiden Partner auch jetzt auf die Bündelung ihrer Fachkompetenzen und Erfahrung, um die Aufgabe termin- und kostentreu sowie zur vollsten Zufriedenheit des Auftraggebers abzuwickeln.

Das 1.-Klasse-Ticket für die Bordelektronik

SPRING-FAST® Kabelschutz

- ▶ Schutz kritischer Elektronik in anspruchsvollen Umgebungen
- ▶ Flammhemmender Spezialthermoplast SL-FST, keine Entwicklung zusätzlichen toxischen Rauches
- ▶ Senkung der Installationskosten um 49 % und 9,5-fache Produktivitätssteigerung
- ▶ Hohe Qualität nach Industriestandards EN45545-2, NFPA 130 und FST

Fordern Sie kostenlose Muster an!

Mehr erfahren Sie unter:

DTI device technologies GmbH
 Telefon: +49 40 350 85 128
 contact@dti-devicetech.eu
 www.dti-devicetech.eu

LINSINGER setzt neue Maßstäbe in der Schienenwartung

Schienenfräszug | Das Schienennetz der kanadischen Toronto Transit Commission (TTC) wird von einem LINSINGER Schienenfräszug gewartet – dem SF02T-FS, der neue Maßstäbe in der Schienenwartung in Nordamerika setzt.

Die TTC beförderte im Jahr 2019 526,3 Mio. Fahrgäste, und diese Zahl wird nach der Pandemie sicherlich noch steigen. Das Schienennetz stellte einige Herausforderungen für die Sanierung der Schienen dar, und TTC war auf der Suche nach der effektivsten und nachhaltigsten Lösung. Nach einer ausführlichen Bewertung der Optionen vergab TTC Mitte 2018 den Auftrag an Rhomborg SERSA. Diese wiederum bestellte den Schienenfräszug bei LINSINGER. Dieser Zug wurde speziell auf die Wartungs- und Serviceanforderungen der TTC zugeschnitten und wird die Schienenprofile Kanadas sanieren.

LINSINGER Schienenfräsmaschine SF02T-FS

Quelle: Rhomborg Sersa



Die neue LINSINGER Fräsmaschine SF02T-FS ist mit der modernsten und leistungsfähigsten Generation diesel-elektrischer Fräsaggregate ausgestattet und kann alle von TTC geforderten Profile bearbeiten. Durch die niedrige Bauweise

ist die SF02T-FS nicht nur für den U-Bahn- und Personenverkehr geeignet, sondern kann Fräsarbeiten auch an Weichen, Kreuzungen, Brücken, stark beschädigten Kurven und auf Güterbahnen durchführen.

FSV-Auszeichnungen für wissenschaftliche Publikationen

Prämierte Abschlussarbeiten | Heuer wurden für den FSV-Preis 2021 in der Kategorie Diplom-/Masterarbeiten 33 Arbeiten eingereicht, die von über 60 Fachexperten begutachtet wurden. Unter dem Motto „Wir finden neue Wege – die Jugend geht mit“ werden heuer in der FSV die besten Diplom-/Masterarbeiten bzw. Dissertationen prämiert. Viele Themen kamen auch aus dem Eisenbahnwesen und zwei davon konnten die Begutachter überzeugen. Neben diesen beiden Präsentationen, die Messungen am dynamischen Gleisstabilisator betreffen, werden auch Arbeiten von Preisträgern des Vorjahres aus dem schienenbezogenen Planungsbereich vorgestellt. Sie sind herzlich eingeladen, am 23. September in Wien persönlich bei der Veranstaltung teilzunehmen – alternativ werden Kurzfassungen in den kommenden Ausgaben der ETR



mit Extra Austria präsentiert werden. Die FSV gratuliert auch auf diesem Weg den Gewinnern der Preise und wünscht alles Gute für Ihre zukünftige Karriere.

Integration von ÖV-Stationen in die Abläufe des täglichen Lebens



Forschungsprojekt | Um die umweltpolitischen Ziele einer Nutzungssteigerung öffentlicher Verkehrsmittel (ÖV) zu erreichen, müssen alle Etappen der Wegekette den Anforderungen der Menschen bestmöglich entsprechen. ÖV-Stationen in peripheren ländlichen Räumen sind

oft rudimentär ausgestattet und bilden die Mobilitätsbedürfnisse nicht umfänglich ab. V.a. sind Anforderungen aus dem Blickwinkel von Gender&Diversity zwangsläufig ungenügend beachtet und berücksichtigen kaum die unterschiedlichen Gründe, warum überhaupt Mobilitätsbedarf entsteht. Um die Attraktivität und Nutzung des ÖVs zu erhöhen, werden im Projekt Station4All Maßnahmen konzipiert, die unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedürfnisse der Menschen eine bestmögliche Integration von ÖV-Stationen in die Abläufe des täglichen Lebens ermöglichen und gleichzeitig strukturschwache Regionen stärken. Das Projekt Station4All wird durch das BMK in der Förderschiene FEMtech gefördert und läuft seit Juli 2021 bis Juni 2023. Mehr Informationen gibt es unter: <http://Station4All.netwiss.at>

Neues Institut für Eisenbahn Infrastrukturdesign – Railway Infrastructure Design an der Technischen Universität Graz

Mit der Gründung wird die österreichische wissenschaftliche Landschaft im Eisenbahnwesen wieder um konstruktive Themen im Oberbau sowie der Messtechnik im Labor und Streckengleis komplettiert.

1. Hintergrund

Der österreichische Eisenbahnsektor ist mit einem Gesamtanteil von über 5,1% an weltweiten Bahnexporten der Schienenfahrzeuge maßgeblich an der Gestaltung der Zukunft des Verkehrsträgers Bahn beteiligt. Mit 2,6% der Bruttowertschöpfung ist er innerhalb Österreichs einer der bedeutendsten Wirtschaftssektoren. [1] Umso wichtiger ist es daher, das System Bahn von wissenschaftlicher Seite zu erforschen und voranzubringen sowie Fachkräfte auszubilden um diesen essenziellen Wirt-

schaftsfaktor am Laufen zu halten. Diese wissenschaftliche Betrachtung nehmen das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft (EBW) und das Institut für Betriebsfestigkeit und Schienenfahrzeugtechnik (BST) an der TU Graz, das Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen an der TU Wien (IEW), die Arbeitsgruppe Eisenbahnwesen im Arbeitsbereich für Intelligente Verkehrssysteme an der Universität Innsbruck sowie die FH St. Pölten und das neu gegründete Institut für Eisenbahn Infrastrukturdesign (RID) an der TU Graz wahr. Die jeweiligen Aufga-



Univ.-Prof. Dr.techn. Ferdinand Pospischil, M.Sc.

Technische Universität Graz
Leiter des Instituts für Eisenbahn-
Infrastrukturdesign

ferdinand.pospischil@tugraz.at
www.rid.tugraz.at



Dipl.-Ing. Karin Metnitzer, BSc

Technische Universität Graz
Universitätsassistentin

karin.metnitzer@tugraz.at



Farzad Farivar, MSc BSc

Technische Universität Graz
Universitätsassistent

farzad.farivar@tugraz.at



1: v.l.n.r.: Der Stifter, Franz Kainersdorfer (Vorstandsmitglied der voestalpine AG); der Leiter des RID, Ferdinand Pospischil (TU Graz) und der Rektor der TU Graz, Harald Kainz
Quelle: © Lughammer TU Graz

benfelder sind hierbei klar definiert, sodass eine gegenseitige Unterstützung und ein konstruktiver, konkurrenzfreier Austausch stattfinden kann. Aufgrund der fehlenden Nachbesetzung der Eisenbahnprofessur in Innsbruck (Univ. Prof. Dr.-Ing. Erich Kopp und a. o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Günter Prager) sind die Kernkompetenzen aus Innsbruck (insbesondere die Gleismesstechnik) mit dem noch vorhandenen Team zwar auf einer hohen Expertise, projektmäßig jedoch schnell ausgelastet. Seit der Berufung von



2: Gleismessung von Schienenfußspannungen mittels DMS

Quelle: © Lughammer TU Graz

Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. Peter Veit am EBW als Nachfolger von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Klaus Rießberger liegt der Fokus des Instituts auf der Lifecycle Kosten Betrachtung des Eisenbahnoberbaus. Das EBW ist mit selbigem nun weltweit führend und Vorreiter in diesem Gebiet. Die FH St. Pölten ist mit ihren Projekten weiterhin eine kompetente Adresse für anwendungsbezogene Fragestellungen. Neben den Universitäten sind weitere wichtige Partner in der wissenschaftlichen Landschaft zu nennen wie z. B. die Virtual Vehicle Research GmbH (ViF), einem Comet-Zentrum, welches sich im Eisenbahnsektor insbesondere der Simulation des Gesamtsystems (Interaktion Fahrzeug Fahrweg) widmet.

2. Die Gründung des RID

Basierend auf dieser Entwicklungshistorie und Forschungslandschaft wurde per 01.01.2021 das unabhängige Institut (RID) – gestiftet von der voestalpine Railway Systems (vaRS) – an der TU Graz gegründet (siehe Bild 1). Es sollen sowohl die konstruktiven Themen um den Eisenbahnoberbau als auch das damit verbundene Know-how um Labor- und Gleismesstechniken weitergeführt und ausgebaut werden. Nach Ablauf der derzeitigen fünfjährigen Stiftungsvereinbarung wird der Kern des Instituts entweder weiterhin mit Stiftungsgeldern finanziert oder aber aus dem Topf der TU Graz gezahlt, womit das Weiterbestehen des RID gesichert ist.

Diese Stiftung passt insbesondere gut zusammen mit dem gleichzeitig ins Leben gerufenen Research Cluster Railway Systems, welcher den Fokus auf interdisziplinäre Synergiepotentiale aus den Bereichen der Schienenfahrzeugtechnik, Bahninfrastruktur und Bahnbetrieb legt und somit die im Umfeld an der TU Graz vorhandenen Fachexpertisen aus Wissenschaft und Industrie bündelt. [2]

3. Die Forschungsgebiete

Aufgrund dem von der Klimaentwicklung unterstützten Umdenken hin zu einer nachhaltigeren Mobilität wird sich der Modal Split in den nächsten Jahren zugunsten des Systems Eisenbahn verschieben. Dies bedeutet mehr Züge, eine höhere Taktdichte und somit geringere Instandhaltungsfenster, da die Infrastruktur nicht im gleichen Umfang wachsen kann. An diesem Punkt setzt das RID mit seiner Forschung am Gesamtsystemverständnis Bahn an und versucht gemeinsam mit den Partnern den Oberbau langlebiger, robuster und gleichzeitig ausfall- und wartungsärmer zu designen. Mithilfe von Kurz- und Langzeitmessungen im Streckengleis kann das Verhalten des Oberbaus wie z.B. die Kraftverteilung und die Belastung der einzelnen Komponenten gemessen werden. Die Erkenntnisse dieser Messungen können sodann in die Konstruktion neuer Oberbaubestandteile einfließen oder auch als Inputparameter oder Validationsgrößen von Simulationen herangezogen werden.

Das Messequipment befindet sich im Moment im Aufbau und richtet sich stets nach den aktuellen Anforderungen. Derzeit ist es möglich, Wege, Beschleunigungen, Kräfte und Dehnungen messtechnisch zu erfassen (siehe Bild 2).

Als RID werden wir uns gemeinsam mit unseren Partnern dem gesamten Zyklus widmen: Simulation und Validation – Konstruktion – Messung – Weiterentwicklung. Dazu zählt nicht nur die Betrachtung von Schiene, Schwelle, Schotter oder Weiche, sondern das Gesamtsystem Eisenbahn unter Einbeziehung aller Komponenten vom Fahrzeug bis zum Unterbau. Dabei wird insbesondere auch der anforderungsgerechte Einsatz elastischer Elemente mit in die Forschung integriert. Außerdem werden in Zukunft vor allem auch die Themen rund um Lärm und Erschütterungen an Bedeutung gewinnen und in die Forschungsstrategie einfließen.

Neben den Gleismessungen wird in den nächsten Jahren ein Labor aufgebaut. Dabei wird das Ziel verfolgt, bauteilspezifische Messungen nach Norm durchführen zu können und der Industrie als Forschungspartner zur Seite zu stehen. Als Zeithorizont dafür sind derzeit ca. 5 Jahre angesetzt. Hierbei wird insbesondere auf Input aus der Industrie gesetzt, um die Prüfstände den wissenschaftlichen, aber auch industriellen Ansprüchen entsprechend zu entwickeln und anzuschaffen.

Derzeit beschäftigen sich drei Dissertationen am Institut mit Fragestellungen rund um den Oberbau. Zwei davon fokussieren hierbei auf die Schotterzerstörung und deren Mechanismen und sollen in enger Zusammenarbeit sowohl Laborversuche und Simulationen entwickeln und durchführen. Die dritte Arbeit widmet sich dem Oberbau-Komponentenverhalten aufgrund von belastungsspezifischen Einflüssen.

4. Die Lehre

Da die Lehre im Eisenbahnwesen an der TU Graz derzeit durch das EBW abgedeckt ist, wird sich das RID ab dem Wintersemester 2022 mit neuen Inhalten ergänzend an die Studierenden wenden. Der Fokus wird hierbei insbesondere auf der Berechnung und der konstruktiven Ausbildung des Oberbaus liegen. Weitere Veranstaltungen werden die Messungen im Oberbau und die Themengebiete der Erschütterungen und die Möglichkeiten, diese zu reduzieren, beinhalten. Studierende werden bereits in

3: Das Team des RID zum 01.08.2021

Quelle: RID



ihren Bachelor-/Master-/Diplomarbeiten betreut. Gerne freuen wir uns hierbei auf Themeninputs – auch Projektideen für weitere Dissertationen sind jederzeit willkommen. Mit aktuellen Fragestellungen wird es möglich sein, Studierende für das Thema Eisenbahn zu begeistern und somit dem Nachwuchsbedarf der Industrie und den Infrastrukturbetreibern gerecht zu werden.

5. Partner und Projekte

Ohne Partner ist der Aufbau eines neuen Instituts schwer realisierbar. Daher freuen wir uns über das entgegengebrachte Vertrauen der vaRS, die Unterstützung sowie die Übertragung erster wissenschaftlicher Projekte. Mit unseren Nachbarinstituten EBW und BST sowie der vaRS, dem VIF, den ÖBB und weiteren Partnern sind wir gemeinsam am FFG-Projekt Rail4Future beteiligt. Zu weiteren großen Firmen und Infrastrukturbetreibern besteht bereits Kontakt und wir hoffen auf eine baldige Zusammenarbeit. Der Fokus soll hierbei vorerst aufgrund der Nähe auf der D-A-CH Region liegen, danach jedoch ausgeweitet werden.

6. Die Zukunft

Neben den richtigen Partnern ist natürlich das richtige Team für den Aufbau eines neuen Institutes unerlässlich. Das RID besteht bereits aus sechs Personen, eine weitere Ausschreibung befindet sich aktuell

im Besetzungsverfahren. Um weitere Projekte bearbeiten zu können wird eine stetige Erweiterung des Teams angestrebt. Wir freuen uns auf Kontakte und Anregungen seitens der ETR-Leserschaft und laden Sie ein, sich auch weiterhin auf unserer Website www.rid.tugraz.at auf dem Laufenden zu halten.

Literatur

- [1] D. C. Helmenstein, „Wirtschaftsfaktor Eisenbahn,“ Economica, Wien, 2018.
 [2] RCRS, „Research Cluster Railway Systems,“ TU Graz, [Online]. Available: <https://www.tugraz.at/forschung/forschung-und-wirtschaft/research-cluster-railway-systems/>. [Zugriff am 02.08.2021].

Ferdinand Pospischil (35)

ist seit 2021 Leiter des Instituts für Eisenbahn Infrastrukturdesign an der Technischen Universität Graz.

Er studierte Bauingenieurwesen an der TU München und promovierte im Eisenbahnwesen an der Universität Innsbruck. Danach verschlug es ihn einige Jahre nach Vorarlberg, um dort bei Getzner Werkstoffe GmbH in der Forschung & Entwicklungsabteilung elastische Elemente des Eisenbahnoberbaus zu designen und zu prüfen. Anschließend wechselte er in den technischen Vertrieb zu Getzner Werkstoffe Deutschland GmbH und ging gleichzeitig zurück als Post-Doc an die Universität Innsbruck. Seit 2020 ist er daneben als Chefredakteur der Fachzeitschrift „Der Eisenbahningenieur“ tätig. Seine Freizeit verbringt er gerne mit seiner Familie und in den Bergen.

Summary

New institute for Railway Infrastructure Design – Railway Infrastructure Design at the Graz University of Technology

Railroads are of increasing importance, especially since the modal split will develop towards rail in the future. However, the infrastructure is not able to grow at the same rate and must be adapted to the new requirements like higher train frequencies and higher loads. This is where the newly founded Institute of Railway Infrastructure Design, endowed by vaRS and headed by Ferdinand Pospischil, comes in. The institute's core topics are research on low-maintenance superstructure types with high endurance and building up targeted measurement technology in the laboratory as well as in track.

Eine gesundheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen von Verkehrssystemen im Vergleich

Das steigende Mobilitätsbedürfnis führt zu einem zunehmenden Verkehrsaufkommen mit oftmals negativen Auswirkungen auf die Umwelt und in weiterer Folge auf die menschliche Gesundheit. Die Umweltauswirkungen sind je nach Verkehrssystem in Art und Intensität unterschiedlich ausgeprägt, durch gezielte Maßnahmen können negative gesundheitliche Folgen reduziert werden. Dieser Aufsatz gibt einen Überblick über die Umweltauswirkungen der verschiedenen Verkehrsträger und auf den damit verbundenen Einfluss auf die menschliche Gesundheit.



1. Einleitung

Die Zunahme des Verkehrsaufkommens bei den Systemen Straßenverkehr, Bahnverkehr und Luftverkehr ist eine Belastung für die Umwelt. Auswirkungen des Verkehrs sind z. B. Luftverunreinigungen, Lärmemissionen, Erschütterungen, Lichtverschmutzung, elektromagnetische Belastung oder Flächenverbrauch. Bei den Luftverunreinigungen und Lärmemissionen gilt der Verkehr als Hauptverursacher.

Die Umweltauswirkungen der Verkehrssysteme haben Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zufolge sind die Auswirkungen von Luftverschmutzung sowie die Lärmbelastung die zwei größten umweltbedingten Ursachen für Gesundheitsprobleme. [1] Die möglichen gesundheitlichen Folgen können unterteilt werden in psychische Folgen wie z. B. Stress oder Schlafstörungen und physische Folgen wie z. B. Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie die Schwächung des Immunsystems. Einhergehend mit den gesundheitlichen Auswirkungen gibt es auch Auswirkungen auf die Lebenserwartung.

Um die Auswirkungen der Verkehrssysteme auf die menschliche Gesundheit zu minimieren beziehungsweise um geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Umwelteinflüsse entwickeln zu können, ist es wich-

tig zu verstehen, wie sich der Verkehr auf die Umwelt auswirkt und welche gesundheitlichen Folgen damit verbunden sind.

Dieser Fachartikel basiert hauptsächlich auf Literaturrecherchen und stellt mit Fokus auf Schadstoff- und Lärmemissionen folgende Fragen in den Mittelpunkt:

- Welche Auswirkungen haben die Verkehrssysteme Straßenverkehr, Luftverkehr und Schienenverkehr auf die Umwelt und wie wirken sich diese auf die menschliche Gesundheit aus?
- Welche Maßnahmen können helfen, die Umweltauswirkungen der Verkehrssysteme und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu reduzieren?

2. Luftverunreinigung

Gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG ist jeder Stoff, der in der Luft vorkommt und schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder auf die Umwelt haben kann, ein Schadstoff. Demnach ist Luft, die solche Stoffe enthält, verunreinigt beziehungsweise verschmutzt. Das Ziel der EU-Richtlinie 2008/50/EG ist, die Luftverschmutzung zu reduzieren, um schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit möglichst gering zu halten. Die EU beurteilt die Luftqualität anhand der in der RL 2008/50/EG Artikel 5 genannten Schadstoffe. Die aktuellen Grenzwerte zum



Ing. Dipl.-Ing. Hakan Kadam, BSc

Absolvent Master Bahntechnologie und Management von Bahnsystemen, FH St. Pölten
hakankadam@outlook.com



DI Dr.techn. Bernhard Rüger, EURAIL-ING

TU-Wien, Forschungsbereich für Eisenbahnwesen & FH-St.Pölten, Departement für Bahntechnologie und Mobilität
bernhard.rueger@tuwien.ac.at
bernhard.rueger@fhstp.ac.at

Schutz der menschlichen Gesundheit sind in der EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa festgelegt (siehe Tabelle 1):

Der Verkehr zählt zu den Hauptverursachern von Feinstaub. Neben Verbrennungsprozessen im Motor entsteht Feinstaub auch durch Abrieb von mechanisch beanspruchten Komponenten wie z. B. Reifen, Bremsen, Kupplungen und der Straßenoberfläche. Das erklärt auch die Zusammensetzung des Feinstaubes aus verschiedenen Substanzen. Neben dem Feinstaub tragen auch Stickoxide zur Luftverunreinigung bei. Sie setzen sich aus Stickstoff (N) und

Sauerstoff (O) zusammen und entstehen hauptsächlich durch Verbrennungsprozesse. Am Ende des Verbrennungsprozesses werden Stickstoffmonoxid (NO) sowie Stickstoffdioxid (NO₂) an die Außenluft abgegeben. Unter Sonneneinwirkung (UV-Strahlung) reagiert Stickstoffdioxid (NO₂) mit Sauerstoff (O₂). Durch diese Reaktion entsteht Stickstoffmonoxid (NO) sowie Ozon (O₃), welches ein Bestandteil von Sommersmog ist. [5]

Etwa ein Viertel der Treibhausgasemissionen der Europäischen Union entfielen im Jahr 2018 auf den Verkehrssektor. Insgesamt betragen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2018 in der Europäischen Union 4392 Megatonnen CO₂-Äquivalent [6] (Mt CO₂e), davon entfielen circa 1095 Mt CO₂e auf den Verkehrssektor. Der Großteil davon, nämlich 71,1%, werden durch den Straßenverkehr verursacht. Einen vergleichsweise geringen Anteil an den Emissionen des Verkehrssektors hat der Bahnverkehr mit insgesamt 1,7% (siehe Bild 1). Davon sind 0,4% auf den nicht elektrifizierten Bahnverkehr zurückzuführen. Zu den Treibhausgasemissionen werden alle Emissionen gezählt, die eine direkte Auswirkung auf die Erderwärmung haben sowie jene Emissionen, die bei der Erzeugung, Übertragung und Verteilung der genutzten Energie anfallen. [7, 8, 9]

In Bild 1 sind die Anteile der Verkehrssysteme an den Treibhausgasemissionen des gesamten Verkehrssektors innerhalb der Europäischen Union dargestellt.

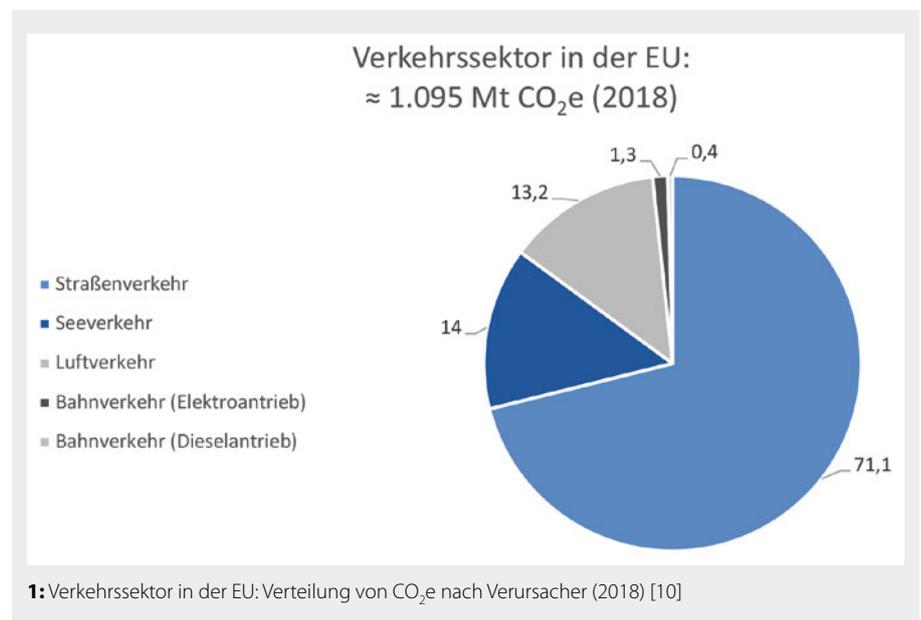
In Österreich lagen die Treibhausgasemissionen (THG) im Jahr 2018 bei 50,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent (exklusive Emissionshandel). Damit wurden die zulässigen Höchstmengen gemäß Klimaschutzgesetz um 1,6 Millionen Tonnen überschritten. Die THG verteilen sich auf die Sektoren Verkehr (47,3%), Landwirtschaft (16,2%), Gebäude (15,6%) sowie Energie und Industrie (11,6%). [11]

Der Straßenverkehr emittiert mit rund 99% den Großteil der Treibhausgase des Verkehrssektors in Österreich. Davon entfallen etwa 61 – 62% auf den Personenverkehr und 36 – 37% auf den Straßengüterverkehr. Die restlichen THG des Verkehrssektors entfallen auf die Bereiche Bahnverkehr, Schiffsverkehr, nationaler Flugverkehr sowie auf mobile militärische Geräte. [12, 13]

Zusätzlich zu den Treibhausgasen emittieren Verkehrssysteme unter anderem Partikel wie z. B. PM₁₀. Im Jahr 2018 betragen die PM₁₀-Emissionen in Österreich 26400

Tabelle 1: EU-Grenzwerte für Feinstaub (PM_{2,5} und PM₁₀), Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Benzol (C₆H₆), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Blei (Pb) in der Außenluft zum Schutz der menschlichen Gesundheit [4]

Schadstoff	Grenzwert	Parameter	Zulässige Überschreitung
PM _{2,5} [2]	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Keine
PM ₁₀ [3]	50 µg/m ³	Tagesmittelwert	35-mal im Kalenderjahr
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Keine
NO ₂	200 µg/m ³	1-Stunden-Mittelwert	18-mal im Kalenderjahr
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Keine
SO ₂	350 µg/m ³	1-Stunden-Mittelwert	24-mal im Kalenderjahr
	125 µg/m ³	Tagesmittelwert	3-mal im Kalenderjahr
C ₆ H ₆	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Keine
CO	10 mg/m ³	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	Keine
Pb	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Keine



Tonnen. Davon entfielen 16,8% (rund 4435 Tonnen) auf den Verkehrssektor. Der Feinstaub durch den Verkehr entsteht hauptsächlich durch Verbrennungsmotoren (insbesondere Diesel), Brems- und Reifenabrieb. [14] Der Straßenverkehr ist für 92% der PM₁₀-Emissionen verantwortlich. Der Rest verteilt sich zu 4% auf die Bahn sowie je 2% auf den Schiff- und Luftverkehr.

3. Lärmemission

Neben Luftschadstoffen emittieren Verkehrssysteme auch Schall. Die sich ausbreitenden Schallwellen können bei den Betroffenen zu einer Lärmbelastung führen und bei dauerhafter Einwirkung auch Krankheiten verursachen. Etwa 2,7 Millionen Menschen in Österreich fühlen sich

in ihrem Wohnumfeld durch Lärm beeinträchtigt. Ungefähr 54% beziehungsweise 1,46 Millionen davon, sehen die Hauptursache dafür im Straßenverkehr. [15]

Die EU-Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm bildet die Grundlage zur Weiterentwicklung und Ergänzung bestehender Gemeinschaftsmaßnahmen bezüglich Lärmemissionen. Als wichtigste Lärmquellen werden unter anderem Straßen- und Schienenfahrzeuge, Infrastruktureinrichtungen sowie Flugzeuge definiert. Zur Schaffung vergleichbarer Kriterien wurden gemeinsame Lärmindizes definiert:

- Zur Bewertung der Lärmbelastung:
 - L_{den}: Tag-Abend-Nacht-Pegel (day-evening-night); [dB]

Tabelle 2: Grenzwerte für die Lärmindizes gemäß ‚EU-RL 2002/49/EG‘ in Österreich [16]

Lärmindex	Grenzwert in Österreich [dB]	WHO – Empfehlung [dB]
Tag-Abend-Nacht-Pegel (L_{den})		
Straßenverkehr	60	53
Bahnverkehr	70	54
Luftverkehr	65	45
Nachtlärmindex (L_{night})		
Straßenverkehr	50	45
Bahnverkehr	60	44
Luftverkehr	55	40

- Zur Bewertung von Schlafstörungen:
 - L_{night} : Nachtlärmindex (Night-time noise indicator); [dB]

In Österreich sind die Grenzwerte für die Lärmindizes wie in Tabelle 2 dargestellt definiert.

Bei Personenkraftwagen im Straßenverkehr beträgt der Schalldruckpegel L_p abhängig vom Fahrzeugtyp bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h ungefähr 70 bis 80 dB(A). Dabei überwiegt bis etwa 35 km/h das Motorgeräusch, ab 35 km/h überwiegt das Abrollgeräusch der Reifen. [17]

Etwa 20% der EU-Bevölkerung leben in Regionen, in denen der Verkehrslärm schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit hat. Rund 139 Millionen Menschen sind einem Tag-Abend-Nacht-Pegel von $L_{den} \geq 55$ dB ausgesetzt und etwa 100 Millionen Menschen sind einem Nacht-Pegel von $L_{night} \geq 50$ dB ausgesetzt. [18] In Bild 2 sind die Verursacher der Lärmbelastung nach deren Anteil dargestellt.

In Österreich sind laut Angaben der Europäischen Umweltagentur 44,9% der Bevölkerung (ca. 4 Mio. Menschen) einem

Tag-Abend-Nacht-Pegel von $L_{den} \geq 55$ dB ausgesetzt. [20] Der Straßenverkehr ist mit ca. 72% der Hauptverursacher. Der Anteil des Bahnverkehrs liegt bei ca. 27%, der Rest entfällt auf den Luftverkehr. Der Grund für den relativ hohen Anteil beim Bahnverkehr liegt im vergleichsweise dichten Bahnnetz in Österreich.

4. Auswirkungen der Emissionen

Luftverunreinigungen können Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen. Dadurch kann das Herzinfarktrisiko steigen und das Immunsystem geschwächt werden. Durch das geschwächte Immunsystem sind Menschen anfälliger für Virusinfektionen. Es wird z.B. geschätzt, dass in Deutschland etwa 26% der COVID-19-Todesfälle auf eine langfristige Feinstaubbelastung ($PM_{2,5}$) zurückzuführen sind. [21] Luftverunreinigungen wirken sich auch auf die Lebenserwartung aus. In Österreich verringert sich die Lebenserwartung infolge der Feinstaubbelastung um durchschnittlich acht Monate. [22] Der Verkehrslärm ist hauptsächlich für

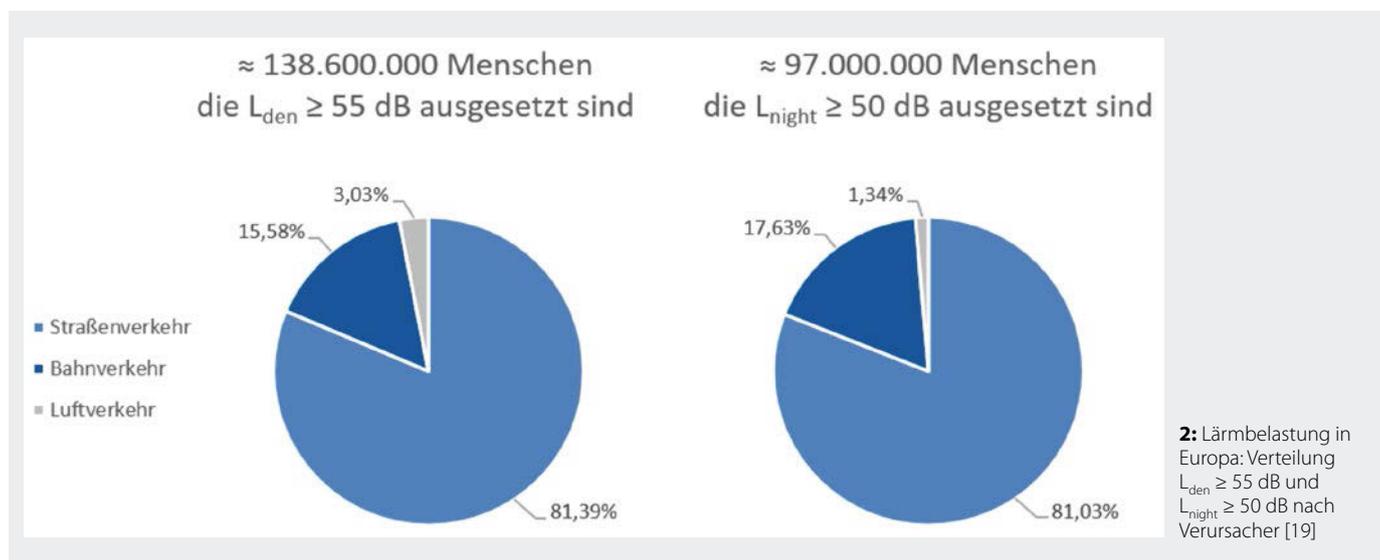
Schlafstörungen verantwortlich. Weitere lärmbedingte Gesundheitsschäden sind Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion, die koronare Herzkrankheit, das erhöhte Herzinfarktrisiko, Bluthochdruck sowie eine verringerte Konzentrationsfähigkeit (insbesondere bei Kindern). [23]

In Europa verursacht der Verkehr rund 48 000 Fälle koronarer Herzerkrankung. Zusätzlich leiden etwa 6,5 Millionen Menschen an schweren Schlafstörungen und rund 22 Millionen Menschen sind einer starken Lärmbelastung ausgesetzt. [24] Im Bild 3 werden die Einflüsse der Verkehrssysteme gegenübergestellt.

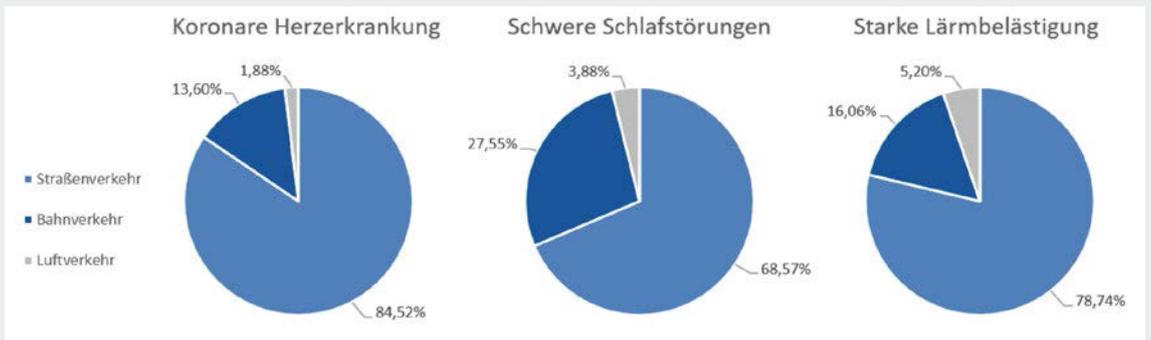
Zu den vorzeitigen Sterbefällen, aufgrund der vom Verkehr verursachten Luftverschmutzung (Feinstaub PM_{10}), gibt es mehrere Angaben. Demnach sind 2000 (Quelle: WHO) bis 3000 (Quelle: The Lancet) vorzeitige Sterbefälle in Österreich auf die Luftverschmutzung durch den Verkehr zurückzuführen. [26, 27] Von durchschnittlich 2500 vorzeitigen Sterbefällen entfallen etwa 2300 auf den Straßenverkehr, 100 auf den Bahnverkehr und je 50 auf den Schiff- und Luftverkehr.

Neben der Luftverschmutzung führt auch die Lärmbelastung zu vorzeitigen Sterbefällen, deren Anzahl jedoch vergleichsweise gering ist. Die Europäische Umweltagentur schätzt, dass europaweit 12 000 vorzeitige Sterbefälle durch den Verkehrslärm verursacht werden. [28] Mit ca. 84% ist der Straßenverkehr für die meisten vorzeitigen Sterbefälle verantwortlich. Der Anteil von Bahn- und Luftverkehr liegt bei 14% bzw. 2%.

Als Vergleich sind in Bild 4 die Todeszahlen verschiedener Todesursachen in Ös-



3: Auswirkungen der Lärmbelastung in Europa: Verteilung nach Verursacher [25]



4: Todesfälle pro Jahr in Österreich (2020) [29]



terreich im Jahr 2020 dargestellt, wobei ca. 25% (s.o., Angaben aus Deutschland) der COVID-19 bedingten Todesfälle ihre Ursache in der Luftverschmutzung haben und im Jahr 2020 diesem Segment zugerechnet werden müssten.

5. Mögliche Maßnahmen zur Reduktion der gesundheitlichen Folgen

Da der Straßenverkehr sowohl bei der Luftverunreinigung als auch bei der Lärmemission als Hauptverursacher gilt, ist eine mögliche Maßnahme zur Verringerung der gesundheitlichen Folgen, die Senkung der Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung ist ein wichtiger Faktor bei der Luftverunreinigung. Es gilt grundsätzlich, dass die Feinstaubbelastung umso höher ist, je hö-

her die Geschwindigkeit ist. Dabei steigt die Feinstaubbelastung überproportional mit steigender Geschwindigkeit. Vom VCÖ („Verkehrsclub Österreich“) wurden die in Tabelle 3 dargestellten Schadstoff-Emissionen für die jeweilige Geschwindigkeit berechnet.

Demnach können durch eine Verringerung der Geschwindigkeit von 130 km/h auf 100 km/h die Feinstaubpartikel um über 10% sowie die Stickstoffoxide sogar

um über 19% reduziert werden. Eine Anhebung des Tempolimits von 130 km/h auf 140 km/h würde dagegen die Feinstaubbelastung um über 18% und die Stickstoffoxidbelastung um über 16% erhöhen.

Berechnungen der TU Graz zufolge sind die Auswirkungen noch größer. Unter Berücksichtigung der realen Verkehrssituation (abweichende Durchschnittsgeschwindigkeit im Vergleich zum flüssigen Verkehr) hätte eine Senkung des Tempoli-

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Schadstoff-Emission bei PKW. [31]

Geschwindigkeit [km/h]	Stickstoffoxide (NO _x) [g/km]		Feinstaubpartikel (PM ₁₀) [g/km]	
	Wert	Änderung	Wert	Änderung
140	0,605	+16,4%	0,010	+18,6%
130	0,520	100%	0,008	100%
100	0,420	-19,3%	0,007	-10,6%

Tabelle 4: Auswirkungen der Geschwindigkeitsreduktion auf den Verkehrslärm (30 km/h statt 50 km/h) [34]

Geschwindigkeit [km/h]	Verringerung der Lärmemission	Entspricht einer Lärmreduktion wie durch die Verringerung des Verkehrsaufkommens um
50	Vergleichswert	Vergleichswert
30	-3 dB	- 50 %

mits von 130 km/h auf 100 km/h demnach eine noch stärkere Auswirkung. Die Stickstoffoxide würden um 25 % statt um circa 19 % sinken und die Feinstaubbelastung würde sich um 20 % statt um circa 10 % verringern. Zusätzlich wurde berechnet, dass die Kohlenstoffdioxid-Emissionen um 16 % sinken würden. [32]

Wie bei der Luftverunreinigung gilt auch bei der Lärmbelastung, dass mit steigender Geschwindigkeit der Lärm überproportional steigt. Die Lärmbelastung durch den Straßenverkehr kann daher durch die Herabsetzung von Tempolimits gesenkt werden (siehe Tabelle 4). [33]

Eine Verringerung des Tempolimits von 100 km/h auf 80 km/h würde eine Senkung der Lärmemissionen um 2 dB bewirken. Das entspricht einer Reduktion des Lärms in dem Ausmaß, wie wenn das Verkehrsaufkommen um 35 % verringert werden würde. Bei einer Senkung der Lärmemissionen um insgesamt 3 dB wäre der empfundene Lärm vergleichbar mit einer Halbierung der Verkehrsmenge. [35]

Durch Geschwindigkeitsreduktionen können sowohl die PM₁₀-Emissionen als auch die Lärmemissionen gesenkt werden. Eine Senkung der PM₁₀-Emissionen um 11 % bis 20 % (z.B. durch 100 km/h statt 130 km/h) würde bewirken, dass in Österreich pro Jahr ungefähr 500 Menschen weniger in Folge der Feinstaubbelastung durch den Verkehr vorzeitig sterben würden.

Als weitere Maßnahme, die sowohl die Luftverunreinigungen als auch die Lärmbelastung senken kann, zählt unter anderem die Einführung einer Citymaut. Eine Citymaut kann zur Verkehrsvermeidung sowie zur Verkehrsverlagerung beitragen. Der Ausbau alternativer Verkehrsnetze (z.B. Radwege, Fußwege) kann zur Erhöhung der Anteile von Rad- und Fußwegen bzw. zur Senkung der Anzahl der PKW-Nutzer*innen führen. Außerdem kann die Einführung von Umweltzonen dazu beitragen, dass Fahrzeuge mit geringem Schadstoffausstoß bevorzugt werden (z.B. Elek-

troauto) und die Anzahl älterer Fahrzeuge mit höherem Schadstoffausstoß dadurch sinkt. Mit einer Förderung der Elektromobilität kann dieser Effekt verstärkt werden. Zur Senkung des Verkehrsvolumens kann außerdem Carsharing beitragen.

Um die Luftverunreinigungen zu senken, sind der weitere Ausbau und die Förderung des öffentlichen Verkehrs zu forcieren. Außerdem sind bestehende Emissionsstandards laufend auf Einhaltung zu überprüfen. Weitere wichtige Maßnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe sind z.B. die Ökologisierung und Staffelung der Maut nach Abgaswerten bzw. eine fahrleistungsabhängige Maut für PKW. Durch die Ökologisierung der Maut kann sowohl eine Verkehrsverlagerung als auch eine Verkehrsvermeidung erreicht werden. Einen ähnlichen Lenkungseffekt hätte auch die Anpassung der Mineralölsteuer sowie die Ökologisierung bestehender Förderungen (z.B. Pendlerpauschale).

Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung sind oft mit Investitionen in die Infrastruktur verbunden. Zur Senkung des Verkehrslärms können z.B. geräuscharmer Asphalt, geräuscharme Reifen und geräuscharme Motoren beitragen. Darüber hinaus können an stark belasteten Orten Lärmschutzwände errichtet werden bzw. Schallschutzfenster gefördert werden. Begegnungszonen sowie die Schaffung von Grünflächen können zur Verkehrsberuhigung und somit zur Verringerung der Lärmemissionen beitragen. Eine Ökologisierung der Maut könnte neben der Reduzierung der Luftschadstoffe auch auf die Reduktion des Verkehrslärms abzielen und Fahrzeuge mit geringeren Lärmemissionen bevorzugen.

Beim Bahnverkehr ist im Vergleich zum Straßenverkehr die Schadstoffbelastung deutlich geringer. Dennoch sind Verbesserungen zu erwirken, vorzugsweise durch weitere Elektrifizierung. Zu beachten ist jedoch, dass der Bahnstrom aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden muss, um den tatsächlichen Vorteil der

geringen Schadstoffemissionen zu generieren! Ein vergleichsweise größeres Emissionsproblem besteht bei der Bahn nach wie vor im Bereich des Lärms. Hier sind sowohl vermehrt aktive Schutzmaßnahmen entlang von Bahnstrecken durch Siedlungsgebiete (Lärmschutzwände oder -dämme) als auch Lenkungsmaßnahmen wie z.B. Lärmmonitoring (Bevorzugung lärmarmen Fahrzeuge in Form von reduziertem Infrastrukturbenutzungsentgelt) als Möglichkeiten zur Reduktion der Lärmemissionen zu nennen.

Literatur

[1] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[2] PM_{2,5}: Feinstaubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 2,5 µm.

[3] PM₁₀: Feinstaubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 10 µm.

[4] Eigene Darstellung: Vgl. Europäische Union (EU): RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050>

[5] Vgl. Schwedes, Oliver: Verkehrspolitik – Eine interdisziplinäre Einführung. Berlin: 2018

[6] Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.

[7] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): EU greenhouse gas emissions kept decreasing in 2018, largest reductions in energy sector. URL <https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-greenhouse-gas-emissions-kept> – Stand: 01.05.2021

[8] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Zug, Flugzeug, Auto oder Schiff – welches Verkehrsmittel belastet die Umwelt am wenigsten?. URL https://www.eea.europa.eu/ds_resolver/euid/d6990f94754c43419aa15d-9daae245bf – Stand: 04.04.2021

[9] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Transport and environment report 2020 – Train or plane? URL <https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2020> – Stand: 01.05.2021

[10] Eigene Darstellung.

[11] Vgl. Republik Österreich Parlamentsdirektion: Parlamentskorrespondenz Republik Österreich – Klimaschutz: CO₂-Emissionen in Österreich lagen 2018 erneut über den Grenzwerten. URL https://www.parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2020/PK1274/index.shtml – Stand: 05.05.2021

[12] Vgl. Republik Österreich Parlamentsdirektion: Parlamentskorrespondenz Republik Österreich – Klimaschutz: CO₂-Emissionen in Österreich lagen 2018 erneut über den Grenzwerten. URL https://www.parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2020/PK1274/index.shtml – Stand: 05.05.2021

[13] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Klimaverträgliche Mobilität. URL <https://www.vco.at/themen/klimavertraegliche-mobilitaet> – Stand: 09.05.2021

[14] Vgl. Umweltbundesamt GmbH: Emissionstrends 1990 – 2018 – Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2020). URL <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0736.pdf> – Stand: 06.05.2021

[15] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL <https://www.vcoe.at/saubere-luft> – Stand: 04.04.2021

[16] Eigene Darstellung: Vgl. Republik Österreich: Bundes-Umgebungs-lärmschutzverordnung BGBl. II Nr. 169/2019 §8. URL <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004689> – Stand: 01.07.2021 / Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[17] Vgl. Schwedes, Oliver: Verkehrspolitik – Eine interdisziplinäre Einführung. Berlin: 2018

[18] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[19] Eigene Darstellung.

[20] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[21] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[22] Eigene Darstellung.

[23] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Ausgeblendete Kosten des Verkehrs. URL <https://www.vcoe.at/themen/ausgeblendete-kosten-des-verkehrs> – Stand: 05.05.2021

[24] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL <https://www.vcoe.at/saubere-luft> – Stand: 04.04.2021

[25] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> – Stand: 01.05.2021

[26] Eigene Darstellung: Vgl. Statistik Austria – Bundesanstalt Statistik Österreich: Rund 7% aller Sterbefälle im Jahr 2020 aufgrund von COVID-19. URL https://www.statistik.at/web_de/presse/125475.html – Stand: 05.04.2021 / Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES): Hitze-Mortalitätsmonitoring. URL <https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring/> – Stand: 04.05.2021

[27] Vgl. Umweltbundesamt (UBA): Coronavirus: Bedeutung der Luftverschmutzung. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/besondere-belastungssituationen/coronavirus-bedeutung-der-luftverschmutzung> – Stand: 03.05.2021

[28] Vgl. Umweltbundesamt GmbH: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebstaub in Österreich. URL <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0020.pdf> – Stand: 05.04.2021

[29] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL <https://www.vcoe.at/saubere-luft> – Stand: 04.04.2021

[30] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL <https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit> – Stand: 04.04.2021

[31] Eigene Darstellung: Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL <https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit> – Stand: 04.04.2021

[32] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL <https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit> – Stand: 04.04.2021

[33] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL <https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit> – Stand: 04.04.2021

antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021

[34] Eigene Darstellung: Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Ausgeblendete Kosten des Verkehrs. URL <https://www.vcoe.at/themen/ausgeblendete-kosten-des-verkehrs> – Stand: 05.05.2021

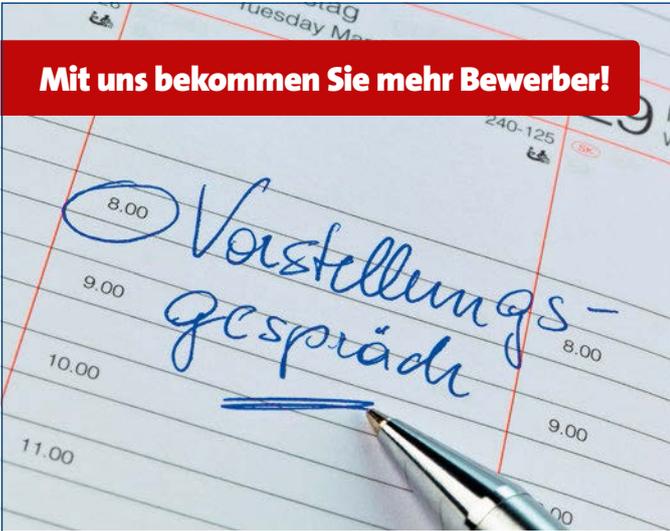
[35] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL <https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit> – Stand: 04.04.2021

Summary

A comparison of the environmental impacts of transport systems from a health perspective

The study of the environmental effects of transport systems (road transport, rail transport and air traffic) and the related health consequences has revealed, among other things, that in Austria about 2.500 people die prematurely due to traffic-related air pollution (fine particles) and life expectations decrease by an average of 1,34 months for the same reason. In addition, traffic noise causes about 12.000 premature deaths per annual in Europe and almost 6,5 million people across Europe suffer from severe sleep disorders due to traffic noise

Mit uns bekommen Sie mehr Bewerber!



Ihr Fachmann für Stellenanzeigen:

Tim Feindt

tim.feindt@dvvmedia.com

+49 40 237 14 220




Sehr geehrte/r Leserin, Leser!

Wie auch den Experten ist für uns alle die Pandemie schwer einschätzbar. Anfang Juli lag die Inzidenz weit unter 10, in Österreich wurden daher Anfang Juli alle aus Gesundheitsgründen vorgegebenen Sperrstunden aufgehoben. Nun steigen die Neuinfektionen aber wieder wegen den mutierten Varianten. Aber durch die allgemeinen Öffnungen werden seit 1. Juli auch in der FSV wieder uneingeschränkt Sitzungen abgehalten und Seminare im vollen Umfang in Präsenz abgewickelt.

Unsere Zuversicht ist weiterhin groß, dass wir den FSV-Verkehrstag 2021 mit begleitender Fachausstellung ohne personelle Begrenzung am 28. Sept. 2021 abhalten werden können. Die Fachausstellung, die 20 Aussteller umfassen wird, ist auch schon sehr gut ausgelastet und kann dann auch ohne Einschränkungen den Teilnehmerinnen und Teilnehmer den fachlichen Austausch bieten.

Wir hoffen auch, dass der Bundeskongress Verkehrssicherheit im November zum vierten Mal abgehalten werden kann, dieses Mal mit angepeilten 100 Personen. Dies natürlich nur dann, wenn uns Delta nicht einen Strich durch die Rechnung macht – mit „unerklärlich“ hohen Hospitalisierungszahlen.

Ich würde mich jedenfalls freuen, wenn ich Sie am Verkehrstag 2021 begrüßen dürfte – oder bei einer der vielen anderen Veranstaltungen!



Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

FSV Preis 2020

Insgesamt bekamen im Rahmen der FSV-Tagung „FSV Preis 2020 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigten, einen Preis verliehen. Aus den Einreichungen stellen wir heute eine weitere Masterarbeit vor.

Datengestützte Methode zur Analyse des mehrkörperdynamischen Verhaltens einfeldriger Eisenbahnbrücken bei Hochgeschwindigkeitsverkehr

In der eingereichten Diplomarbeit wird eine datengestützte Methode zur Analyse des mehrkörperdynamischen Verhaltens von Eisenbahnbrücken aufgezeigt. Dabei wird insbesondere auf die Tragwerksantwort infolge mehrkörperdynamischer Berechnungen eingegangen. Dies ist für die Ingenieurpraxis relevant, da sich aus mehrkörperdynamischen Berechnungen in vielen Fällen eine Reduktion der Tragwerksantwort (im Vergleich zu dynamischen Berechnungen mittels Einkörpermodell) ergibt. Dadurch könnten zukünftige Brückentragwerke wirtschaftlicher werden. Hierzu wird die Tragwerksantwort (Vertikalbeschleunigung in Brückenmitte) von 1000 fiktiven Einfeldträgerbrücken mit Stützweiten bis 40 m bei der Überfahrt von konkreten Zugkonfigurationen im Hochgeschwindigkeitsverkehr mit zwei unterschiedlichen Berechnungsmodellen nume-

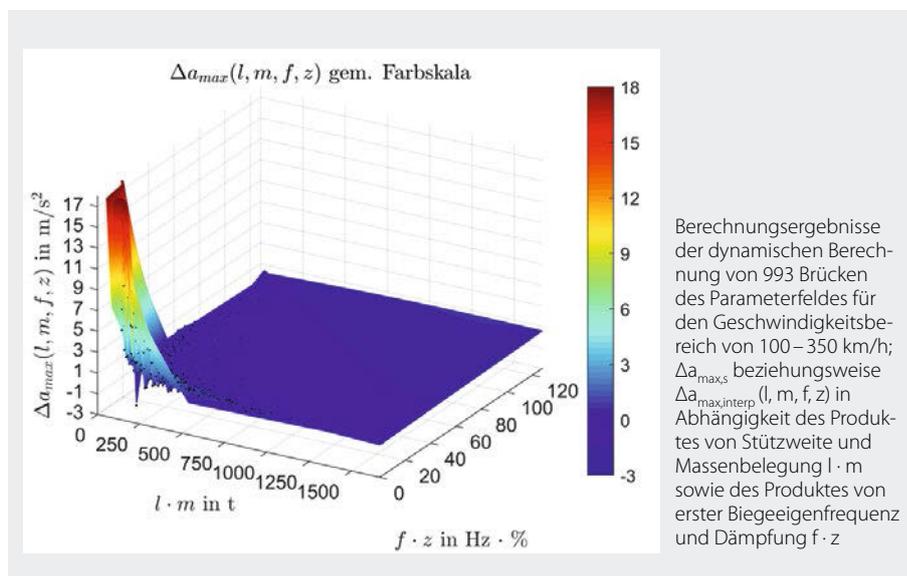


Dipl.-Ing. Julian Wieser

risch untersucht. Es wurden folgende zwei Zugkonfigurationen untersucht:

- Lok mit sieben Reisezugwagen des ÖBB-Railjet
- Acht Reisezugwagen des ÖBB-Railjet

Es werden zunächst Brückendaten ausgewertet, die tatsächlich existierende Brückentragwerke beschreiben. Unter der Anwendung stochastischer Methoden (insbesondere dem Nataf-Modell) lässt sich anhand dieser Brückendaten ein Parameterfeld aus Brückenparametern erzeugen, das für dynamische Berechnungen herangezogen werden kann. Dabei entspricht jeder Punkt des Parameterfeldes einem fiktiven Brückentragwerk.



Somit ist es möglich aus einem Datensatz von ca. 100 Brücken ein beliebig großes Parameterfeld an Brücken zu erzeugen, das den realen Brückendatensatz nachbildet. Das auf diese Weise erzeugte Parameterfeld lässt sich beliebig verfeinern und nachverdichten.

In einem weiteren Schritt werden dynamische Berechnungen für alle so erzeugten, fiktiven Brücken durchgeführt. Als Berechnungsmodelle kommen dabei ein Einkörpermodell (Moving Load Model), bei dem überfahrende Züge durch Einzellasten ersetzt werden, sowie ein Mehrkörpermodell (Detailed Interaction Model), bei dem überfahrende Züge durch Mehrmassenschwinger ersetzt werden, zur Anwendung.

Danach wird die Differenz der Tragwerksantwort (Vertikalbeschleunigungsdifferenz $\Delta a_{\max,s}$) aus den beiden Berechnungsmodellen in Abhängigkeit der Parameter des Parameterfeldes ausgewertet. Zwischen den Berechnungsergebnissen wird linear interpoliert ($\Delta a_{\max,interp}$), wodurch die funktionelle Abhängigkeit oben erwähnter Differenz von den Brückenparametern numerisch beschrieben wird.

Zudem werden dynamische Berechnungen an zwei simplen Feder-Dämpfer-Modellen, denen die Parameter des Parameterfeldes zugeordnet werden, vorgenommen. Für die beiden Feder-Dämpfer-Modelle wird ebenfalls die Differenz der Tragwerksantwort berechnet und diese mit der Differenz der Tragwerksantwort aus den ersten beiden Berechnungsmodellen verglichen. Es wird untersucht, ob eine Korrelation zwischen den beiden Differenzen der Tragwerksantwort vorliegt.

Anhand eines Anwendungsbeispiels wird gezeigt, wie die Berechnungsergebnisse dazu verwendet werden können, aus den Berechnungsergebnissen einer Berechnung mittels Einkörpermodell auf die Berechnungsergebnisse mittels Mehrkörpermodell zu schließen. Dazu werden in der Diplomarbeit angegebene tabellarische Auswertungen der Berechnungsergebnisse herangezogen.

Durch obige Vorgangsweise ergibt sich für die betrachteten Zugkonfigurationen ein Zusammenhang zwischen der Differenz der Tragwerksantwort einerseits und Brückenparametern andererseits. Der beschriebene Zusammenhang kann je nach zugrunde gelegtem Berechnungsaufwand entweder zur Abschätzung oder zur Bestimmung der Änderung der Tragwerksantwort zufolge mehrkörperdynamischer Berechnungen (im Vergleich zu dynamischen

Berechnungen mittels Einkörpermodell) herangezogen werden. Außerdem zeigen die Berechnungsergebnisse, dass simple Feder-Dämpfer-Modelle unter bestimmten Voraussetzungen für eine grobe Abschätzung des gefundenen Zusammenhangs herangezogen werden können.

*Dipl.-Ing. Julian Wieser
julian.wieser@outlook.com*

FSV-Verkehrstag 2021 und Fachausstellung

Die Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) bildet eine Plattform für Experten, die sich mit Planung, Bau, Erhaltung, Betrieb und Nutzung von Verkehrsanlagen befasst. Sie versteht sich als Kompetenzzentrum, das allen Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung offen steht. In der FSV wird der Stand der Technik in Form von Richtlinien für das Straßen- bzw. Eisenbahnwesen festgeschrieben (RVS und RVE). Die Richtlinienarbeit zielt auf technisch optimierte, sichere und nachhaltige Verkehrsinfrastrukturanlagen hin.

Dies umfasst auch vertragliche Aspekte und die Standardisierung von Leistungsbeschreibungen. Die Gremien der FSV bilden das Netzwerk von weit über 1400 Personen für den Wissensaustausch und für die Weiterentwicklung des Fachgebietes auf nationaler und internationaler Ebene.

Die größte Tagung der FSV findet jährlich in Form des FSV-Verkehrstages statt. 2021 findet der FSV-Verkehrstag am 28. September 2021 statt. Im Kongressprogramm des Verkehrstages 2021 finden sich einige interessante Vorträge, darunter die „Ökologisierung der Verkehrssteuern, -abgaben und -ausgaben“, die neue RVS 08.03.01 „Erdarbeiten“, „Ungebundene Tragschichten mit Asphaltgranulat“ (RVS 08.15.02), „Schutzmaßnahmen gegen kanzerogene Gefahren durch mineralische Stäube“ (RVS 09.01.53) und „Brückenrandbalken“ (RVS 15.04.11).

Aufgrund der positiven Stimmung unserer Aussteller, zahlreicher Reservierungen und des erfreulichen Feedbacks unserer Besucher wird die Fachausstellung jährlich angeboten. Nähere Informationen und Möglichkeiten zur Anmeldung sind auf unserer Homepage www.verkehrstag.at zu finden.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung:

FSV-Verkehrstag 2021 mit Fachausstellung

28.09.2021

Austria Trend Parkhotel Schönbrunn
1130 Wien, Hietzinger Hauptstraße 10-14

FSV-Seminare:

Brückeninspektoren - Basisseminar

06.-08.10.2021

FSV, 1040 Wien

Kommunale Straßen – Block A

11.-14.10.2021

FSV, 1040 Wien

Kommunale Straßen – Block B

15.-17.11.2021

FSV, 1040 Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen, und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage unter www.fsv.at.

FSV-AKTUELL SCHIENE

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Schiene der Österreichischen-Forschungsgesellschaft Straße · Schiene · Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karls gasse 5

Tel.: +43 1 5855567 ·

Fax: +43 1 5855567 - 99

E-Mail: office@fsv.at · <http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

DI(FH) DI Ehrenfried Lepuschitz

(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschrift ETR – Eisenbahntechnische Rundschau für **FSV-Mitglieder ermäßigt!**

Dual View Dumper: Einsatz im Karawankentunnel



Raddumper im Einsatz

Tunnelbau | Ein Großeinsatz mit wenig Platz – bei dieser herausfordernden Baustelle zeigen acht Dual View Dumper DV90 von Wacker Neuson, dass sie ideal für diese Art von Aufgaben geeignet sind. Durch die um 180 Grad drehbare Bedien- und Sitzkonsole ist der Materialtransport bei Bauarbeiten der Strabag AG im Karawankentunnel kein Problem, denn aufwendiges Wenden und Rangieren sind dank des Drehsitzes nicht mehr nötig.

6 Monate, 7 Tage die Woche, 24 Stunden pro Tag und insgesamt 1500 Einsatzstunden: Im Schichtbetrieb transportierten die Dumper mit neun Tonnen Nutzlast Material auf der Großbaustelle Karawankentunnel. Um den 115 Jahre alten Bahntunnel zwischen Österreich und Slowenien auf einen sicheren und modernen Stand zu bringen, wird der Tunnel auf ein Gleis umgebaut. Zusätzlich werden das Tunnelgewölbe und die

denkmalgeschützten Portalbauwerke saniert sowie eine zeitgemäße Entwässerung eingebaut. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse entschied sich das ausführende Bauunternehmen, die Strabag AG, für die Dual View Dumper von Wacker Neuson.

„Für die Modernisierung des Karawankentunnels war es für uns wichtig, dass wir uns zu einhundert Prozent auf die dort eingesetzten Maschinen verlassen können“, erklärt der Projektleiter der Strabag AG. „Die acht Dumper haben ihre Aufgabe unter anspruchsvollen Bedingungen perfekt gemeistert. Vor allem der Drehsitz war ideal für diese Baustelle, da im Tunnel sehr wenig Platz zum Rangieren ist.“ Insgesamt knapp 40 000 Kubikmeter Material wurden mit den Dumpfern aus dem Tunnel befördert.

Dual View ermöglicht den komfortablen und schnellen Wechsel der Sitzposition durch eine 180-Grad-Drehung der gesamten Bedien- und Sitzkonsole. Mit der Sitzposition ändert der Bediener die Blick- und Vorwärts-Fahrtrichtung. Zeitaufwendiges Wenden und Rangieren ist somit nicht mehr nötig – gerade für die beengten Verhältnisse im Karawankentunnel ein enormer Vorteil. Der Fahrer lenkt den Raddumper mit unbeladener Mulde in Fahrtrichtung in den Tunnel hinein, belädt ihn dort bei voller Sicht auf den Ladebereich und fährt – nach einer 180-Grad-Drehung des Sitzes – auf gleichem Wege mit freiem Sichtfeld wieder hinaus, ohne das Fahrzeug wenden zu müs-

sen. So behält er die Arbeitsumgebung stets voll im Blick. Auch eine voll beladene Mulde versperrt die Sicht nicht mehr, denn wie bei einem LKW lässt der Fahrer die Mulde beim Fahren hinter sich.

Für die einfache und intuitive Bedienung der Dual View Dumper sorgen bewährte Sicherheitsfeatures wie der hydrostatische Fahrtrieb, die verschleißfreie Federspeicher-Feststellbremse sowie die Bedienung mittels Joystick, der es dem Fahrer ermöglicht, immer eine Hand am Lenkrad zu behalten. „Durch den Schichtbetrieb wechseln die Fahrer häufig, weshalb eine intuitive Bedienung besonders wichtig für uns ist. Und: Wir sparen wertvolle Zeit bei der Instruktion unserer Mitarbeiter.“ Ein robustes Schutzgitter auf der Mulde schützt Fahrer und Kabine zusätzlich, beispielsweise vor Beschädigung durch einen Baggerarm. Für mehr Komfort sorgt die Kabine, für die optional Heizung und Klimaanlage angeboten werden.

Raddumper können alle klassischen Transportarbeiten erfüllen. Dank ihres Knick-Pendelgelenks sind sie deutlich wendiger und geländegängiger als LKW und können ebenso in unwegsamem Gelände eingesetzt werden. Auch unter Vollast behalten sie stets Bodenkontakt und eine sehr gute Traktion, sogar in unebenem Gelände. Eine flexible Drehkipmulde sorgt dank stufenlosem 180-Grad-Abkippen dafür, dass das Material zielgenau verteilt werden kann. (uh) ●

Sensoren messen Achstemperatur in neuer TGV-Generation

Hochgeschwindigkeitszüge | Die französische JUMO-Tochtergesellschaft mit Sitz in Metz liefert Temperatursensoren für die Achslager der Drehgestelle der neuen Alstom Avelia Horizon Hochgeschwindigkeitszüge. Die französische Eisenbahngesell-



schaft SNCF hat 100 dieser Züge bestellt, die ab 2023 als Teil der TGV-Flotte eingesetzt werden.

Der Avelia Horizon ist einer der Züge mit dem geringsten Kohlenstoff-Fußabdruck auf dem Markt. 97 % der Zuggarnitur ist recycelbar. Damit ist die neue Generation um 20 % wirtschaftlicher und deutlich weniger energieintensiv. Die TGV™-M genannten Züge bieten Platz für bis zu 740 Fahrgäste, das sind 140 mehr als in den bisherigen Zügen.

Alstom entschied sich für JUMO Frankreich als Partner für die Lieferung der HABD-Temperatursensoren (Hot Axle Box Detection). Diese werden an den Drehgestellen der Hochgeschwindigkeitszüge

montiert. Diese Sensoren sind Teil des BMS (Bogie Monitoring System) und spielen eine entscheidende Rolle, da sie direkt mit einem Alarmsystem verbunden sind, das im Falle einer Überhitzung der Achslager zum Totalstopp des Zuges führen kann.

Bei den Sensoren handelt es sich um kundenspezifische Sonderanfertigungen, die extremen Bedingungen wie hohen Temperaturen, Vibrationen oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Sie müssen besonders anspruchsvolle Spezifikationen erfüllen.

Der jetzige Auftrag umfasst die Lieferung von mehreren Tausend Temperatursensoren für die ersten 50 Züge. Die Lieferungen erfolgen gestaffelt bis 2025. (uh) ●

Rail Bücher & Reports

GEBÜNDELTES WISSEN – ÜBERSICHTLICH UND AKTUELL

www.eurailpress.de/fachbuecher-reports

**Jetzt
bestellen!**



„Digitale Baustelle“ ausgezeichnet



Mit modernster Technologie wie etwa 5G, Cloudlösungen oder auch Data Analytics unterstützen die Rhomberg Sersa Rail Group und Swisscom die „digitale Baustelle“. Im Bild ein Messwagen-Prototyp, mit dem die Gleisinfrastuktur während der Fahrt auf den Millimeter genau vermessen werden kann

Quelle: Rhomberg Sersa Rail Group/Fabian Angehrn

annehmen“, ist Rhomberg überzeugt. Die ersten Schritte für die digitale Baustelle sind bereits umgesetzt, beispielsweise im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI). Christian Schollenberger, Head of IT bei Rhomberg Sersa erklärt: „Wir gaben den Data Scientists von Swisscom 40 Stunden Zeit, ein Datenmodell zu entwickeln, mit dem Baumaschinentypen identifiziert werden können. Direkt ein Erfolg: Das Modell hat eine Treffsicherheit von 95%.“ Diese Informationen fließen in die Planung und Logistik ein.

Aktuell arbeiten Rhomberg Sersa und Swisscom insgesamt an fünf Teilprojekten, in denen digitale Anwendungen im Arbeitsumfeld genutzt und geprüft werden. So wird im Schienennetz der Schweiz beispielsweise der Prototyp eines Messwagens eingesetzt, auf dem eine Cloudlösung, eine Mobilfunkanbindung und vieles mehr verbaut sind. Damit werden Daten gesammelt und mittels KI und Maschinenlernen vorverarbeitet. Christian Schollenberger sagt: „Die Kameras auf dem Messwagen messen die Bahntrasse während der Fahrt mit einer Genauigkeit von Zehntelmillimeter aus. So erkennt man, wo Unterhaltsarbeiten nötig sind und kann Ausfälle auf dem dichtest befahrenen Bahnnetz der Welt verringern.“ Der Messwagen erkennt übrigens sogar gelöste Mutttern, auch wenn er mit 60 km/h über das Gleis fährt. Weitere Tests betreffen das Maschinenmonitoring sowie Tracking und Lokalisierung von Maschinen, um eine vollständige Auslastung und Funktionsfähigkeit sowie die Personensicherheit zu gewährleisten. (uh) ●

Globaler „Internet of Things“-Award von Microsoft | Für die Rhomberg Sersa Rail Group und die Swisscom ist die digitale Baustelle bereits Realität: In insgesamt fünf Digitalisierungsprojekten entwickeln und testen die Partner, wie die Branche in Zukunft den Bahnbau sicherer, wirtschaftlicher und effizienter gestalten kann. Das blieb nicht unbemerkt: Nun wurde Swisscom für die Kooperation von Microsoft mit dem globalen „Internet of Things“-Partneraward ausgezeichnet. Die „digitale Baustelle“ hat sich aus weltweit 4400 Bewerbungen insgesamt in dieser Kategorie durchgesetzt. Damit würdigt der Tech-Konzern aus Kalifornien den „herausragenden Erfolg und die Innovationskraft“, die Swisscom gemeinsam mit der RSRG in der Anwendung digitaler Technologien bewiesen habe. Thomas Winter, Mitglied der Ge-

schäftsleitung von Microsoft Schweiz und Verantwortlicher für das Partnergeschäft, sagt: „Das Projekt von Swisscom und Rhomberg Sersa setzt weltweit Maßstäbe. Kaum jemand hat es bisher so gut geschafft, die raue Baustellenumgebung mit Technologien wie 5G, IoT, Cloud und Data Analytics zusammenzubringen.“

Ziel der Zusammenarbeit zwischen Swisscom und Rhomberg Sersa war von Beginn an die Erstellung und Optimierung eines digitalen Abbildes der eigentlichen Baustelle. So sollte die Möglichkeit geschaffen werden, den Bauablauf schon perfekt zu organisieren, bevor überhaupt der erste Bagger auffährt. „Mit diesem ‚Bau vor dem Bau‘ können wir die Herausforderungen der Branche, wie kurze Zeitfenster, Nacht-, Wochenendschichten sowie gefährliche und körperlich harte Arbeit, noch besser

Imperia baut Bahnstrecke Fortezza-Ponte Gardena

Auftrag | Imperia ging im März innerhalb eines Konsortiums als Bestbieter für den Auftrag zur Planung und zum Bau eines 22,5 km langen Abschnitts der Hochleistungsbahn zwischen Fortezza und Ponte Gardena hervor. Die mit dem nun erfolgten Zuschlag beauftragte Strecke im Gesamtumfang von EUR 1,07 Mia. schliesst auf der italienischen Seite der Alpen an den Brenner Eisenbahntunnel an und wird ein wichtiger Teil eines nachhaltig verbesserten, europäischen Mobilitätsnetzes. Sie ermög-

licht künftig schnellere Verbindungen und höhere Kapazitäten zwischen München und Verona. Auftraggeber ist Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI). Imperia (49%) plant und baut das Projekt in einem Konsortium zusammen mit Partner Webuild Group (51%). Die rechtskräftige Auftragserteilung unterliegt einer 35-tägigen Einsprachefrist.

Die neue Bahnstrecke wird die Strecke Verona-Fortezza am südlichen Ende des Brenners grösstenteils unterirdisch ver-

vierfachen und die Reisezeiten für Personen- und Güterzüge erheblich verkürzen. Darüber hinaus werden auf der Strecke München-Verona neue Standards eingeführt, die über die Geschwindigkeits- und Leistungsgrenzen der jetzigen Strecke hinausgehen – sie zwingt die Züge derzeit insbesondere an Steigungen dazu, mit relativ geringer Geschwindigkeit zu fahren. Der Auftrag wird nachhaltig zur Verbesserung der Mobilität in Norditalien beitragen. (uh) ●

VDI-Richtlinie setzt Standards für elektrische Energie auf Güterwagen

Richtlinie VDI 5905 Blatt 1 – Entwurf | Die Güterwagen der Zukunft werden miteinander kommunizieren und kooperieren. Nur so kann die Bahn an den Wachstumsmärkten der Logistik teilhaben und ihre Systemvorteile bezüglich Energieeffizienz und CO₂-Emissionen ausspielen.

Die Energieversorgung bildet die Grundlage, auf der neue, Mehrwert schaffende Applikationen realisiert werden können. In dieser Richtlinie werden fundierte Empfehlungen für diejenigen Eigenschaften einer Güterwagen-Bordstromversorgung definiert, die für Kompatibilität wesentlich sind. Dies betrifft z.B. Spannungsniveau, elektrische Belastbarkeit und Mindest-Energievorrat, aber auch Bauformen und Anordnung von Steckverbindern und Leitungsführungen.

Die Richtlinie schafft einen Standard für eine grundlegende Stromversorgung

wie beim Straßenfahrzeug, um die technischen und wirtschaftlichen Hürden für die Einführung innovativer Komponenten zu senken. Dabei dürfen weder die freizügige Verwendbarkeit noch die Wartbarkeit eingeschränkt werden. Die Richtlinie wendet sich an EVUs, Hersteller sowie Zulieferer von Güterwagen und deren Komponenten, Vertreter von Wagenverleihgesellschaften sowie an Hochschulen und Behördenvertreterinnen und -vertreter.

Mit der Richtlinie wurde ein erster Aufschlag in das Thema Schnittstellen aktiver, kooperierender Güterwagen gemacht. Sie ist Ergebnis eines längeren Prozesses der Annäherung zwischen sehr verschiedenen Gruppen von Protagonisten und lässt selbstverständlich noch viele Fragen offen. Die Autoren freuen sich auf eine rege Diskussion des Gründrucks und sind bereit, weitere Aspekte in erweiterte Fassungen

der Richtlinie aufzunehmen und zum Beispiel Tools zur Auslegung eines VDI 5905 Blatt 1 konformen Stromversorgungssystems für spezielle Einsatzfälle zu entwickeln.

Der Entwurf der genannten Richtlinien VDI 5905 Blatt 1 Schnittstellen aktiver, kooperierender Güterwagen – Stromversorgung ist ab September 2021 über beuth.de zu beziehen. Die Einspruchsfrist läuft bis Ende Dezember 2021.

Daniela Wilbring, M.Eng.
Mitglied im Richtlinienausschuss
VDI 5905 Blatt 1
wilbring@fh-aachen.de

Professor Dr.-Ing. Manfred Enning
Vorsitzender des Richtlinienausschuss
VDI 5905 Blatt 1
Enning@fh-aachen.de

Für Ihre Werbeplanung – die kommenden Ausgaben im Überblick



THEMEN

10/2021

- Automated & Connected Driving
- Mobility on demand
- Hochgeschwindigkeitsverkehr
- Neue Services und Technologien für Stadt und Region
- mit ETR Swiss 2/2021

Erscheinungstermin: 08.10.2021
Anzeigenschluss: 10.09.2021
Druckunterlagenschluss: 19.09.2021

11/2021

- Wissenschaft und Forschung für eine starke Bahn
- Betriebsleit- und Kommunikationstechnik
- IT-Technologie, Safety und Security
- Tunneltechnik und -projekte
- Mit Jahreskalender 2022

Erscheinungstermin: 10.11.2021
Anzeigenschluss: 08.10.2021
Druckunterlagenschluss: 13.10.2021



Tim Feindt • 040/23 714-220 • tim.feindt@dvvmedia.com



Messen Kongresse Konferenzen			
13.-14.09.2021	Graz (A)	Predictive Maintenance: Von Daten zu Taten 23. Internationale Tagung des Arbeitskreises Eisenbahntechnik (Fahrweg)	http://www.oevg.at/
15.-16.09.2021	Digital	Kongress Infrastruktur digital planen und bauen 4.0	https://www.thm.de/bau/fachbereich/ueber-den-fachbereich/veranstaltungen/kongress-infrastruktur/start-2020
22.-24.09.2021	Dresden (D)	18. Internationale Schienenfahrzeugtagung	https://www.eurailpress.de/rad-schiene.html
5.10.2021	Düsseldorf (D)	Seminar Reaktivierung und Neubau von Regional- und Stadtbahnstrecken	https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/detail/reaktivierung21.html
11.-15.10.2021	Hamburg (D)	ITS World Congress: Experience Future Mobility Now	https://itsworldcongress.com/?id=itshamburg
9.-11.11.2021	Berlin (D)	MES Insights 2021	https://www.mobility-electronics.de/
11.-12.11.2021	Fulda (D)	21. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress	https://www.eurailpress.de/veranstaltungen.html
16.11.-17.11.2021	Frankfurt a.M. (D)	Deutscher Mobilitätskongress 2021	https://deutscher-mobilitaetskongress.de/
21.-23.11.2021	Aachen (D)	3. International Railway Symposium Aachen (IRSA)	www.irsa.rwth-aachen.de
22.11.-24.11.2021	Rom (IT)	SmartRail Europe	https://www.smartrailcongress.com/live/en/page/home
24.-26.11.2021	Karlsruhe (D)	STUVA-Tagung 2021	www.stuva.de

Mehr Termine und Details im Internet: <https://www.eurailpress.de/veranstaltungen/branchentermine.html>

INSERENTEN

Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH, Berlin..... 21

Deutsche Plasser GmbH, München U2

DTi device technologies GmbH, Hamburg 71

DVW Media Group GmbH, Hamburg..... 15, 42, 43, 55, 57, 85, 87

ENVIRO-CHEMIE Abwassertechnik GmbH, Roßdorf..... 63

Fronius Deutschland GmbH, Neuhof..... 61

Gimota AG, Geroldswil 47

IABG Industrieanlagen-Betriebsges.mbH, Ottobrunn 13

Kugel- & Rollenlagerwerk Leipzig GmbH, Leipzig..... 49

Lenord, Bauer & Co. GmbH, Oberhausen 19

nxtbase technologies GmbH, Potsdam..... 59

ProVI GmbH, München 25

Research Center Railways..... 27

Robel Bahnbaumaschinen GmbH, Freilassing U3

Vossloh AG, Werdohl U4

Dieser Ausgabe liegen Beilagen der Firmen Bauakademie Biberbach – Partner der Hochschule Biberbach, Biberbach, GRT Global Rail Academy and Media GmbH, Leverkusen und der DVW Media Group GmbH, Hamburg bei. Wir bitten um freundliche Beachtung.

Jörn Pacht – 25 Jahre Professor für Eisenbahnwesen

Am 1. August 1996 wurde Jörn Pacht an der TU Braunschweig zum Professor für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung ernannt und übernahm die Leitung des gleichnamigen Instituts.

Zuvor war Pacht als Leiter der betrieblichen Infrastrukturplanung des Regionalbereichs Netz Hamburg der Deutschen Bahn AG tätig.

Pacht ist damit der aktuell am längsten in einem aktiven Dienstverhältnis stehende deutsche Universitätsprofessor des Eisenbahnwesens.

In der Fachwelt ist unser Beiratsmitglied Prof. Jörn Pacht vor allem als international tätiger Dozent und Buchautor auf dem Gebiet der Planung, Steuerung und Sicherung des Bahnbetriebs bekannt.

(uh) ●

ETR

EISENBAHNTHECHNISCHE RUNDSCHAU

ETR – Eisenbahntechnische Rundschau erscheint in 2021 im 70. Jahrgang, ISSN 0013 – 2845 | Internet: www.eurailpress.de/etr

HERAUSGEBER

Rolf Härdi, Chief Technology Innovation Officer, Deutsche Bahn AG, Berlin

Gerald Hörster, Präsident des Eisenbahn-Bundesamtes, Bonn

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Steffen Knappe, Vorstandsvorsitzender Bundesfachabteilung Eisenbahnoberbau im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Berlin

Dr. Ben Möbius, Hauptgeschäftsführer Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V. (VDB), Berlin

Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen, Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Corinna Salander, Leiterin des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung beim EBA, Dresden und Bonn

Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Geschäftsführer für den Bereich Technik im Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln

Prof. Dr. techn. Norbert Ostermann, Institutsvorstand, TU Wien, Herausgeber ETR Austria

Prof. Dr.-Ing. Thomas Sauter-Servaes, Mobilitätsforscher & Studiengangleiter „Verkehrssysteme“ ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, School of Engineering, CH-Winterthur, Herausgeber ETR Swiss

FACHBEIRAT

Dr. Thomas Anton, Vice President Center of Competence Brake Control, Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, München

Vorstandsdirektor DI Franz Bauer, Mitglied des Vorstandes der ÖBB-Infrastruktur AG, A-Wien

DI Dr. Angela Berger, Geschäftsführerin Verband der Bahnindustrie, A-Wien

Jens Bergmann, Vorstand Netzplanung und Großprojekte, DB Netz AG, Frankfurt a. M.

Dr. Michael Bernhardt, Vorsitzender der Geschäftsführung der Rail Power Systems GmbH, Berlin

Dipl.-Ing. Nils Dube, Leiter Engineering (Head of Engineering), DB Systemtechnik GmbH, München

Johann Dumser, Director of Marketing and Communications, Plasser & Theurer, A-Wien

Dr.-Ing. Gunther Ellwanger, Vorsitzender der Gesellschaft für Rationale Verkehrspolitik, Hinterzarten

Carsten Fischer, Site Engineering Director, Alstom Transport Deutschland GmbH, Salzgitter

Dr. Heiko Fischer, Senior Advisor to the Executive Board at VTG AG and President of the International Union of Wagon Keepers (UIP)

Dr. Gert Fregien, TENSOR, Mannheim

Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein, Lehrstuhl Verkehrswegebau, Technische Universität München

Jan Furnivall, Chief Operating Officer, Vossloh AG, Werdohl

Prof. Dr.-Ing. Peter Gratzfeld, Lehrstuhl für Bahnsystemtechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dr.-Ing. Stefan Gutschling, Geschäftsführer Fachverband Elektrobahnen und -fahrzeuge, Leiter Themenplattform Automotive – Electronics, Infrastructure and Software, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Frankfurt am Main

Dipl.-Ing. Roland Heinisch, ehem. Mitglied des Vorstandes der Deutschen Bahn AG, Idstein

Dr. Michael Holzapfel, Senior Vice President Business Unit Rail – Industrial Europe, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Schweinfurt

Dr. Bärbel Jäger, Abteilungsleiterin Bahnsysteme, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Braunschweig

Dr. Sven Jenne, Director Engineering & Development Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kleemann, München

Dr.-Ing. Dieter Klumpp, Mannheim

Dr.-Ing. Günter Köhler, Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH, Bochum

Dipl.-Ing. Markus Köppel, Abteilungspräsident Infrastruktur, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn

Harald Kreft, Geschäftsleitung Hamburg Port Authority, Hamburg

Jens-Günter Lang, Vorstand Ressort Technik, Hamburger Hochbahn AG

Dr. Martin Lange, SEGULA Technologies, München

Maria Leenen, Geschäftsführende Gesellschafterin, SCI Verkehr, Hamburg, Köln und Berlin

Dr. Manfred Lerch, Hagenmüller Lerch GmbH, Heidenheim

Prof. Dr.-Ing. Günter Löffler, Professur Technik spurgeführter Fahrzeuge, TU Dresden, Fak. Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Dresden

Dipl.-Ing. Klaus Lubosch, Siemens AG

Stefan von Mach, Chief Engineer TALENT 3 Battery EMU Region Central / Eastern Europe and CIS – Mainline, Metros and Systems, Bombardier Transportation, Hennigsdorf

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin, Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart

Prof. Dr. Birgit Milius, TU Berlin, Leitung Fachgebiet Bahnbetrieb und Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. Peter Mnich, TU Berlin

Dipl. El. Ing. HTL/MSC Michele Molinari, CEO, Molinari Rail AG, Winterthur

Dr. Sigrid Nikutta, Vorstand Güterverkehr der Deutschen Bahn AG und Vorstandsvorsitzende der DB Cargo AG

Prof. Dr.-Ing. Andreas Otting, Leiter Fachgebiet Bahnsysteme/Bahntechnik, Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina, Braunschweig

Prof. Dr. Ronald Pörner, Ordentlicher Professor für Betriebswirtschaftslehre an der HTW Berlin sowie Inhaber der Strategie | Marketing | Mobilitätsberatung | in Berlin

Prof. Knut Ringat, Geschäftsführer Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH, Hofheim am Taunus

Dipl.-Ing. Volker Rupprecht, Abteilungspräsident Fahrzeuge und Betrieb, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn

Veit Salzmann, Geschäftsführer Hessische Landesbahn GmbH (HLB), Frankfurt a.M.

PD Dr.-Ing. habil. Lars Schnieder, Chief Operating Officer (COO) und Mitglied der Geschäftsführung ESE Engineering und Software-Entwicklung, Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler, Lehrstuhl und Institut für Schienenfahrzeuge und Transportsysteme, RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefer, Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann, Wennigsen

Dipl.-Ing. Volker Sparmann, Vorsitzender des Vorstandes HOLM e.V., Frankfurt am Main

Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Professur für Elektrische Bahnen

Dipl.-Ing. Günter Steinbauer, Vorsitzender der Geschäftsführung, Wiener Linien, Wien

Dr.-Ing. Karsten Steinhoff, Geschäftsführer Betrieb & Technik, BeNEX GmbH, Hamburg

Detlev K. Suchanek, Publisher PMLC Media House GmbH, Hamburg

Dipl.-Ing. (BA) Dominik Veit, Thales Deutschland GmbH, Transportation Systems, Ditzingen

Niko Warbanoff, Vorsitzender der Geschäftsführung, DB Engineering & Consulting GmbH, Berlin

Dipl.-Ing. Henri Werdel, Directeur Gestion Infrastructure, Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois (CFL), L-Luxembourg

Dipl.-Ing. Ulrich Wiescholek, Leiter EISENBAHN-CERT, Bonn

Franziska Zbinden, Leitung Kompetenz-Center Wechselwirkung Fahrzeug-Fahrweg, SBB AG, CH-Bern

KOOPERATIONSPARTNER

VDI VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
– Fachbereich Bahntechnik

VERLAG

DVV Media Group GmbH
Postfach 10 16 09, D-20010 Hamburg
Heidenkampsweg 73-79, D-20097 Hamburg
Tel. +49 40 23714-100
Internet: www.dvmedia.com · www.eurailpress.com

Geschäftsführer

Martin Weber

Verlagsleitung

Manuel Bosch
+49 40 23714-155 | manuel.bosch@dvmedia.com

Redaktion

Redaktionsleitung

Dipl.-Volksw. Ursula Hahn (uh)
+49 6203 6619620 | ursula.hahn@dvmedia.com

Redaktionsteam

Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Jänsch
Dipl.-Ing. agr. Dagmar Rees (Redakteurin, dr)
dagmar.rees@dvmedia.com

Anzeigen

Anzeigenleitung Eurailpress

Silke Härtel (verantwort.)
+49 40 23714-227 | silke.haertel@dvmedia.com

Anzeigenverkauf

Tim Feindt
+49 40 23714-220 | tim.feindt@dvmedia.com

Anzengentechnik

Pascal Hofer
+49 40 23714-130 | pascal.hofer@dvmedia.com
Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 57 vom 1. Januar 2021.

Vertrieb

Leiter Marketing & Vertrieb

Markus Kukuk
+49 40 23714-291 | markus.kukuk@dvmedia.com

Unternehmenslizenzen Digital/Print

lizenzen@dvmedia.com

Leser- und Abonnentenservice

Tel. +49 40 23714-260 | Fax +49 40 23714-243
kundenservice@dvmedia.com

Erscheinungsweise

Monatlich, zwei Doppelhefte im Jan./Feb. und Juli/Aug., viermal jährlich inklusive Supplement ETR Austria, zweimal jährlich inklusive Supplement ETR Swiss

Bezugsbedingungen

Die Bestellung des Abonnements gilt zunächst für die Dauer des vereinbarten Zeitraumes (Vertragsdauer). Eine Kündigung des Abonnementvertrages ist zum Ende des Berechnungszeitraumes schriftlich möglich. Erfolgt die Kündigung nicht rechtzeitig, verlängert sich der Vertrag und kann dann zum Ende des neuen Berechnungszeitraumes schriftlich gekündigt werden. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlages, bei Arbeitskampf oder in Fällen höherer Gewalt besteht kein Entschädigungsanspruch. Zustellmängel sind dem Verlag unverzüglich zu melden. Es ist ausdrücklich untersagt, die Inhalte digital zu vervielfältigen oder an Dritte (auch Mitarbeiter, sofern ohne personenbezogene Nutzerlizenzierung) weiterzugeben.

Zusätzliche digitale Abonnements

Bezug auf Anfrage, gültig ist die Vertriebspreisliste vom 01.01.2021.

Bezugsgebühren

Abonnement: Inland jährlich 304 EUR inkl. Porto zzgl. MwSt. | Ausland mit VAT-Nr. jährlich 341 EUR inkl. Porto, ohne VAT-Nr. inkl. Porto zzgl. MwSt.

Das Abonnement-Paket enthält die jeweiligen Ausgaben als Print, Digital und E-Paper sowie den Zugang zum Gesamtarchiv der Zeitschrift.

Einzelheft: 33,40 EUR inkl. MwSt.

Layout: TZ-Verlag & Print GmbH, Roßdorf | www.tz-verlag.de

Druck: Silber Druck oHG, Lohfelden

Copyright: Vervielfältigungen durch Druck und Schrift sowie auf elektronischem Wege, auch auszugsweise, sind verboten und bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

ISSN 0013-2845

Mitglied/Member



Deutsche Fachpresse

Eine Publikation der DVV Media Group



5 Fragen an Sven Schirmer



Quelle: ÖBB



Mailen Sie mir Ihre Meinung
sven.schirmer@oebb.at

Sven Schirmer, Strategischer Konzerneinkauf ÖBB-Holding Rolling Stock

Der Bieter gibt den CO₂-Ausstoß seiner Produkte an, wir versehen diesen mit einem Preis

Sven Schirmer leitete bei den ÖBB ein Projekt, das eine Bewertungsmethode für die Berücksichtigung des CO₂-Ausstoßes bei Ausschreibungen entwickelte.



1 Die ÖBB hat mit TCO CO₂ ein Modell entwickelt, wie CO₂-Emissionen berücksichtigt werden können.

Warum?

Die ÖBB versteht sich als Klimaschutzunternehmen. Wir wollen bis 2030 CO₂-Neutralität im Mobilitätsbereich erreichen, bis 2050 im ganzen Konzern, bei gleichzeitiger Verdoppelung der Verkehrsleistungen bis 2040. Ein Instrument, diese ambitionierten Ziele zu erreichen, ist die Berücksichtigung der CO₂-Emissionen im Einkauf, besonders im Sektor Mobilität.

2 Wie funktioniert das?

Wir setzen unser CO₂-Bewertungsmodell auf das schon seit einigen Jahren im Einkauf angewandte Konzept der Total Cost of Ownership (TCO) auf. TCO betrachtet und bewertet alle drei Lebenszyklusphasen: Produktion, Errichtung bzw. Transport zu uns, sowie Nutzung. In diesen drei Phasen fallen ebenfalls CO₂-Emissionen an. Der Bieter einer Ausschreibung beziffert für jede dieser drei Phasen die Höhe des CO₂-Ausstoßes des Produktes oder der Dienstleistung. Bei der ÖBB monetarisieren wir dann den CO₂-Ausstoß, indem wir ihn einheitlich mit einem Preis versehen, augenblicklich 20 EUR/t CO₂.

3 Um wie viel höher ist der Aufwand für Bieter?

Wir haben bewusst ein Verfahren gewählt, das es den Bietern bei Ausschreibungen so einfach wie möglich macht. Die einfachste Phase ist die Produktionsphase. Hier gibt es mit der Environmental Product Declaration (EPD) eine sogenannte Typ-III Umweltdeklaration laut ISO 14025 und EN 15804. Eine EPD beziffert den ökologischen Fußabdruck eines Produktes, unter anderem für CO₂. EPDs werden durch drei unabhängige Auditoren erstellt und liegen in der Regel bei größeren Herstellern für ihre Produkte schon vor. Die Errichtungsphase ist in zwei Blöcke aufgeteilt: Der Transport zu uns und/oder die Errichtung. Beim Transport zu uns muss der Bieter die Entfernung angeben und welches Transportmittel er wählt, also Bahn, LKW, Schiff oder Flugzeug. Daraus werden die CO₂-Emissionen berechnet. Falls eine Errichtung, z. B. bei einem Strommast, notwendig ist, kommen beispielsweise noch die An- und Abfahrten der Mitarbeiter hinzu. Bei den Emissionen der Nutzungsphase fragen wir beim Bieter den Energieträger und den maximalen Energieverbrauch seines Produktes ab. Etwas schwieriger und aufwändiger für den Bieter ist es, den

CO₂-Ausstoß bei Instandhaltung oder Wartung oder eventuellem Refurbishing einzuschätzen.

4 Der Bieter macht also alle Angaben – prüfen Sie auf Plausibilität?

Grundsätzlich müssen wir bei öffentlichen Dienstleistungsaufträgen absolut transparent arbeiten. Wir können also keine Algorithmen im Hintergrund einer App laufen lassen, die nach Eingabe der Daten sofort einen Gesamtwert von XYZ ausspucken, ohne dass der Bieter nachvollziehen kann, wie die Bewertung zustande kam. Wir arbeiten deshalb „Old School“ mit Excel-Tabellen, die beiden Seiten Transparenz und die Möglichkeit der Überprüfung auf Plausibilität gewähren.

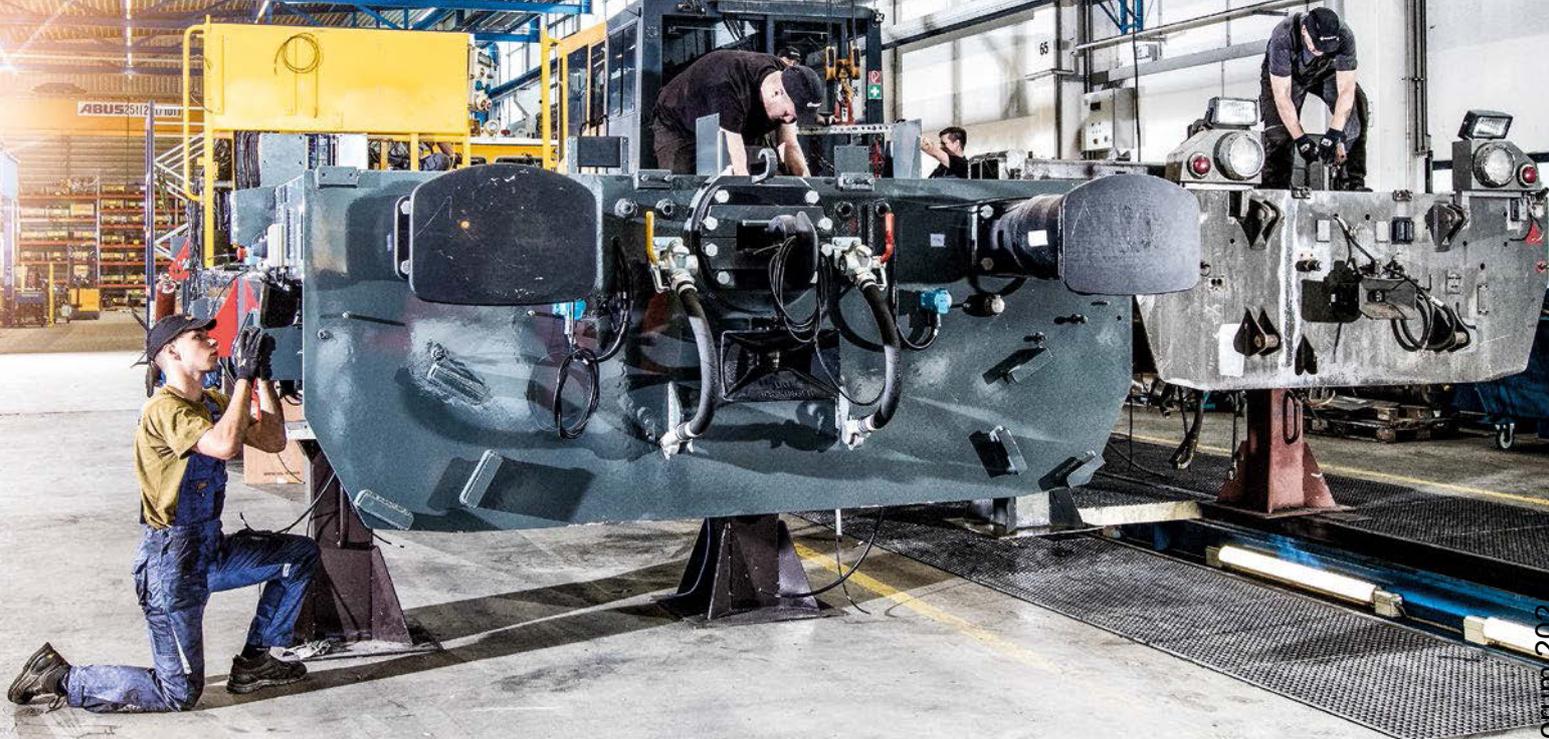
5 Die CO₂-Bewertung wurde für Fahrzeuge entwickelt – ist sie übertragbar?

Sie ist übertragbar, sowohl auf andere Produkte als auch auf andere Emissionen. Nicht alle Hersteller sind begeistert – verständlicherweise. Doch jede Reise beginnt mit einem ersten Schritt. Wir sind stolz, als erstes Unternehmen in Europa diesen Schritt gemacht zu haben. ●

ROBEL RETROFIT. REPOWERED FOR TRACK.



by ROBEL



ROCHECK

ROBEL Retrofit für Gleisbaumaschinen

Die wirtschaftliche Alternative zum Neukauf

- Aktuelle Technik, immer innerhalb der Zulassung
- Transparente Kalkulation und verbindliche Lieferzeit
- Zertifiziertes Hersteller-Know-how



www.robels.com



g beim Railway Forum 202



Smarte Infrastruktur. Nachhaltiger Schienenverkehr.

Als einer der weltweit führenden Anbieter im Bereich Bahninfrastruktur leistet Vossloh einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung der Mobilität von morgen. Unsere über 130-jährige Erfahrung gepaart mit hoher Innovationskraft und einer guten Portion Leidenschaft helfen, die Verlagerung von mehr Verkehr auf die Schiene zu ermöglichen.

[vossloh.com](https://www.vossloh.com)

vossloh
enabling green mobility

WISSEN, WAS BAHNEN BEWEGT



Jetzt
testen!

Rail
BUSINESS



Fachinformationen für Top-Manager der Bahnbranche

EI
DER
EISENBAHN
INGENIEUR



Aktuelles Wissen für alle Ingenieure und Führungskräfte

ETR
EISENBAHNTECHNISCHE
BUNDESSCHAFT



Informationen rund um Technik, Betrieb, Wissenschaft
und Forschung im Bahnsektor

SIGNAL + DRAHT
ZEITSCHRIFT FÜR
SIGNAL- UND SICHERUNGSTECHNIK



Das weltweit führende Fachmedium für Führungskräfte
der Bereiche Signal-, Leit- und Sicherungstechnik

**Eurail
press**
Archiv



Übergreifendes Fachwissen für den gesamten
Schienenverkehr aus allen Eurailpress-Titel

bahn manager



Das Wirtschaftsmagazin für den Schienensektor

Jetzt testen!



EI – DER EISENBAHNINGENIEUR

- Ihr Marktführer im deutschsprachigen Raum für bahntechnisches Fachwissen
- Fachautoren aus Redaktionen und Branche sichern die hohe fachliche Qualität

MEDIENPAKET

- **Print:** 12x jährlich auf Ihrem Schreibtisch
- **E-Paper:** bereits vorab informiert mit der PDF-Ausgabe
- **Archiv:** Zugriff auf alle EI-Inhalte ab dem Jahr 2000 im Eurailpress-Archiv
- **App für Smartphone und Tablet:** alle Ausgaben sind auf Ihren mobilen Geräten verfügbar

► Jahresabo: EUR 238,- zzgl. MwSt. inkl. Porto



ETR – Eisenbahntechnische Rundschau

- seit über 60 Jahren der Impulsgeber für das System Bahn
- fundierte Fachbeiträge aus Wissenschaft und Praxis – ergänzt um Aktuelles und Meinungen aus Politik und Branche

MEDIENPAKET

- **Print:** 10x jährlich auf Ihrem Schreibtisch
- **E-Paper:** bereits vorab informiert mit der PDF-Ausgabe
- **Archiv:** Zugriff auf alle ETR-Inhalte ab dem Jahr 2000 im Eurailpress-Archiv
- **App für Smartphone und Tablet:** alle Ausgaben sind auf Ihren mobilen Geräten verfügbar

► Jahresabo: EUR 304,- zzgl. MwSt. inkl. Porto



SIGNAL+DRAHT

- das einzige Fachmedium weltweit speziell für Leit- und Sicherungstechnik in Deutsch und Englisch
- Fachautoren liefern klare Fokussierung auf LST und Datenkommunikation

MEDIENPAKET

- **Print:** 10x jährlich in Deutsch und Englisch auf Ihrem Schreibtisch
- **E-Paper:** bereits vorab informiert mit der PDF-Ausgabe
- **Archiv:** Zugriff auf alle SIGNAL+DRAHT-Inhalte ab dem Jahr 2000 im Eurailpress-Archiv
- **App für Smartphone und Tablet:** alle Ausgaben sind auf Ihren mobilen Geräten verfügbar

► Jahresabo: EUR 238,- zzgl. MwSt. inkl. Porto



Rail Business

- wöchentlicher Branchenreport mit Hintergründen und Analysen
- tagesaktuelle Informationen fachkundig recherchiert und aufbereitet

MEDIENPAKET

- **E-Paper:** wöchentlich freitags informiert mit der PDF-Ausgabe
- **Online:** Zugriff auf erweiterte Rail Business-Inhalte auf www.eurailpress.de
- **Rail Business Daily:** der tägliche Nachrichtenservice per E-Mail
- **Archiv:** Zugriff auf alle Rail Business-Inhalte ab dem Jahr 2008 im Eurailpress-Archiv
- **App für Smartphone und Tablet:** alle Ausgaben sind auf Ihren mobilen Geräten verfügbar

► Jahresabo: EUR 598,- zzgl. MwSt.



Bahn Manager

- das Wirtschaftsmagazin für den Schienensektor
- exklusive Berichte, Interviews und Analysen aus dem Schienensektor

MEDIENPAKET

- **Print:** 6x jährlich auf Ihrem Schreibtisch
- 120 bis 140 Seiten geballte Branchen-Insights pro Ausgabe
- **E-Paper:** bereits vorab informiert mit der PDF-Ausgabe und zusätzlichen Multimedialen-Inhalten (Videos, interaktive Grafiken u.a.)
- **Archiv:** Zugriff auf alle bahn manager Ausgaben + Meldungen im Eurailpress-Archiv

► Jahresabo: EUR 160,- zzgl. MwSt. inkl. Porto



EURAILPRESS-ARCHIV

- Fachartikelarchiv mit über 35.000 Beiträgen aus dem gesamten Bahnsektor
- bietet Ihnen eine einfache Volltextsuche über verschiedene Publikationen und Jahrgänge hinweg
- Sofort-Download aller Beiträge im Originallayout und mit fester URL möglich

- Jahresabo: **Basic-Zugang: EUR 411,84 zzgl. MwSt.**
Premium-Zugang: EUR 598,- zzgl. MwSt.
- **30 Tage Premium-Zugang: 95,- inkl. MwSt.**

@ kundenservice@dvvmedia.com | ☎ 040 237 14 240

✉ DVV Media Group GmbH, Heidenkampsweg 73–79, 20097 Hamburg