

Bahntechnik



VDI-Agenda
November 2017

Vorwort

Der Schienenverkehr wird auch zukünftig eine wichtige Rolle beim Transport von Personen und Gütern einnehmen. Die Bewältigung des ständig wachsenden Verkehrsaufkommens sowie die Erfüllung der gestiegenen Umweltaforderungen machen die Schiene zu einem immer wichtigeren Bestandteil des Gesamtverkehrssystems. Zur Ausgestaltung des Systems bedarf es interdisziplinärer Ingenieure, die die verschiedenen Technikbereiche abdecken. Mit Maschinenbauern, Elektrotechnikern, Bauingenieuren und Verkehrsingenieuren seinen nur einige der Kerndisziplinen aufgezählt.

Der VDI als größter technisch-wissenschaftlicher Verein Europas ist eine hervorragende Institution, um die Ingenieure und Ingenieurinnen der verschiedenen Fachrichtungen zu vereinen. Die Bahntechnik im VDI hat eine lange Historie. In jüngster Zeit hat sich der Fachbereich Bahntechnik innerhalb der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik neu konstituiert. Durch die Arbeit in diesem interdisziplinären Gremium soll das Gesamtsystem Bahn in seinem regulativen und technischen Umfeld durch Impulse und Anregungen bei innovativen und zukunftsorientierten Entwicklungen unterstützt und gefördert werden.

Der Schienenverkehr steht vor großen Herausforderungen. Die Infrastruktur ist für die prognostizierten Transportmengen zu ertüchtigen. Insbesondere die

Digitalisierung wird viele Änderungen und Chancen mit sich bringen. So werden zukünftig vermehrt automatische Prozesse in der Leit- und Sicherungstechnik und bei der Betriebsabwicklung zum Tragen kommen. Damit das System Bahn auch weiterhin seine Vorteile einbringen kann, befasst sich der Fachbereich Bahntechnik unter anderem mit den folgenden Themen:

- Automatisierung des Bahnbetriebs
- Bahn als Schlüssel für „Zero Emission“
- intelligente Infrastruktur
- Möglichkeiten zur Reduktion der Komplexität und Reglementierung
- Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit
- Imageverbesserung

In dieser Agenda werden als Ausblick einige dieser relevanten Themenfelder vorgestellt, mit denen sich der VDI-Fachbeirat Bahntechnik primär auseinandersetzen wird. Hiermit soll Interesse an diesen spannenden und zukunftsrelevanten Bereichen geweckt werden. Der VDI-Fachbeirat nimmt sich den Aufgaben und Zielsetzungen mit Begeisterung an und lädt auch Sie herzlich ein, in einen konstruktiven Dialog zu treten.

Düsseldorf im November 2017



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen
Vorsitzender des VDI-Fachbeirats Bahntechnik

Fachbeiratsmitglieder

Die Mitglieder des VDI-Fachbeirats Bahntechnik sind:

Dipl.-Geogr. Stephan Anemüller, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (stellv. Vorsitzender)

M.Sc. Sven F. Biebricher, RWTH Aachen, Aachen

Dipl.-Ing. Klaus-Michael Bosch, TÜV SÜD Rail GmbH, München

Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning, Fachhochschule Aachen, Aachen

Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch, DB Netz AG, Berlin (stellv. Vorsitzender)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein, TU München, München

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht, TU Berlin, Berlin

Dipl.-Phys. Reinhold Hundt, Astran Business Consulting GmbH, Kiel

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Häßler, DB Netz AG, Duisburg

Dr.-Ing. Bärbel Jäger, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Braunschweig

Dipl.-Ing. (TU), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Joachim Kochsiek, Fraunhofer IML, Dortmund

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen, RWTH Aachen (Vorsitzender)

Dr.-Ing. Andreas Thomasch, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn

Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt, Citec Engineering & Information GmbH, Kassel

Inhalt

Vorwort	1
1 Arbeitsthemen	4
1.1 Automatisierung des Bahnbetriebs	4
1.2 Bahn als Schlüssel für „Zero Emission“	5
1.3 Intelligente Infrastruktur	7
2 Organschaft mit ETR	8

1 Arbeitsthemen

1.1 Automatisierung des Bahnbetriebs

„Autonomes Fahren“ und auch „automatisiertes Fahren“ sind derzeit in der öffentlichen Diskussion sehr häufig zu verzeichnende Stichworte. Sie werden die Agenda der Technologieentwicklung und der Verkehrsgestaltung in den nächsten Jahren bestimmen. Während das „automatisierte Fahren“ im Bereich der Schienenfahrzeuge verschiedene Funktionen zur Unterstützung des Fahrpersonals beinhaltet, zielt „autonomes Fahren“ auf die (autarke) Bewegung von Fahrzeugen ohne menschlichen Eingriff ab.

In einer Befragung der VDI-Mitglieder über die gewünschten Schwerpunkte des Fachbeirats Bahntechnik wurde das automatisierte und autonome Fahren sehr häufig genannt und nimmt damit eine der Spitzenpositionen ein. Vor dem Hintergrund des großen Bedarfs hat der Fachbeirat Bahntechnik diese Aufgabenstellung in seine Agenda aufgenommen und wird inhaltlich und serviceorientiert Wege der Gestaltung beschreiben.

Status quo

Die Gesetzgebung hat bundesweit insgesamt fünf Stufen im Zusammenhang mit automatisiertem und

autonomem Fahren festgelegt. Die Stufen 1 bis 4 beschreiben Stufen des automatisierten Fahrens, in denen der fahrende Mensch noch eine mehr oder weniger große aktive Rolle bei der Steuerung des Fahrzeugs einnimmt. Ab Stufe 5, dem autonomen oder hochautomatisierten Fahren, ist der Mensch als Fahrer durch die Technik vollständig ersetzt. Für die Schiene gibt es zusätzlich eine spezielle Definition der unterschiedlichen Automatisierungsstufen (GoA0 bis GoA4), die in der IEC 62267 festgelegt sind.

Neben der Schienenfahrzeugtechnik besitzt die Entwicklung autonomer Techniken und Einsatzfelder im Bereich Bus (Kleinbus) derzeit eine große Dynamik. Verschiedene Fahrzeughersteller arbeiten in ihren Projekten, die kurz- bis mittelfristige Anwendung finden sollen (Zubringerdienste auf Flughäfen, ÖPNV nach Bedarf). Hierbei besteht eine Parallele zum Pkw-Markt (Tesla u. a.).

Mit wesentlich weniger öffentlicher Aufmerksamkeit wurden bereits verschiedene Projekte fahrerlosen Betriebs unabhängiger spurgeführter Bahnen des ÖPNV realisiert – auch im Mischverkehr (Kopenhagen, Nürnberg, Paris, Toulouse u. a. (Bild 1)). Hier ist die Entwicklung keineswegs abgeschlossen. Aber die existierenden Liniendienste liefern inzwischen nennenswerte Langzeiterfahrungen, die für weitere Projekte sehr nützlich sein können.



Bild 1. Fahrerlose Metro in Paris (Quelle: Stephan Anemüller)

Insbesondere können die so entwickelten und erprobten Techniken den herstellenden Unternehmen neue Chancen im Weltmarkt bieten.

Der Trend im Schienenverkehr scheint derzeit vor allem in Richtung autonomer Techniken (GoA3, GoA4) zu gehen. Diese sollen im Hinblick auf den Bahnverkehr (Straßenbahn/U-Bahn, S-Bahnen, Regional- und Fernverkehr sowie Güterverkehr) den weiteren Fortschritt bestimmen. Die Aufgabenstellung beinhaltet dabei sowohl die jeweils aktuellen Entwicklungen als auch die bereits gemachten Erfahrungen.

Beim Einsatz hochautomatisierter Fahrzeuge im Schienengüterverkehr steht nicht primär die fahrerlose Überbrückung der Langdistanz im Vordergrund, sondern vielmehr die Nutzung der Technologie auf der letzten Meile im aufwendigen Rangierbetrieb. Hier gilt es, die Technologie stetig weiterzuentwickeln und den Einsatz zu forcieren. Weiter bietet die Automatisierung des Güterverkehrs Vorteile in Bezug auf die Energieeinsparung. Vernetzte und automatisiert abgestimmte Fahrten bieten die Möglichkeit durch vorausschauende Fahrt energieaufwendige Anfahr- und Bremsmanöver zu vermeiden.

Aufgaben und Ziele

- Der VDI-Fachbeirat Bahntechnik sieht es als seine Aufgabe an, die Thematik „Autonomisierung und Automatisierung des Bahnbetriebs“ forciert zu begleiten und in Form von geeigneten fachlichen Beiträgen und Veranstaltungen auf die Vorteile und Chancen der Technologie hinzuweisen.

- Im Bereich des Güterverkehrs wird der VDI-Fachbeirat Bahntechnik eine Initiative zur technischen Regelsetzung in Bezug auf die Automatisierung von Güterwagen initiieren.
- Kooperationen mit anderen Vereinen und Verbänden der Branche werden angestrebt, um die öffentliche Wahrnehmung und Wirkung bei Bekanntmachung relevanter branchenfördernder Themen zu verbessern.

1.2 Bahn als Schlüssel für „Zero Emission“

Ein wesentliches Klimaziel der Bundesregierung ist die Treibhausgasemission bis 2020 gegenüber 1990 um 40 % zu senken. Privathaushalte und Industrie sind dem Ziel sehr nahe, Landwirtschaft und Energie sind erst bei dem halben Wert. Der Verkehrssektor jedoch hat zur Zielerreichung bislang praktisch keinen Beitrag geleistet. Dabei ist der Verkehr bis heute die drittgrößte Emissionsquelle (siehe Bild 2) für Treibhausgase.

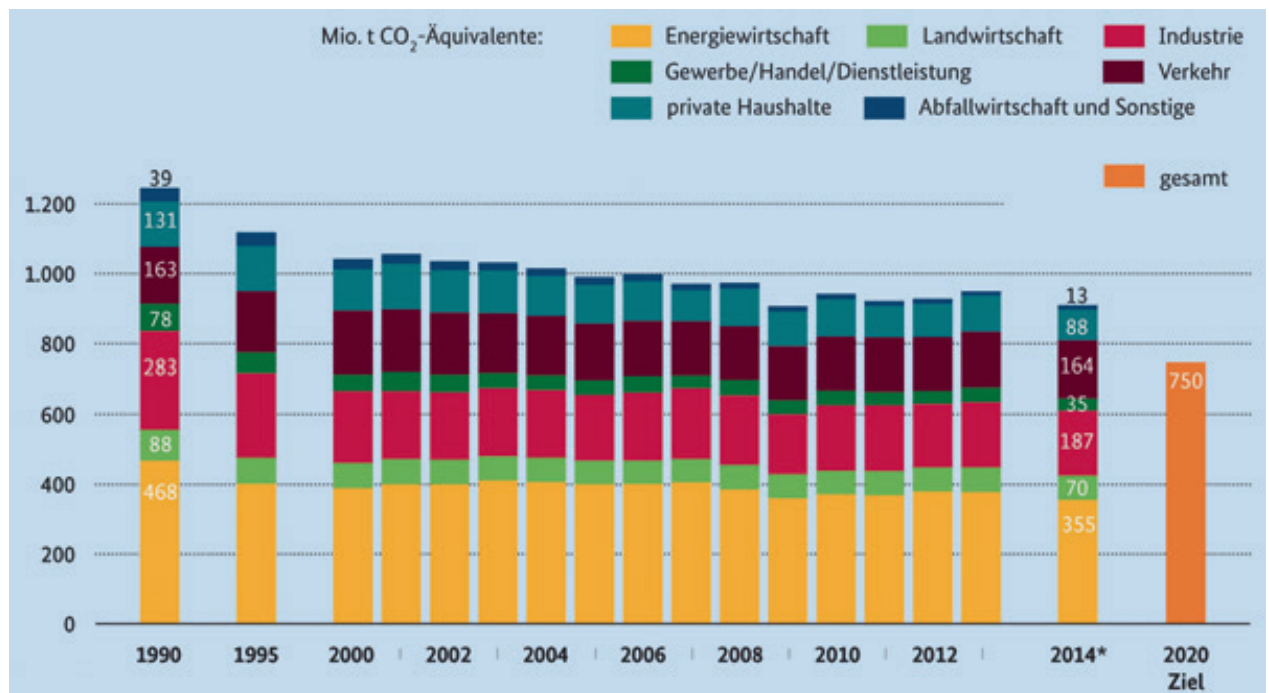


Bild 2. Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren (Quelle: Umweltbundesamt)

* Schätzung

Status quo

Heute werden zwar über 90 % der Verkehrsleitungen (Tonnenkilometer und Personenkilometer) auf der Schiene unter Fahrdrabt gefahren. Dennoch werden aber zirka aber 30 % aller Zugkilometer mit Diesellokomotiven erbracht, da nur 60 % der Streckenkilometer elektrifiziert sind. Ein Dieselantrieb ist in mehrfacher Hinsicht ungünstig, meist sogar schlechter als der des Güterverkehrs auf der Straße. Wegen der Zugbildung müssen die Struktursteifigkeit und damit die Masse der Fahrzeuge recht hoch sein; beim Bremsen von dieselgetriebenen Zügen geht dann die gesamte kinetische Energie verloren. Aber die Abgase, die bei der Erzeugung der kinetischen Energie mit zirka 30 % Wirkungsgrad entstanden sind, wurden emittiert. Dagegen sind alle Fahrdrabtelektrofahrzeuge, die jünger als 20 Jahre sind, in der Lage, zu rekuperieren, das heißt, die Fahrmotoren arbeiten beim Bremsen als Generatoren und die kinetische Energie des Zugs wird in elektrische Energie umgewandelt und in den Fahrdrabt zurückgespeist. Das geschieht auch noch mit einem sehr guten Wirkungsgrad. Es sollten daher Anstrengungen zu einer möglichst 100%igen Elektrifizierung wie in der Schweiz unternommen werden und die Bahnen müssen ausschließlich mit „grünem“ Strom gespeist werden, wie das beispielsweise ab nächstem Jahr in den Niederlanden der Fall sein wird. Die Rekuperation ist nötig, weil damit „grüner“ Strom – ein sehr knappes Gut – sparsam genutzt werden kann. Die gegenwärtige Rückspeisequote in Deutschland von 10 % kann mit flankierenden Maßnahmen mittelfristig auf 30 % gesteigert werden.

Der zweite Punkt, die Marktanteilsvergrößerung, ist zwingend nötig, da der Schienenverkehr nur einen sehr kleinen Marktanteil hat. Im Personenverkehr sind es nur 8 %. Im Güterverkehr sehen die dortigen 17 % besser aus als sie sind. Leichtere Güter mit großem Transportvolumen bedeuten wiederum mehr Lkw-Fahrten und Flüge.

Die Schwierigkeit der Marktanteilssteigerung liegt darin, dass die Infrastruktur nicht in dem Maß ausge-

baut werden kann, wie es notwendig wäre, sondern dass auf der nur sehr wenig erweiterbaren Infrastruktur mehr bewegt werden muss. Der Weg dahin führt über den integralen Taktfahrplan für Personen- und Güterverkehr, der „Deutschlandtakt“ genannt wird. Das Besondere am Deutschlandtakt ist, dass nicht nur einfach ein Fahrplankonstrukt für ein bestehendes Netz gemacht werden muss, sondern es müssen Baumaßnahmen besonders in den Knoten erfolgen, damit konfliktfrei von Halt zu Halt gefahren werden kann. Ein weiterer notwendiger Punkt sind verbesserte Algorithmen in der Betriebsabwicklung und eine automatische Betriebssteuerung, sodass im Falle einer Störung die Auswirkung lokal begrenzt bleibt und sich Verspätungen nicht im Netz weiter fortpflanzen. Bei einem pünktlicheren Betrieb lassen sich als Folge in Summe mehr Zugfahrten abwickeln.

Obwohl die Zuverlässigkeit des Schienenfernverkehrs heute teilweise schlechter ist als die des Luftverkehrs, treten weiterhin Steigerungsraten bei der Passagiernutzung auf. Um die Zuverlässigkeit und Attraktivität im Güterverkehr zu steigern, wird momentan beispielsweise Diagnosetechnik eingeführt. Ebenso ist die Lärminderung im Schienengüterverkehr ein lösbares Problem. Erste Schritte diesbezüglich wurden bereits unternommen (Bild 3). Somit bleibt festzuhalten, dass in den nächsten Jahren sehr viele Innovationen und Erneuerungen im Bahnwesen anstehen werden.

Aufgaben und Ziele

- Der VDI-Fachbeirat Bahntechnik möchte mit Positionspapieren, Fachartikeln und auch mit eigenen Forschungsbeiträgen ein Bewusstsein dafür schaffen, dass das System Bahn ein wesentlicher Baustein für die Mobilität der Zukunft ist – im Personen- wie im Güterverkehr.
- Mit selbstkritischem Blick auf die eigene Branche sollen die Defizite, die das aktuelle System Bahn in seiner Organisation mit sich bringt, hinterfragt und bewertet werden.



Bild 3. Der „Tiger“ der HVLE mit Lärmschutzmaßnahmen (Quelle: TU-Berlin)

1.3 Intelligente Infrastruktur

Die Bewältigung des ständig wachsenden Verkehrsaufkommens sowie die Erfüllung der gestiegenen Umweltaforderungen machen die Schiene zu einem immer wichtigeren Bestandteil des Gesamtverkehrsystems. Um die erwarteten Verkehre, insbesondere im Schienengüterverkehr, auch marktgerecht abwickeln zu können, ist eine leistungsfähige Infrastruktur notwendig. Unter Infrastruktur werden in diesem Kontext neben den Gleisanlagen (Unter- und Oberbau, Weichen und Kreuzungen) auch die Sicherungstechnik (Signale, Gleisfreimeldeeinrichtungen, Bahnübergänge, Stellwerke), die Stromversorgung (Unterwerke, Oberleitung) und Ingenieurbauwerke (Tunnel, Brücken, Bahnsteige) verstanden. Für einen reibungslosen und pünktlichen Betrieb auf einem stark ausgelasteten Netz ist dabei eine hochverfügbare Infrastruktur von großer Relevanz. Bei Einschränkungen oder Ausfällen kann dies zu Geschwindigkeitsreduktionen oder gar Sperrungen führen, die die Betriebsabwicklung erschweren und Verspätungen mit weiteren Auswirkungen auf das Netz nach sich ziehen. Als Resultat verschlechtern sich dadurch Pünktlichkeit und Leistungsfähigkeit im gesamten Netz.

Status quo

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene zu sichern, darf eine Erhöhung der Verfügbarkeit der Infrastruktur aber nicht mit erhöhten Instandhaltungskosten verbunden sein. Instandhaltungsmaßnahmen zum richtigen Zeitpunkt – nicht zu früh, aber früh genug, um einen Ausfall zu verhindern – gewinnen an Bedeutung. Möglich wird dies durch eine intelligente, vernetzte Infrastruktur. Heutzutage erfolgt die Zustandserfassung im Regelfall diskret zu bestimmten Ereignissen in festgelegten zeitlichen Abständen. Dies kann beispielsweise eine Messzugfahrt (ein- bis zweimal jährlich) oder eine Brückeninspektion (alle x Jahre) sein. Bei anderen Gewerken wie der Leit- und Sicherungstechnik findet basierend auf Erfahrungswerten im Rahmen der Wartung ein präventiver Austausch der Elemente nach Fristen statt (beispielsweise der Austausch von Signallampen oder von Relaisgruppen im Stellwerk) – unabhängig vom aktuellen Zustand der Elemente. In der Zielvision sind intelligente, vernetzte Infrastrukturen Teil des IoT (Internet of Things). Sie kennen ihren Zustand, kommunizieren ihn und ermöglichen somit eine kontinuierliche Zustandsüberwachung und Diagnose im Zusammenhang mit den Umfeldbedingungen. System-spezifische Algorithmen werten die Zustandsentwicklung aus und prognostizieren zuverlässig den Zeitpunkt für den höchstwahrscheinlichen Ausfall eines Elements, sodass zum richtigen Zeitpunkt entspre-

chende Instandhaltungsmaßnahmen ergriffen werden können. Intelligente, vernetzte Infrastrukturen eröffnen auch ganz neue Möglichkeiten für Dispositionsentscheidungen und zur Steuerung betrieblicher Prozesse. Wetterbedingte Einschränkungen, störungsbedingtes Langsamfahren, Hindernisse im Gleis usw. sind dem System bekannt und können bei allen Entscheidungen berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage können bessere Dispositionsentscheidungen getroffen werden, was zu einem besseren Fluss in der Betriebsabwicklung und einer höheren Pünktlichkeit führt. Überdies kann die Fahrgastinformation aktuell und umfassender gestaltet werden.

Somit bieten intelligente, vernetzte Infrastrukturen die besten Voraussetzungen, die Verfügbarkeit zu verbessern, ohne die Instandhaltungskosten zu erhöhen. Sie ermöglichen eine effizientere Ausnutzung der Streckenkapazität und eine Erhöhung der Pünktlichkeit und sind dann Voraussetzung für eine weitere Automatisierung des Bahnbetriebs. Für eine intelligente Infrastruktur müssen ausgehend vom derzeitigen Status quo noch weitere Aufgaben betrachtet werden, beispielsweise:

- Identifikation robuster Sensoriken und Verfahren zur Zustandserfassung, Nutzung vorhandener Sensoren
- Weiterentwicklung und Bereitstellung von intelligenten Methoden zur Informationsgewinnung
- Definition von Standards bei Systemarchitektur und Kommunikationstechnologien
- Weiterentwicklung der Algorithmen zur Datenanalyse und -auswertung
- verbesserte Zustandsdiagnose und -prognosefunktionen

Aufgaben und Ziele

- Der VDI-Fachbeirat Bahntechnik möchte sich mit seinen Experten aus der Branche für vereinheitlichte Schnittstellen zum Datenaustausch einsetzen.
- Der VDI-Fachbeirat Bahntechnik beabsichtigt, mit einem Positionspapier Klarheit über zielgerichtete Investitionen in intelligente Infrastrukturen zu schaffen.
- In Handlungsempfehlungen sollen Lösungsansätze zum Thema Pünktlichkeit (Darstellung der Zusammenhänge und Aufzeigen der Handlungsspielräume) gegeben werden.

2 Organschaft mit ETR

Um die Arbeit des VDI-Fachbeirats Bahntechnik in der Branche bekannt zu machen, wurde mit der Fachpublikation ETR – Eisenbahntechnische Rundschau (Bild 4) eine Organschaft vereinbart. Die ETR versteht sich als Impulsgeber für das System Bahn und erscheint bei der Hamburger DVV Media Group | Eurailpress.

Seit fast 70 Jahren ist die ETR in der Schienenverkehrsbranche für hohe fachlich-inhaltliche Qualität und nachhaltigen Nutzwert für den Leser bekannt. Sie richtet sich überwiegend an technisch orientierte Führungskräfte und Entscheidungsträger bei Bahnen, in der Industrie und Bauwirtschaft sowie in Consulting, Wissenschaft und Forschung. Ein hochrangig besetzter Herausgeberkreis sowie ein Fachbeirat sichern die Qualität der Publikation ab.

Die zehnmal jährlich erscheinende deutschsprachige Ausgabe der ETR, die regelmäßig um die Sonderhefte ETR Austria und ETR Swiss ergänzt wird, hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in Mitteleuropa mit Schwerpunkt im DACH-Raum. Ergänzend werden Spezialausgaben für relevante internationale Märkte und Länder wie die ETR International Edition in Englisch sowie landessprachliche Ausgaben für die Türkei, China, Russland und den Iran publiziert. Darüber hinaus erscheinen in größeren zeitlichen Abständen deutschsprachige Sonderausgaben zu herausragenden Themen des Schienenverkehrs.

Die Organschaft der ETR für den Fachbereich Bahntechnik ermöglicht regelmäßige Veröffentlichungen aus dem Fachbereich sowie die Berichterstattung über Aktivitäten des VDI im Bereich des Schienenverkehrs. Um die Organschaft und den Fachbereich Bahntechnik des VDI eng zu verbinden, ist ein Mitglied der ETR-Redaktion als permanenter Gast in dem Fachbereich Bahntechnik eingeladen. Darüber hinaus stellt der VDI ein Mitglied im Fachbeirat der ETR. Zudem werden über die DVV Media Group weitere Möglichkeiten zur Präsenz des VDI bei Branchenveranstaltungen wie auf der Leitmesse InnoTrans in Berlin genutzt.

Im Rahmen der Organschaft bietet die DVV Media Group | Eurailpress den Mitgliedern des VDI ein besonderes Angebot für den Bezug der ETR: VDI-Mitglieder erhalten das Jahresabonnement der ETR zum halben Preis.

Insgesamt verfügt der Fachbereich Bahntechnik des VDI mit der Organschaft der ETR über eine herausragende Möglichkeit, seine Arbeit und Themen in der Schienenverkehrsbranche bekannt zu machen. Die Umsetzung der Organschaft wird in einem vertrauensvollen und engen Austausch zwischen den Mitgliedern des Fachbeirats Bahntechnik des VDI und dem Verlag gewährleistet.



Bild 4. Titelbild der ETR – Eisenbahntechnische Rundschau (Quelle: DVV Media Group)

Die VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik

Die VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT) bietet mit ihren acht Fachbereichen die Heimat für Ingenieurinnen und Ingenieure der unterschiedlichsten Fachrichtungen rund um die Verkehrsträger Straße, Schiene Luft und Wasser. In einem aktiven Zusammenspiel mit den Arbeitskreisen der VDI-Bezirksvereine, den Studenten und Jungingenieuren sowie den weiteren VDI-Fachgesellschaften ist die VDI-FVT national und international mit weiteren Kooperationspartnern vernetzt. Die VDI-FVT hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Wahrnehmung des Ingenieurberufs zu stärken und den VDI als technisch-wissenschaftlichen Meinungsführer in Fachwelt, Politik und Gesellschaft verstärkt zu etablieren. Dabei gilt es, das Zusammenwirken der unterschiedlichen Mobilitätsbereiche zu forcieren und fachliche Impulse zu geben sowie Perspektiven für Querschnittsthemen rund um die Bereiche Mensch und Mobilität sowie Transportmittel und Infrastruktur zu entwickeln.

Der VDI

Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Die Faszination für Technik treibt uns voran: Seit 160 Jahren gibt der VDI Verein Deutscher Ingenieure wichtige Impulse für neue Technologien und technische Lösungen für mehr Lebensqualität, eine bessere Umwelt und mehr Wohlstand. Mit rund 155.000 persönlichen Mitgliedern ist der VDI der größte technisch-wissenschaftliche Verein Deutschlands. Als Sprecher der Ingenieure und der Technik gestalten wir die Zukunft aktiv mit. Mehr als 12.000 ehrenamtliche Experten bearbeiten jedes Jahr neueste Erkenntnisse zur Förderung unseres Technikstandorts. Als drittgrößter technischer Regelschreiber ist der VDI Partner für die deutsche Wirtschaft und Wissenschaft.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik
Dipl.-Ing. Christof Kerkhoff
Tel. +49 211 6214-251
fvt@vdi.de
www.vdi.de/bahntechnik