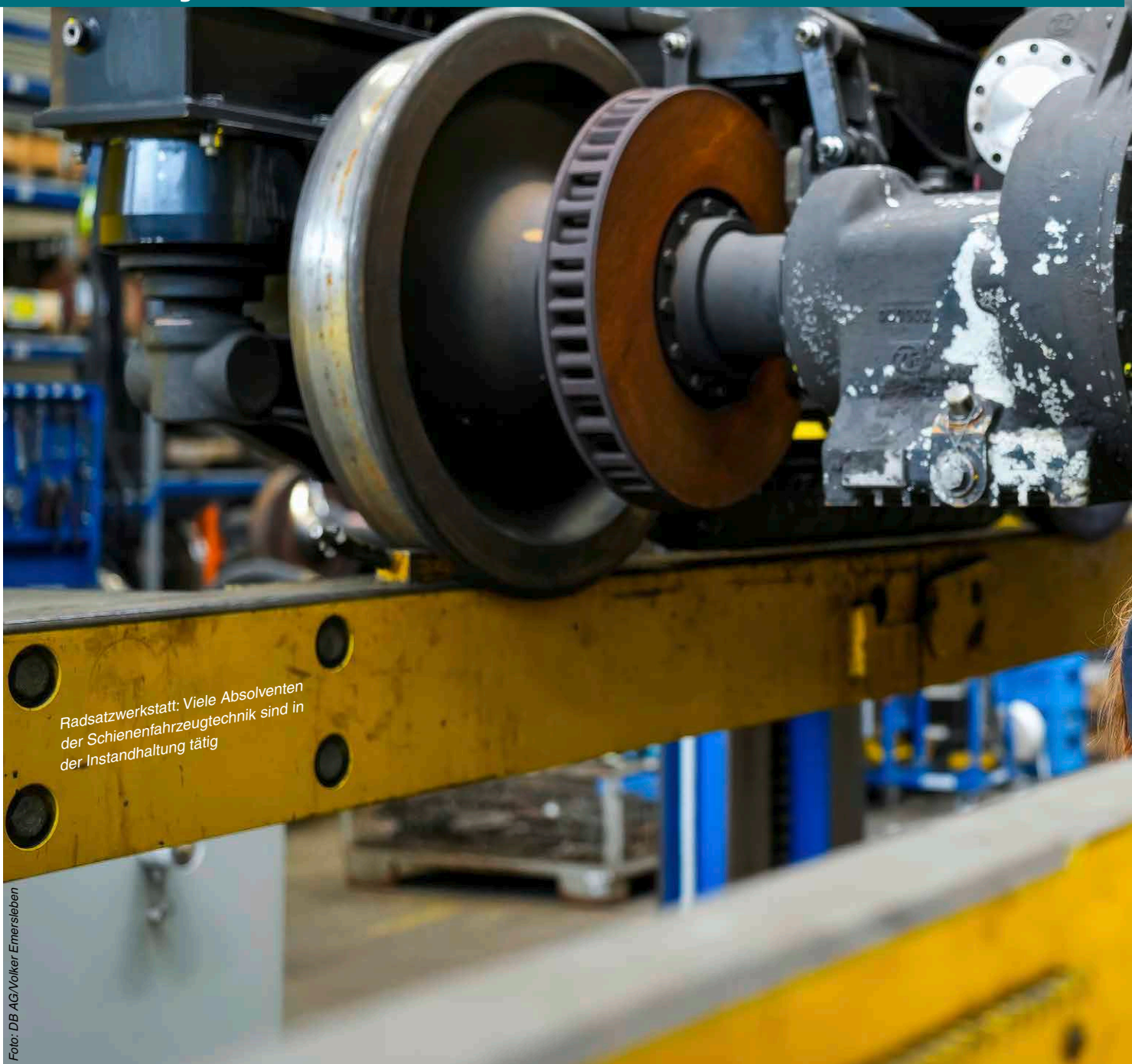


Schienefahrzeugtechnik

# „Riesenvorteile“ für Absolvent\*innen mit Systemkenntnissen im Bahnsektor



Radsatzwerkstatt: Viele Absolventen  
der Schienenfahrzeugtechnik sind in  
der Instandhaltung tätig

Foto: DB AG/Volker Emersleben



**Professor Dr. Raphael Pfaff** lehrt und forscht seit über einer Dekade zur Schienenfahrzeugtechnik und ist seit verganginem Jahr Leiter und Lehrstuhlinhaber am Institut für Schienenfahrzeuge an der RWTH Aachen. Im Interview mit *Deine Bahn* nimmt Pfaff unter anderem Stellung zu den Themen Elektrifizierung und ETCS-Umrüstung von Schienenfahrzeugen, sieht beim Thema Automatisierung ungenutztes Potenzial und umreißt, welche Ziele er sich an der RWTH gesteckt hat. Um die Zukunft des Bahnsektors und den Nachwuchs in seinem Fachgebiet macht sich Pfaff indes keine Sorgen, einen nachhaltigen Imagewandel des Verkehrsträgers würde er sich gleichwohl wünschen.

*Deine Bahn: Schienenfahrzeuge sind zusammen mit der Infrastruktur eine der beiden zentralen Säulen des Rad-Schiene-Systems. Derzeit wird in der Fachöffentlichkeit vor allem darüber diskutiert, wie die Schieneninfrastruktur wieder zuverlässiger und belastungsfähiger werden könnte. Da stellt sich die Frage, ob auch das Rad etwas für die Schiene tun kann. Anders formuliert: Was kann die Schienenfahrzeugtechnik leisten, um die Qualität der Infrastruktur sicherzustellen?*

Prof. Pfaff: Das System Bahn ist sehr ausgereift und an vielen Stellen, wie beispielsweise dem Rad-Schiene-Kontakt, bereits nahe am Optimum. Daher ist in meinen Augen gerade bei Änderungen Vorsicht geboten, da schon kleine, scheinbar unproblematische Neuerungen große Auswirkungen haben können.

Ein Beispiel hierfür war zuletzt der Übergang zum europäischen 60E2-Schienenprofil, der einen erhöhten Schleifaufwand als Mittel gegen Schienenfehler und geringe äquivalente Konizität (zentrale Hilfsgröße zur Bestimmung des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, Anm. der Redaktion) zur Folge hatte. Ein anderes Beispiel ist die Einführung von Kunststoffsohlen, wo offenbar gewisse Restrisiken im Bereich der Gleisfreimeldung und im thermischen Verhalten unentdeckt geblieben sind.

## **Rad-Schiene-Kontakt nah am Optimum**

*Je komplexer ein System ist, desto schwieriger ist also sein Verhalten bei Änderungen vorherzusagen. Gibt es dennoch konkrete Punkte, die aus der Schienenfahrzeugtechnik kommen könnten, um die Qualität der Infrastruktur zu sichern?*

Natürlich können Schienenfahrzeuge zum Erhalt des Zustands der Infrastruktur beitragen: Wir können zum Beispiel verschleißmindernde Fahrwerke einsetzen, vorzugsweise mit Radprofilen und Stahlgüteklassen, die nicht einseitig den Fahrweg schädigen. Solche Verbesserungen sollten sich dann natürlich auch signifikant in den Trassennutzungsgebühren niederschlagen, sodass das gemeinsame Ziel eines verschleißarmen, effizienten Schienenverkehrs erreicht werden kann.

Und auch für den Zufall möchte ich in diesem Zusammenhang eine Lanze brechen: Die heute üblichen Zugfahrten mit Triebzügen auf festen Umläufen und Ganzzügen im Güterverkehr nehmen dem System das Maß an zufälliger Streuung, das in der Entstehungszeit üblich und für den sicheren Betrieb prägend war. Hier könnte sich das hohe Maß an Standardisierung langfristig als Verschleißtreiber erweisen.

*Kältetest in der Klimakammer: Herstellung und Entwicklung ist ein Tätigkeitsfeld für Absolventen der Schienenfahrzeugtechnik*

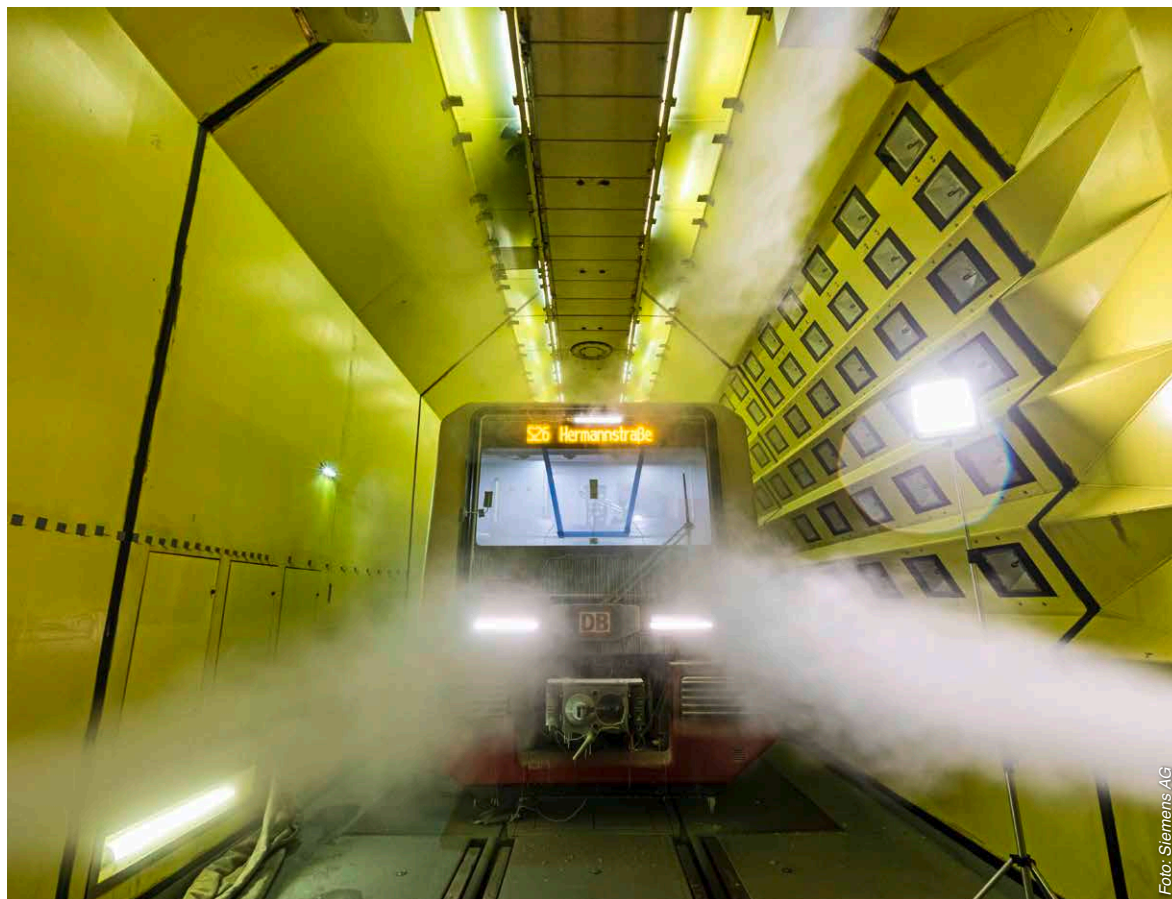


Foto: Siemens AG

*Große Herausforderungen gibt es an den Schnittstellen im System. So sind 40 Prozent des Schienennetzes in Deutschland nicht elektrifiziert und trotz der Zusage des Bundes, die Umrüstung von Schienenfahrzeugen auf ETCS zu fördern, erscheinen schnelle und flächen-deckende Umrüstungen nach Einschätzung vieler Experten derzeit unrealistisch. Wie müssten sich die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Branche ändern, um die notwendige Modernisierung schneller voranzubringen?*

In Bezug auf die Elektrifizierung ist der technologische Fortschritt im Bereich der Batterietriebzüge offenbar schneller als die Elektrifizierung – hier müssen wir aus volkswirtschaftlicher Perspektive offen sein für neue fahrzeugseitige Technologien. Eine Elektrifizierung sollte nur dann zwingend erfolgen, wenn die Transportleistung auf der Strecke hoch genug ist oder sie als Ausweichstrecke bedeutend ist.

Anders verhält es sich beim ETCS-Ausbau: Hier ist Geschwindigkeit und damit letztlich Geld gefragt, dies allerdings neben der ausreichenden Höhe auch mit einem so langen Planungshorizont, dass Kapazitäten in der Industrie und bei Dienstleistern aufgebaut werden. Für die einzelnen Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) werden durch ETCS in erster Linie Mehrkosten verursacht. Der Nutzen entsteht überwiegend volkswirtschaftlich durch erhöhte Kapazität und bessere Interoperabilität – daher ist hier eine Förderung der Investitionskosten durch Bundesmittel meiner Meinung nach absolut gerechtfertigt und notwendig.

### **Automatisierungspotenzial nicht ausgeschöpft**

*Automatisierung und KI werden das System Bahn elementar verändern. Momentan konzentrieren sich die Bemühungen dabei vor allem auf die Optimierung von Planungsprozessen und Kapazitätsberechnungen. In der Schienenfahrzeugtechnik selbst werden zum Beispiel viele Instandhaltungsprozesse digitalisiert. An welchen weiteren Stellen werden in Zukunft Automatisierung und KI in der Schienenfahrzeugtechnik eingesetzt werden?*

Automatisierung hält an vielen Stellen Einzug, leider immer noch nicht an den dringend benötigten. Die Optimierung von Instandhaltungsprozessen unter der Nutzung von Daten und KI wird gemacht, „weil es geht“ – die Bremsstellung am Güterwagen müssen wir auf absehbare Zeit aber immer noch manuell umstellen.

Dabei müssen wir auf unseren Nachwuchs im Bahnsystem achten: Bald kommen junge Menschen ins System Bahn, die nicht standardmäßig eine Suchmaschine nutzen, wenn sie etwas herausfinden möchten. Vielleicht wird es für sie ganz normal sein, mit dem Güterwagen zu chatten? Sicherlich finden sie es wesentlich angenehmer, als einen gusseisernen Hebel



Foto: Andreas Schmitler

*Professor Dr. Raphael Pfaff, Leiter und Lehrstuhlhaber am Institut für Schienenfahrzeuge an der RWTH Aachen*

am Wagen umstellen zu müssen. Das sollte unser Ziel sein: aufwändige und kostspielige händische Prozesse, vor allem bei der Zugbildung und korrekativen Instandhaltung, durch Automatisierung und KI zu unterstützen.

*Gerade im Bereich der Automatisierung ist das System Bahn ein technologischer Vorreiter. Die S-Bahn Hamburg fährt im Automatisierungsgrad (GoA) 2, und in Nürnberg verkehren U-Bahnen in GoA 4. Gleichzeitig arbeitet zum Beispiel die Hamburger Hochbahn daran, autonom fahrende Busse im Regelbetrieb im öffentlichen Personennahverkehr einzusetzen. Läuft die Schiene hier Gefahr, vom autonomen Elektrobus abgehängt zu werden?*

Nein. Verstehen Sie mich nicht falsch, nichts gegen den Busverkehr, aber wer möchte denn in einer Stadt wie Hamburg lieber mit dem Bus im Verkehr stehen als die großartigen Schienenbahnen zu nutzen? Bei vernünftiger Linien- und Taktplanung können uns autonome Busse mit dichtem Takt noch helfen, die Fahrgäste auf der ersten und letzten Meile zu den Bahnen zu bringen.

Ich glaube auch nicht, dass Autonomie für die Fahrgäste ein Attraktivitätsmerkmal ist. Die Fahrgäste erwarten im Nahverkehr einen dichten Takt, der Bahnfahren ohne spezifische Planung ermöglicht und im Regional- und Fernverkehr Pünktlichkeit. Damit bietet sich die Automatisierung bis auf GoA 4 gerade im Nahverkehr an und wird dort ja auch schon umgesetzt, im Regionalexpress- und Fernverkehr kann die Person im Führerstand sich positiv auf Pünktlichkeit und Verfügbarkeit auswirken und sollte daher, gerne mit Assistenzsystemen nach GoA 2, dort bleiben.

*Ferngesteuertes Rangieren bei der S-Bahn München: Im Wagenbetriebsdienst kann Automatisierung die Mitarbeitenden entlasten und Berufe attraktiver machen*



*Wo erscheint der Einsatz von GoA 3 oder GoA 4 in Zukunft realistisch? Und worauf sollte sich die Branche bei Automatisierung und Einsatz von KI konzentrieren?*

Neben dem bereits angesprochenen Nahverkehr profitieren auch Regionalbahnstrecken von einer höheren Taktdichte und können so die Attraktivität des Schienenverkehrs steigern. Hier ist das Verhältnis zwischen Fahrpersonal und Fahrgästen deutlich ungünstiger als bei den langlaufenden Regionalexpresslinien. Gleichzeitig handelt es sich um äußerst herausfordernde Strecken, mit nicht-technisch gesicherten Bahnübergängen, engen Radien und teilweise Personenverkehr über die Gleise in den Haltepunkten. Wir müssen uns also langsam herantasten, umso wichtiger ist es, schon heute zu beginnen.

Ein weiteres wichtiges Betätigungsfeld ist die Automatisierung der nicht-produktiven Anteile. Angefangen vom Aufrüsten, über die Bremsprobe und die Bereitstellung spart das sehr viel Zeit, die das Fahrpersonal heute mit Nebentätigkeiten verbringt.

### **Forschung am Institut für Schienenfahrzeuge**

*Die Hochschulen haben den Auftrag, den Einsatz neuer Technologien vorausdenken und in der Forschung zu erproben. Nach zehn Jahren an der FH Aachen sind Sie im vergangenen Jahr an die RWTH Aachen gewechselt und dort seit einem Jahr Lehrstuhlinhaber und Leiter des Instituts für Schienenfahrzeuge (ifs). Welche Forschungsvorhaben würden Sie in Zukunft gerne initiieren bzw. umsetzen? Wie sehen Sie generell die Zukunft des ifs?*

Das ifs ist ein sehr vielseitiges Institut, mit einer starken Geschichte in den Bereichen Lauftechnik, Rad-Schiene-Interaktion und Automatisierung. Etwas jünger sind die Arbeiten in der Fahrzeug- und Systementwicklung sowie Prognostics and Health Management, wo es um die Zustandsbeobachtung von Systemen und die Interpretation bzw. Reaktion darauf geht. Alle fünf Bereiche finde ich persönlich wichtig und ich möchte sie weiterführen.

Ein Herzensprojekt des gesamten Teams ist derzeit, unseren Aachener Rail Shuttle (Demonstrationsfahrzeug des ifs, der im Projekt Flexibler Schienenbus für den ländlichen Raum eingesetzt wird, Anm. der Redaktion) zu erproben und hoffentlich in naher Zukunft mit ihm auf einer Regionalbahnstrecke Testfahrten nach GoA 4 zu betreiben. Etwas grundlegender sind die kürzlich begonnenen Arbeiten zu Rolling Contact Fatigue mit unserem neuen Prüfstand, hier sind weitere Anträge auf Forschungsförderung gestellt, und wir sind gespannt!

Dann interessiert mich persönlich der Aspekt der CO<sub>2</sub>-Emissionen über den Lebenszyklus, bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung einer hohen Attraktivität der Fahrzeuge. Dazu müssen wir uns mit Kreislaufwirtschaft und alternativen Materialien beschäftigen, mit Brandschutz und Crashverhalten. Das ist äußerst spannend.

### **Lehre am Institut für Schienenfahrzeuge**

*Ein Studium der Schienenfahrzeugtechnik setzt in der Regel auf ein Maschinenbau- oder Wirtschaftsingenieur-Studium auf. Welche Argumente gibt es, die Studierenden von einer Spezialisierung in Richtung Schienenfahrzeugtechnik zu überzeugen?*

Viele unserer Studierenden müssen wir gar nicht überzeugen, sie interessieren sich von Haus aus für die Eisenbahn oder kommen aus Ländern, in denen das System Bahn einen größeren Stellenwert als in Deutschland hat. Vielfach gelingt es auch, Studierende anderer Studiengänge dafür zu gewinnen, ihre Kompetenzen am ifs einzubringen. Das bereichert uns durch Impulse zum Beispiel aus dem Computational Engineering oder der Informatik. Einmal im Bahnsektor angekommen, wollen die meisten von ihnen nicht mehr in andere Branchen zurück.

*In welchen Bereichen können Absolvent\*innen arbeiten? Welche Möglichkeiten stehen Ihnen offen? Welche Fähigkeiten sollten sie mitbringen?*

Unsere Alumni arbeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette, also von der Verkehrsbeschreibung (zum Beispiel bei Aufgabenträgern oder EVU), in der Fahrzeugentwicklung, -herstellung und -inbetriebsetzung, in der Zulassung und natürlich insbesondere in der Instandhaltung. Gerade in

der Instandhaltung zahlen sich die umfangreichen Kompetenzen der Absolvent\*innen nach einem Studium der Schienenfahrzeugtechnik aus.

*Als Hochschuldozent legen Sie großen Wert auf Praxisbezüge und versuchen, ihre Studierenden durch Exkursionen, Wettbewerbe etc. zu einem Blick über den Tellerrand zu bewegen. Wie wichtig sind Kenntnisse über das System Bahn für Absolvent\*innen der Schienenfahrzeugtechnik?*

Systemkenntnisse sind aufgrund ihrer Rolle im Bahnsektor ein Riesenvorteil. Expert\*innen für verschiedene Aufgaben finden wir viele, aber wer integriert die Einzellösungen zu einem Gesamtbild? Dazu werden die vermittelten Systemkenntnisse benötigt. Und die gehen in unseren Studiengängen weit über das Fahrzeug hinaus, zum Beispiel in den Betrieb, die Zug-sicherungstechnik, in Kommunikation und Steuerung. All das ergänzend zu einer sehr tiefen Kenntnis der Fahrzeuge und ihrer Teilsysteme.

Und natürlich ist nichts so lehrreich, wie nachts um drei einen Software-Bug zu suchen oder die Verkabelung der Schnellbrems-schleife neu erstellen zu müssen. Darin sehe ich den klaren Vorteil von Wettbewerben wie der Alpha Trains European Railway Challenge: Die Studierenden müssen sich trauen und etwas machen.

*Wie könnte man mehr Nachwuchskräfte davon überzeugen, ihre berufliche Karriere im System Bahn anzustreben?*

Idealerweise, indem sie bereits als Schüler\*innen und Studierende die Bahn als großartig erleben. Das Gegenteil ist leider in der Wahrnehmung der Studierenden der Fall, womit ich häufig in den Pflichtmodulen konfrontiert werde. Wenn das in absehbarer Zeit gelingen soll, dann ist eine Charme-Offensive des Sektors notwendig: Stipendien, Exkursionen, Mentoring, Unterstützung von Wettbewerben – wie es Unternehmen im Kraftfahrzeugbereich sehr gründlich und gezielt machen.

## Schienenfahrzeug der Zukunft

*Wie sieht das System Bahn und das Schienenfahrzeug der Zukunft aus, wenn es nach Ihnen persönlich ginge?*

Es ist komfortabel, leise und verfügbar. Es kann schnell und mit wenig Aufwand an die Bedürfnisse angepasst werden. Es ist am Anfang und Ende des Lebenszyklus CO<sub>2</sub>-neutral, im Betrieb nutzt es natürlich erneuerbare Energien. Und etwas, das mir ganz wichtig ist: es ist Open Source in Hardware, Software und Zulassungsunterlagen. Dadurch sind Upgrades nicht nur beim Hersteller verfügbar, und es wird leichter, die Fahrzeuge über ihren Lebenszyklus attraktiv zu halten. ■

### Das Institut für Schienenfahrzeuge an der RWTH Aachen

Forschung und Lehre im Bahnbereich wird an der RWTH Aachen seit ihrer Gründung 1870 betrieben. Der Lehrstuhl, ursprünglich für „Lokomotivbau, Eisenbahnmaschinen und Eisenbahnwagen“, wurde 1892 mit Professor Köchy erstmals besetzt. Als Lehrstuhl und Institut für Schienenfahrzeuge (ifs) wird es seit Februar 2025 von Univ.-Prof. Dr. Raphael Pfaff geleitet.

Das ifs arbeitet traditionell auf den Gebieten Fahrzeugdynamik und Spurführung, Rad/Schiene-Interaktion sowie Automatisierung und Digitalisierung. Jüngere Forschungsgebiete sind die Fahrzeug- und Systementwicklung sowie Prognostics and Health Management. Die Forschung ist, je nach Feld, sowohl erkenntnisorientiert als auch angewandt, darüber hinaus werden Dienstleistungen für Industrie und Betreiber erbracht.

Die Lehre am ifs ist Bestandteil der Studiengänge der Fakultäten Maschinenwesen und Bauingenieurwesen. Es werden Kernmodule zu Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik, Schwingungsdynamik, Spurführungstechnik sowie Mechatronik in der Fahrzeugtechnik angeboten, ergänzt durch Vertiefungsmodu-le wie zum Beispiel Strukturintegrität, Digitalisierung oder Produktentwicklung.

Mehr Informationen und Kontaktmöglichkeiten unter:

► <https://ifs.rwth-aachen.de>



*Die Fragen stellte Thorsten Breustedt, stellv. Chefredakteur Deine Bahn.*

### Lesen Sie auch

#### Smart Sensing bei städtischen Schienenbahnen

Deine Bahn 4/2026

#### ETCS-Fahrzeugumrüstung: Jetzt ist Europa am Zug

Deine Bahn 3/2026

#### Ortung, Überwachung und Automatisierung von Güterwagen

Deine Bahn 11/2025

#### Digital unterwegs auf der letzten Meile

Deine Bahn 6/2025