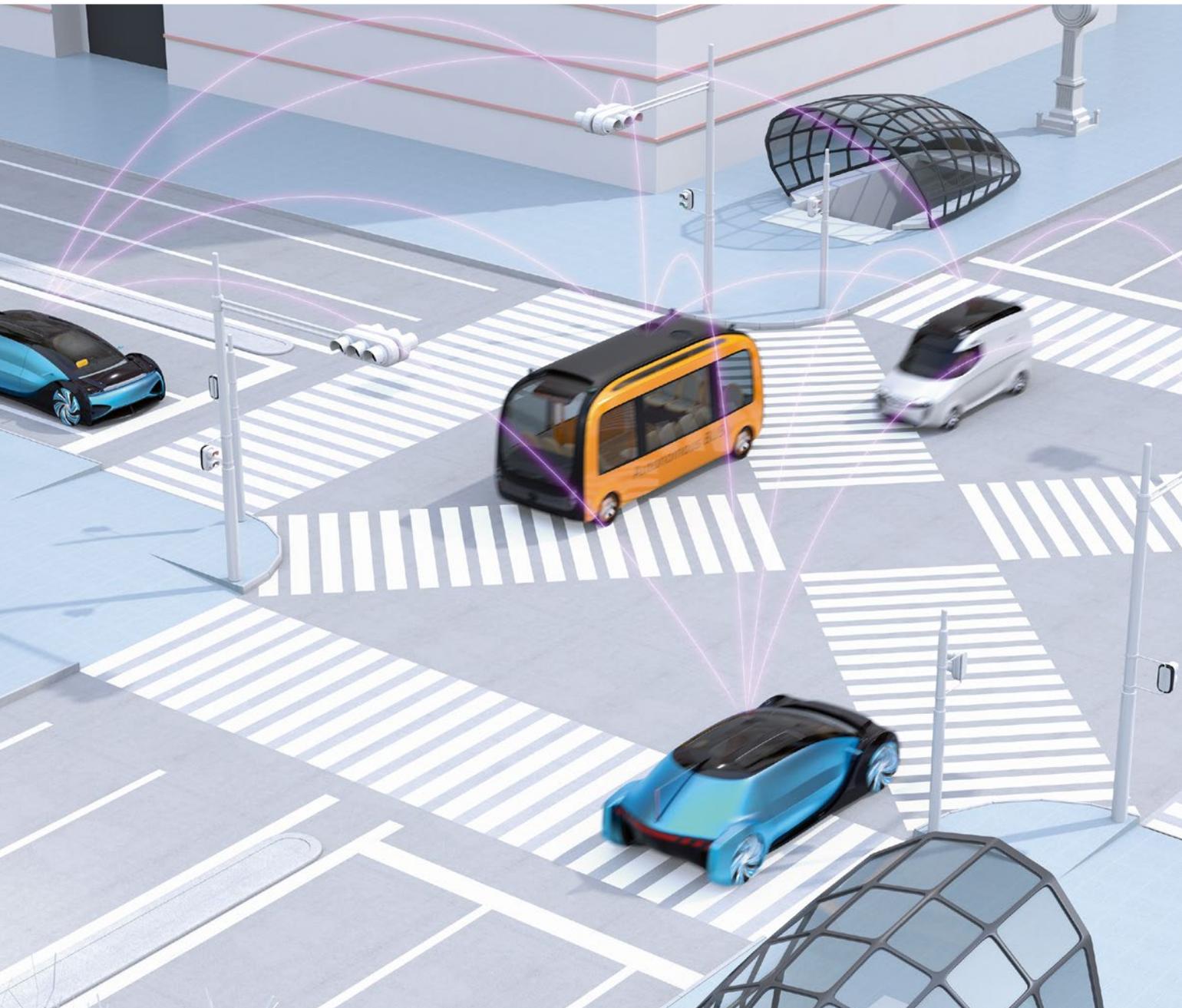


OMNIBUSREVUE

extra

BEILAGE IN DER OMNIBUSREVUE 10/20

# TÜV Bus-Report 2020



PRAXIS

- 4 Mit 20 km/h in die Zukunft**  
Fahrerlose Shuttles erobern nach und nach den ÖPNV
- 6 Zukunftsphysik**  
Die EU hat den verpflichtenden Einbau von FAS geregelt
- 8 FAS in der Prüfung**  
Fahranfänger müssen den Umgang mit Fahrerassistenzsystemen üben
- 9 KI im Omnibus?**  
Künstliche Intelligenz hat längst auch in Bussen Einzug gefunden
- 10 Außen sicher, innen klar**  
Das Zertifikat „Sichere Personenbeförderung“ der TÜV
- 12 Zukunft der Mobilität**  
Zum zweiten Mal fand die TÜV Mobility Conference in Berlin statt
- 13 Der richtige Fahrerschutz**  
Nachrüstlösungen zum Schutz vor der Covid-19-Pandemie
- 14 Alternativen wagen**  
Mit alternativen Antrieben in die emissionsfreie Zukunft
- 16 Neue Herausforderungen**  
Die Clean Vehicle Directive wird den ÖPNV stark verändern
- 18 Digital besser?**  
Haben konventionelle Spiegel in und an Bussen bald ausgedient?
- 20 Ein sauberes Busleben**  
Nachrüstlösungen für ausgediente Dieselbusse
- 22 Digital in die Zukunft**  
Mit der Digitalisierung der Mobilität eröffnen sich Sicherheitsfragen
- 24 TÜV-Leistungen**  
Wer leistet was? – Detaillierte Übersicht über alle TÜV-Services



4



6

**TÜV BUS-REPORT 2020**

- 26 Für gut befunden!**  
Ergebnisse im Überblick
- 27 Mangel Nummer eins**  
Untersuchungsergebnisse Beleuchtung
- 28 Nicht warten mit Warten**  
Untersuchungsergebnisse Fahrwerk
- 29 Im Alter tropft es**  
Untersuchungsergebnisse Umweltaspekte
- 30 Rechtzeitig erkennen**  
Untersuchungsergebnisse Korrosion
- 31 Mit Sicherheit bremsen**  
Untersuchungsergebnisse Bremsanlage
- 32 Sicher für alle Wege**  
Untersuchungsergebnisse Lenkung
- 33 Für das Alter vorsorgen**  
Untersuchungsergebnisse Fahrgastsicherheit
- 34 Ergebnistabelle**  
Alle Mängel, alle Daten

© chesky/stock.adobe.com (Titel), Saklakova/stock.adobe.com (o. r.), Bad Birnbach/Dominik Schmidhuber (u. l.), Daimler (u. r.)

IMPRESSUM

**Verlag**  
Verlag Heinrich Vogel  
Springer Fachmedien München GmbH  
Aschauer Straße 30  
81549 München  
Tel. (Zentrale) 0 89/20 30 43-0  
Fax (Vertriebsservice) 0 89/20 30 43-21 00  
vertriebsservice@springernature.com

ISSN: 14 36 99 74  
Springer Fachmedien München GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Nature

**Geschäftsführer**  
Peter Lehnert

**Verlagsleiterin**  
Katrin Geißler-Schmidt

**Chefredaktion**  
Sylke Bub, V.i.S.d.P.  
Tel. 0 89/20 30 43-22 75  
sylke.bub@springernature.com

**Herausgeber**  
Verband der TÜV e. V.  
Geschäftsführendes Präsidiumsmitglied:  
Dr. Joachim Bühler  
Friedrichstraße 136  
10117 Berlin  
www.vdtuev.de

**Redaktionsbeirat**  
Roger Eggers (TÜV NORD)  
Richard Goebelt (VdTÜV)  
Uwe Herrmann (TÜV Hessen)  
Christian Heinz (TÜV Thüringen)

Ralf Horstmann (TÜV Rheinland)  
Christian Egger (TÜV SÜD)  
Frank Schneider (VdTÜV)

**Projektkoordination**  
Theresa Siedler

**Redaktion**  
Sascha Böhnke, Saskia Doll, Mireille Pruvost,  
Julia Richthammer, Theresa Siedler, Michael Simon

**Redaktionsassistentz**  
Susanne Schwarzenböck  
Tel. 0 89/20 30 43-21 67, Fax -3 21 67  
susanne.schwarzenboeck@springernature.com

**Grafik und Layout**  
Christine Richter, Lena Amberger

**Druck**  
F&W Druck- und Mediacenter GmbH Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg

**Gesamtleitung Sales Verlag Heinrich Vogel**  
Andrea Volz  
Tel. 0 89/20 30 43-21 24  
andrea.volz@springernature.com

**Teamleitung Bustechnik und Touristik**  
Stephan Bauer  
Tel. 0 89/20 30 43-21 07  
stephan.bauer@springernature.com

**Anzeigenverkauf Technik**  
Florian Merz  
Tel. 0 89/20 30 43-27 02  
florian.merz@springernature.com

# Busse werden sicherer und sicherer

VON SYLKE BUB

Der technische Zustand und der Pflegezustand der Busse in Deutschland bewegen sich nach wie vor auf einem extrem hohen Niveau. So kamen mehr als drei Viertel aller untersuchten Busse im aktuellen Auswertungszeitraum ohne einen einzigen Mangel durch die Hauptuntersuchung. Dieser Wert toppt sogar die Angaben aus dem Jahr 2018.

Das liegt unter anderem am gestiegenen Verständnis der Busunternehmen in Sachen Pflege, Wartung und Sicherheitsbewusstsein. Auch die Tatsache, dass der Bus als sicherstes Straßenverkehrsmittel zählt, resultiert sowohl aus dem hohen Verantwortungsbewusstsein von Fahrern und Unternehmen als auch aus dem äußerst hohen technischen Niveau, auf dem sich moderne Omnibusse längst bewegen. Immer mehr Assistenz- und Sicherheitssysteme sorgen dafür, dass Unfälle entweder ganz vermieden oder Unfallfolgen erheblich gemindert werden können.

Je mehr Technik allerdings an Bord verbaut ist, desto größer kann unter Umständen auch das Fehler- oder Ausfallpotenzial der entsprechenden elektronischen Bauteile sein. Durchaus auch eine Herausforderung für die Prüfer bei den Hauptuntersuchungen und Sicherheitsüberprüfungen, die mit entsprechend aktuellen Prüfvorrichtungen umgehen müssen bei gleichzeitig höheren Anforderungen in Sachen technischer Sachverstand.



Und dabei ist die Entwicklung noch lange nicht am Ende angekommen. Im Gegenteil, neue Antriebsformen und ein immer höherer Grad der Automatisierung erfordern bei allen Beteiligten ein Um- und Neudenken eingefahrener Routinen.

Zum aktuellen Zeitpunkt vermag kaum ein Experte seriös einzuschätzen, wohin die Reise mit dem Bus gehen wird. Fahren wir künftig eher mit Klein- und Kleinstbussen individuell auf

flexiblen Routen oder nehmen die Gefäßgrößen zu, um der wachsenden Nutzung des ÖPNV gerecht werden zu können? Wahrscheinlich wird es die eine Lösung nicht geben, zu unterschiedlich sind die Erwartungen und Bedürfnisse sowohl im urbanen als auch im ländlichen Bereich. Grundsätzlich aber werden sich die Anforderungen an die Technik und an die mit ihr befassten Menschen erhöhen. Dass diese aber erlern- und beherrschbar sind, ist eine Tatsache. Genau wie die Erkenntnis, dass unsere Zukunft stetiger Fortschritt sein wird.

# Infektionsschutz wird in Bussen Standard

VON DR. JOACHIM BÜHLER

Die Corona-Pandemie hat die Bus-Branche hart getroffen. Aus Sorge vor einer Infektion meiden viele Reisende und Nutzer\*innen des öffentlichen Nahverkehrs Busse und Bahnen – auch nach dem Ende des Lockdowns. Zudem gelten in vielen Bundesländern weiterhin strenge Hygienemaßnahmen und Abstandsregelungen für Busreisen.

In dieser Situation rücken technische Lösungen in den Fokus, um das Vertrauen der Fahrgäste in das Verkehrsmittel Bus zu stärken und die Voraussetzungen für mögliche Lockerungen der Abstandregelungen zu schaffen. So können Trennscheiben, die Nutzung fest installierter Desinfektionsmittelspenders und vor allem eine leistungsstarke Klimatisierung mit ausreichender Frischluftzufuhr dazu beitragen, das Infektionsrisiko in Bussen zu minimieren. Die Prüforganisationen haben bereits Anforderungen formuliert, wie Busunternehmen Umrüstungen durchführen können, ohne die Betriebserlaubnis ihrer Fahrzeuge zu verlieren. Jetzt geht es



darum, diese Umbauten zügig umzusetzen. Finanzielle Unterstützung nach dem Vorbild der Aktion Abbiegeassistent des Bundesverkehrsministeriums (BMVI) könnte diesen Prozess beschleunigen und den finanziellen Druck bei den Unternehmen mindern.

Unser aktueller TÜV Bus-Report zeigt: Die Sicherheit von Bussen hat sich in den vergangenen zwei Jahren noch einmal deutlich verbessert. Technische Innovationen, eine gewissenhafte Wartung und regelmäßige Prüfungen haben dafür gesorgt, dass der Bus längst zu den sichersten Verkehrsmitteln gehört. Mit jeder Fahrzeuggeneration kommen neue Sicherheitsfunktionen dazu: Aktive Bremsassistenten, Spurhaltesysteme oder die wichtigen Abbiegeassistenten, um vor allem Radfahrer\*innen besser zu schützen. Viele dieser Systeme werden in den kommenden Jahren bei Neufahrzeugen Pflicht. Mit dem zunehmenden Einsatz digitaler Assistenzsysteme steigt die Notwendigkeit, sowohl angehende als auch erfahrene Busfahrer\*innen im Umgang damit zu schulen.

Der TÜV versteht sich auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten als verlässlicher Partner der Busunternehmen, um die Sicherheit der Fahrzeuge weiter zu erhöhen. Der Infektionsschutz ist in Zukunft ein integraler Bestandteil eines sicheren Busbetriebs, während der Corona-Pandemie und darüber hinaus.

# Mit 20 km/h in die Zukunft

**Hoch automatisiert fahrende Shuttles** nehmen immer mehr Fahrt auf.

**In Monheim am Rhein gibt es seit diesem Jahr sogar den ersten Linienbetrieb einer ganzen Shuttlebusflotte – eine echte Chance für den Nahverkehr?**

**S**ie fahren maximal 20 km/h und befördern mit dieser aus Sicherheitsgründen noch sehr niedrigen Höchstgeschwindigkeit zwischen sieben und zwölf Personen. Wenn die hoch automatisierten Shuttlebusse im ÖPNV eingesetzt werden, fahren sie unter der bildhaften Bezeichnung „People Mover“. Bundesweit gibt es seit dem ersten zugelassenen People Mover im bayerischen Bad Birnbach 2017 inzwischen mehr als 20 Projekte, in denen diese Shuttlesysteme mittlerweile auch im öffentlichen Straßenverkehr unterwegs sind – Tendenz steigend.

Die People Mover bewegen sich ausschließlich auf zuvor genauestens geprüften und fest definierten Strecken. Aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen ist ein sogenannter Operator mit an Bord, der die Fahrt überwacht und im Störfall die Fahrzeugführung übernehmen kann. Das passiert zum Beispiel, wenn ein Hindernis wie ein geparktes Auto zu sehr in die Fahrbahn hineinragt, dann bleibt der Bus aus Sicherheitsgründen nämlich stehen. Anzutreffen sind die

hoch automatisierten Shuttles bisher sowohl im innerstädtischen Bereich – und hier vor allem in verkehrsberuhigten Zonen – als auch in ländlichen Regionen und am Stadtrand. Meistens geht es dort um die Abdeckung der „first and last mile“, also des ersten oder letzten Teilstücks

## IM VORDERGRUND STEHT DIE VERKNÜPFUNG BEREITS BESTEHENDER MOBILITÄTSANGEBOTE IM ÖFFENTLICHEN PERSONENNAHVERKEHR

einer längeren Strecke, das bisher nicht durch öffentliche Transportmittel erschlossen ist. Im Vordergrund steht demnach vielmehr die Verknüpfung bereits bestehender Mobilitätsangebote im öffentlichen Nahverkehr als deren Ersatz.

### Monheim: Shuttles im Stadtverkehr

Mitte Februar 2020 fiel der Startschuss für den offiziellen Linienbetrieb der ersten Shuttlebusflotte in Monheim am Rhein, südlich von Düsseldorf. Fünf Shuttles des französischen Herstellers Easymile sind seither im Stadtverkehr zwischen dem

Busbahnhof und der Altstadt auf der Straße. Drei Strecken sind aktuell freigegeben, zwei weitere in Planung. Die Fahrzeuge sind miteinander vernetzt und kommunizieren beispielsweise darüber, wer eine Engstelle zuerst passieren darf. Damit so ein Projekt zustande kommt,

müssen sehr viele Interessengruppen zusammenfinden, wobei jede einzelne davon den Anstoß für das Vorhaben geben kann: Hersteller, Verkehrsbetriebe, Investoren, Kommunen und Behörden sind gefragt – und natürlich die Experten vom TÜV.

Die Begutachtung der People Mover stellt die Prüfer vor eine besondere Herausforderung: In Deutschland existieren – wie in den meisten anderen Ländern auch – noch keine Genehmigungs- und Zulassungsvorschriften für hoch automatisierte Fahrzeuge. Das hat zur Folge, dass die Betriebserlaubnis für solche Shuttles nur unter Inanspruchnahme einer Ausnahmegenehmigung nach Paragraph 70 der Straßen-

verkehrsordnung erteilt werden kann. © BSM



In Monheim am Rhein sind die People Mover seit diesem Jahr im Stadtverkehr unterwegs

verkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) erteilt wird. Demnach gibt es keine Typprüfung, sondern jedes Fahrzeug muss einzeln zugelassen werden. „Für die verschiedenen Shuttlesysteme in Monheim am Rhein, Bad Birnbach, Mainz, Wiesbaden, Frankfurt am Main, Berlin oder auf Sylt mussten die Prüforganisationen jeweils sogenannte Einzelbewertungen durchführen, es handelt sich immer um Sonderfahrzeuge“, erklärt Rico Barth, Leiter des globalen Kompetenzzentrums für vernetztes und automatisiertes Fahren beim TÜV Rheinland.

In dem Entwicklungszentrum werden neue Prüfmethode, Services und technische Standards für die hoch automatisierten Fahrzeuge vorangetrieben und durch entsprechende Schulungen an die Kollegen weltweit weitergegeben. An der Begutachtung sind Sachverständige mehrerer Fachbereiche beteiligt, die anhand einer funktionalen Sicherheitsanalyse verschiedene Teilaspekte bewerten, die dann in die Zulassungsempfehlung einfließen. Betrachtet werden neben dem Fahrzeug auch die Strecke, der jeweilige Anwendungsfall und die digitale Infrastruktur – schließlich müssen solche vernetzten Systeme auch „cybersecure“, also vor möglichen Hackerangriffen geschützt sein.

### Auf digitalen Schienen unterwegs

Bei der Bewertung des Fahrzeugs greifen wiederum diverse Ausnahmeregelungen für die automatisierten Systeme. Auf speziellen Testgeländen werden verschiedene Szenarien durchgespielt, Reaktionszeiten berechnet und Sicherheitsketten betrachtet. Die künftige Fahrtroute wird mit Messgeräten digitalisiert, gefährliche Stellen kategorisiert und in den Shuttle eingespielt, sodass er sich später auf einer „digitalen Schiene“ bewegen kann. Unter

## DIE SICHERHEIT ALLER VERKEHRSTEILNEHMER IST STETS DAS OBERSTE GEBOT BEI DER BEWERTUNG DER PEOPLE MOVER DURCH DEN TÜV

Umständen müssen auch Anpassungen auf der Strecke vorgenommen werden. In Monheim empfahl der TÜV der Stadt beispielsweise, die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einem Teilstück der Route zu reduzieren, damit der Geschwindigkeitsunterschied zwischen dem



Bahnhof und Therme verbindet der hoch automatisierte Shuttle im niederbayerischen Bad Birnbach

People Mover und den anderen Fahrzeugen geringer ausfällt. Wenn sich die Strecke ändert, bewertet der TÜV, ob die Auswirkungen so groß sind, dass die Zulassungsstelle eine neue Genehmigung erteilen muss. Die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer – in den hoch automatisierten Shuttlebussen und um sie herum – ist stets das oberste Gebot.

Einmal initiiert, begleitet der TÜV die People-Mover-Projekte langfristig und unterstützt deren sukzessive Erweiterung. So zum Beispiel im niederbayerischen Bad Birnbach. Dort entschieden sich die Projektverantwortlichen, an die ursprüngliche Route zwischen dem Marktplatz und der Therme im Herbst 2019 auch noch den Bahnhof anzuschließen.

„Die Strecke wurde dadurch herausfordernder, weil ein komplexeres Einsatzgebiet mit Umgehungsstraßen und höheren Geschwindigkeiten des Mischverkehrs

berücksichtigt werden mussten“, schildert Benjamin Koller, Leiter Technische Regularien und Wissensmanagement für automatisiertes Fahren

beim TÜV SÜD. Durch die Anbindung an den Bahnhof wurde die letzte Teilstrecke abgedeckt und die Therme kann nun durchgängig mit dem ÖPNV erreicht werden. Auch für neue Konzepte zeigt sich der TÜV offen, bisher habe man noch keine Herausforderung gescheut,

meint Barth: „Nicht jedes Fahrzeug ist für jedes Einsatzgebiet geeignet, aber Lösungen und Möglichkeiten gibt es unter der Betrachtung der jeweiligen Rahmenbedingungen eigentlich immer.“

### Skepsis weicht Neugier

Die Sichtbarkeit der neuen Technologie auf der Straße fördert außerdem die Akzeptanz für hochautomatisierte Fahrzeuge. Nach einer gewissen Anlaufzeit weicht die anfängliche Skepsis der potenziellen Fahrgäste und der anderen Verkehrsteilnehmer vor der modernen Technik meist schnell Neugier und Verständnis und die People Mover werden als alltägliches Fortbewegungsmittel angenommen. Barth betont: „Von Science-Fiction-Szenarien wie in Knight Rider sind wir noch sehr weit entfernt. Wir vom TÜV stehen dafür, dass das, was auf unseren Straßen fährt, absolut verkehrssicher ist.“

Ein flächendeckender Einsatz der People Mover ist für die Experten durchaus denkbar. „Es braucht einfach noch ein bisschen Zeit, bis der entsprechende gesetzliche Rahmen für die Genehmigung und Zulassung geschaffen wird, damit wir nicht mehr den enormen Aufwand für den Einzelfall aufbringen müssen“, meint Koller. Mit zunehmender Erfahrung der Hersteller und Anwender werden die hoch automatisierten Shuttle-Systeme immer stabiler laufen. Und dann können sie das fehlende Puzzleteil sein, um den herkömmlichen Nahverkehr zu ergänzen.



Mit gedankenverlorenen Handlungen wie dieser kann ein Busfahrer im Normalfall nicht rechnen. Gut, dass es (Notbrems-)Assistenzsysteme gibt

# Zukunftsphysik

Eine neue EU-Verordnung regelt, welche **Assistenzsysteme in Bussen** künftig verbaut werden müssen. Der europäische Gesetzgeber verspricht sich davon weniger Verkehrstote und mehr Sicherheit auf den Straßen – und lässt dennoch zu, dass Assistenten weiterhin abgeschaltet werden können.

**K**urz vor Weihnachten 2019 war es dann endlich verpackt: das Geschenk, an dem das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union zahllose Monate gebastelt hatten. Beschenkt wurde quasi jeder, der sich in der EU im Straßenverkehr aufhalten wird. Denn mit einer neuen Verordnung für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und deren Systeme wird die Sicherheit auf den Straßen mutmaßlich verbessert. Die EU schreibt nämlich unter anderem den Busherstellern vor, welche Assistenzsysteme im Personentransport verbaut werden müssen. Die wichtigsten Fragen und Antworten zur Verordnung (EU) 2019/2144:

## Warum sah die EU Handlungsbedarf?

Durch die Entwicklungen in der Fahrzeug-sicherheit ist die Zahl der Getöteten und Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen über viele Jahrzehnte zurückgegangen. Von 2014 bis 2017 stagnierte die Zahl der Verkehrstoten in der EU jedoch bei rund

25.000, die der Schwerverletzten bei 135.000. Zu viele, wie der europäische Verordnungsgeber in der Begründung formuliert: „Die Union sollte ihr Möglichstes tun, damit es im Straßenverkehr weniger oder gar keine Unfälle und Verletzungen mehr gibt.“ Außerdem stehe zu befürchten, dass die aktuellen Sicherheitsaspekte nicht mehr ausreichen, um das zunehmende Verkehrsaufkommen auszugleichen. Deshalb brauche es neue Sicherheitsmaßnahmen für Fahrzeuginsassen, aber auch für ungeschützte Verkehrsteilnehmer wie Radfahrer und Fußgänger.

## Welche Assistenzsysteme werden Pflicht?

Für alle Kfz, darunter die Busklassen M2 und M3 (Busse mit mehr als acht Sitzplätzen plus Fahrersitz und einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu beziehungsweise mehr als fünf Tonnen), gilt: Ab 6. Juli 2022 müssen neue Modelle („EU-Typgenehmigungen“), ab 7. Juli 2024 alle Neufahrzeuge mit diesen Fahrerassistenzsystemen ausgerüstet sein:

- a) Intelligenter Geschwindigkeitsassistent: Er soll den Fahrer darauf aufmerksam machen, wenn er schneller als erlaubt unterwegs ist. Jedoch muss der Fahrer die Möglichkeit haben, weiterhin schneller zu fahren und auch das System abzuschalten; immerhin darf es dann weiterhin Informationen zur Geschwindigkeitsbeschränkung geben. Nach jedem Neustart muss der Geschwindigkeitsassistent wieder aktiv sein. Die Informationen zu Geschwindigkeitsbeschränkungen erhält das System durch die Beobachtung von Straßenschildern und Signalen, durch Infrastruktursignale oder Daten elektronischer Karten.
- b) Vorrichtung zum Einbau einer alkoholempfindlichen Wegfahrsperrre: Damit ist eine standardisierte Schnittstelle gemeint, mit der Fahrzeuge nachträglich leichter mit alkoholempfindlichen Wegfahrsperrren ausgestattet werden können.
- c) Warnsystem bei Müdigkeit und nachlassender Aufmerksamkeit des Fahrers:

Hier ist dem Verordnungsgeber Datenschutz wichtig. Nur die Daten, die für die Verarbeitung notwendig sind, dürfen kontinuierlich aufgezeichnet werden. Sie dürfen zu keiner Zeit Dritten zugänglich gemacht oder zur Verfügung gestellt werden, und sie sind unmittelbar nach der Verarbeitung zu löschen.

- e) Notbremslicht: Darunter versteht die EU eine „Lichtsignalfunktion, die hinter dem Fahrzeug befindlichen Verkehrsteilnehmern anzeigt, dass das vor ihnen fahrende Fahrzeug mit einer für die jeweiligen Straßenverhältnisse starken Verzögerung gebremst wird.“
- f) Rückfahrassistent: Der Rückfahrassistent bezeichnet ein System zur Information des Fahrers über hinter dem Fahrzeug befindliche Personen und Objekte. Sein Zweck ist die Vermeidung von Zusammenstößen beim Rückwärtsfahren.

### Was kommt später?

Ab 7. Juli 2024 beziehungsweise ab 7. Juli 2026 müssen die Busse ein hochentwickeltes Warnsystem bei nachlassender Konzentration des Fahrers aufweisen. Die „ereignisbezogene Datenaufzeichnung“ ist sogar erst zum 7. Januar 2026 bzw. 2029 Pflicht. Von der im Volksmund besser bekannten „Black Box“ verspricht sich die EU eine bessere Rekonstruierbarkeit von Unfällen. „Die Daten, die im Zeitraum kurz vor, während und unmittelbar nach einem Zusammenstoß aufgezeichnet und gespeichert werden können, umfassen Fahrzeuggeschwindigkeit, Abbremsen, Position und Neigung des Fahrzeugs auf der Straße, Zustand und Grad der Aktivierung aller Sicherheitssysteme an Bord, das auf dem 112-Notruf basierende bordeigene E-Call-System, Aktivierung der Bremsen

sowie sonstige relevante Eingabeparameter für die bordseitigen aktiven Sicherheits- und Unfallvermeidungssysteme“, heißt es im Verordnungstext.

Auch diese Daten müssen anonymisierbar und manipulationssicher sein und dürfen ausschließlich zur Unfallforschung und -analyse, einschließlich für die Zwecke der Typgenehmigung von Systemen und Bauteilen, über eine Standardschnittstelle zur Verfügung gestellt werden.

### Welche besonderen Anforderungen gibt es an die Bushersteller?

An Fahrzeuge der Klassen M2 und M3 gibt es besondere Anforderungen, die über die allgemeinen Bestimmungen für Kraftfahrzeuge hinausgehen. Neubusse müssen ab 2022 mit einem Spurhaltewarnsystem und einem hochentwickelten Notbremsassistentensystem ausgerüstet sein (die Typgenehmigung gibt es schon jetzt nur mit diesen Systemen). Außerdem müssen Assistenzsysteme Fußgänger und Radfahrer erkennen können, die sich in unmittelbarer Nähe der Vorder- oder Beifahrerseite des Fahrzeugs befinden, und eine Warnung abgeben oder einen Zusammenstoß mit solchen ungeschützten Verkehrsteilnehmern verhindern können (ab 2022 respektive 2024). Auch hier erlaubt die EU eine Abschaltung der Systeme, sofern sie beim nächsten Motorstart wieder aktiv sind. Die Hoheit obliegt dem Fahrer: Er muss diese Systeme übersteuern können. Die künftige Bauart des Bus-Cockpits soll die direkte Sichtbarkeit ungeschützter Verkehrsteilnehmer vom Fahrersitz aus erhöhen und die toten Winkel vor dem

Fahrer und an seiner Seite weitgehend verringern.

### Warum wird es möglich bleiben, Assistenzsysteme abzuschalten?

Die EU erlaubt die Abschaltung mit Hinweis auf die Sicherheit. Ein Geschwindigkeitsassistent könnte beispielsweise durch widersprüchliche Straßenmarkierungen in Baustellen falsche Warnungen erhalten. Eine solche Abschaltfunktion sollte es möglich machen, dass der intelligente Geschwindigkeitsassistent vom Fahrer „so lange wie nötig“ abgeschaltet und leicht wieder eingeschaltet werden kann.

Bei Notbrems-Assistenzsystemen oder Notfall-Spurhalteassistenten argwöhnt die EU, dass diese aufgrund von Mängeln in der Straßeninfrastruktur nicht voll einsatzfähig sein könnten. In diesen Fällen sollten die Systeme sich selbst deaktivieren und den Fahrer darüber informieren. Wenn sie sich nicht automatisch deaktivieren, sollte

## NEUE BUSSE MÜSSEN AB 2022 MIT EINEM SPURHALTEWARNSYSTEM SOWIE EINEM NOTBREMSASSISTENTEN AUSGERÜSTET SEIN

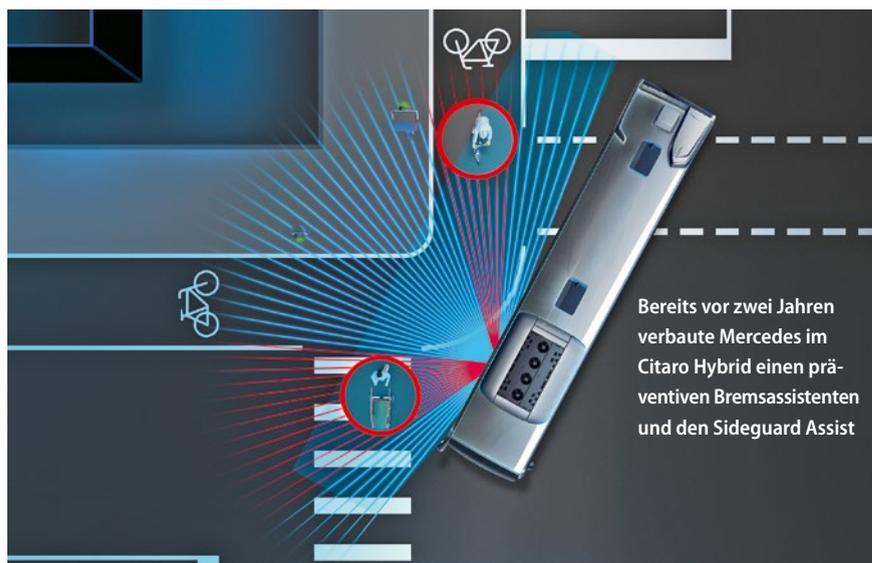
es möglich sein, sie manuell abzuschalten. Eine solche Deaktivierung sollte zeitlich begrenzt sein und nur so lange dauern, wie das System nicht einsatzfähig ist.

### Machen die Systeme den Fahrer gläsern?

Jedes Sicherheitssystem sollte ohne Verwendung biometrischer Daten von Fahrern oder Fahrgästen – einschließlich Gesichtserkennung – funktionieren, fordert die EU.

### Überprüft die EU den Erfolg der Maßnahmen?

Ob die getroffenen Maßnahmen dazu führen, dass weniger Menschen verunglücken oder sterben, steht in den Sternen. Die Europäische Kommission hat sich dazu verpflichtet, die Ergebnisse zu validieren: Das erste Mal bis zum 7. Juli 2027 und danach alle fünf Jahre prüft sie, ob die Sicherheitsmaßnahmen und -systeme der Verordnung zu Erfolgen führen. In einem Bericht bewertet die Kommission die Zuverlässigkeit und Effizienz neuer intelligenter Geschwindigkeitsassistenten sowie die Genauigkeit und Fehlerquote solcher Systeme unter realen Fahrbedingungen – und konstatiert im besten Fall, dass Assistenzsysteme viele Menschenleben gerettet haben werden.



# FAS in der Prüfung

**Nicht nur Lenken, Blinken oder Schulterblick, sondern auch der Umgang mit digitalen Sicherheitssystemen muss in die Fahranfängervorbereitung systematisch integriert werden. Denn Fahrerassistenzsysteme (FAS) bieten ein großes Potenzial für mehr Verkehrssicherheit.**

**D**iese Einschätzung teilt eine große Mehrheit in der Bevölkerung, wie eine repräsentative Forsa-Umfrage unter 1.000 Personen ab 16 Jahren im Auftrag des TÜV-Verbandes ergeben hat. Nach Ansicht von 89 Prozent der Befragten sollten Fahrschüler\*innen den Umgang und die Funktionsweise von Assistenzsystemen im Rahmen der Fahrausbildung erlernen. 63 Prozent fordern, dass die Beherrschung der Systeme auch Bestandteil der Fahrerlaubnisprüfung wird. Fast drei Viertel (74 Prozent) sind der Meinung, dass auch erfahrene Autofahrer\*innen eine gründliche Einweisung in die elektronischen Assistenten bekommen sollten.

## Welche FAS sind diesbezüglich relevant und müssen in die Ausbildung und Prüfung integriert werden?

Entsprechend der Strategie der Bundesregierung zum automatisierten und vernetzten Fahren sollten Systeme, die Bewerber\*innen aktiv bei der Bewältigung einer Fahraufgabe unterstützen, indem sie Handlungen der Längs- und Querverführung des Fahrzeugs übernehmen, obligatorisch in der Ausbildung und Prüfung verwendet werden. Das betrifft die Adaptive Geschwindigkeitsregelanlage und einen Spurhalte-Assistenten mit Lenkeingriff (beziehungsweise Aktiver Spurhalte-Assistent) oder einen Aktiven Spurwechsel-Assistenten.

## Welche (neuen) Anforderungen werden sich für Fahrschüler\*innen durch die Nutzung von relevanten FAS ergeben?

Im Umgang mit FAS und automatisierten Systemen benötigen die Fahrer\*innen zusätzliche Kompetenzen. Die Fähigkeiten für die manuelle Fahrzeugführung müssen aber erhalten bleiben. Besonders, wenn ein Fahrzeug über Funktionen wie

Spurhalteassistenten oder intelligente Geschwindigkeitsregler verfügt, darf die Aufmerksamkeit am Steuer deswegen nicht nachlassen. Die Fahrer\*innen müssen zum Beispiel die Systemgrenzen kennen, sich über mögliche Nebenwirkungen bei der Nutzung automatisierter Fahr-



**In einer Fahrerlaubnisprüfung muss sich künftig auch mit FAS auseinandergesetzt werden**

funktionen (z. B. Aufmerksamkeitsdefizite) bewusst sein und die bestimmungsgemäße Nutzung der Systeme überblicken. Mit zunehmender Automatisierung wird die Breite an Ausbildungs- und Prüfungsinhalten also eher zunehmen.

## Wie wird die Nutzung der FAS in der Fahrerlaubnisprüfung bewertet?

In Anlehnung an die Empfehlungen der Bundesregierung sollten Fahrprüfer\*innen entscheiden, welche Assistenzsysteme, die aktiv und kontinuierlich die Längs- und Querverführung im spezifischen

Anwendungsfall übernehmen, in der Prüfung verwendet werden. Die Sachverständigen sollen die Möglichkeit haben, bei Systemen mit Sicherheitsrelevanz zu verlangen, dass die Bewerber die Systeme aktivieren und überwachen. Dabei wird es unerlässlich sein, dass Prüfer\*innen zweifelsfrei erkennen können, welches System zu welchem Zeitpunkt eingesetzt wird und ob Systeminformationen an die fahrende Person von dieser richtig verstanden und beachtet werden. Erst dann können die Prüfer\*innen ein valides Urteil über die Fahrkompetenzen im Rahmen der praktischen Prüfung treffen.

Gleichzeitig müssen Fahrschüler\*innen in der praktischen Prüfung auch Fahraufgaben ohne Systemunterstützung ausführen. Denn Abstandhalten oder sichere Spurwechsel gehören zur Grundkompetenz hinter dem Steuer. Assistenzsysteme sind wichtige Hilfsmittel, ersetzen aber nicht die individuelle Fahrkompetenz.

## Kommen europaweite Mindeststandards für Ausbildung und Prüfung mit Assistenzsystemen?

Die zunehmende Nutzung von Assistenzsystemen in Fahrzeugen dürfte einen relevanten Aspekt in der anstehenden Novellierung der Richtlinie 2006/126/EG, auch bekannt als die 3. Führerscheinrichtlinie, einnehmen. Die EU-Kommission hat eine Evaluation gestartet, um zu beurteilen, wie gut die Richtlinie seit ihrer Verabschiedung im Jahr 2006 zur Verbesserung der Verkehrssicherheit beigetragen hat. Bislang sind Assistenzsysteme weder verpflichtender Bestandteil der Fahrausbildung noch der Fahrerlaubnisprüfung. Ab wann europaweit einheitliche Minimalstandards für Ausbildung und Prüfung gelten, bleibt abzuwarten.

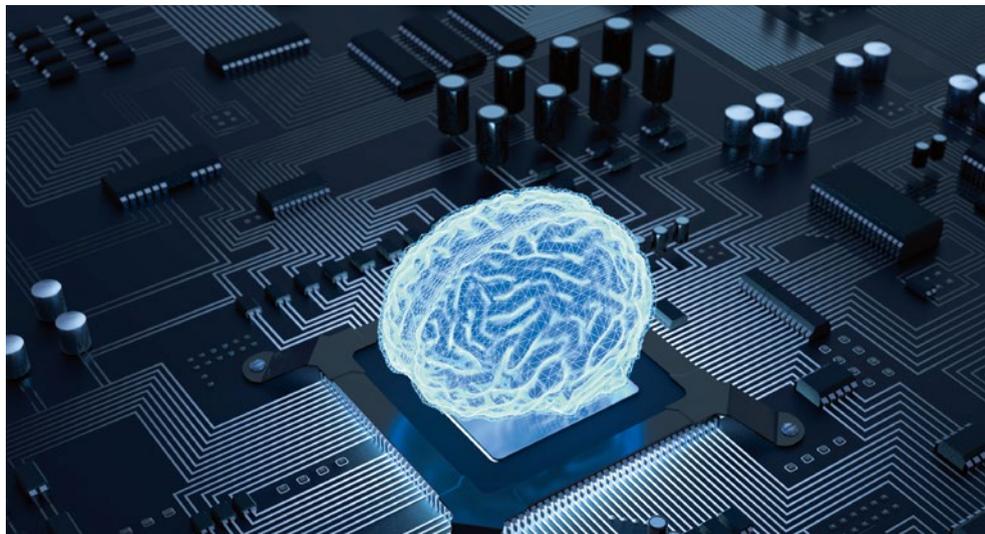
# KI im Omnibus?

**Künstliche Intelligenz (KI) dringt in immer mehr Lebens- und Wirtschaftsbereiche vor. Deshalb sei es wichtig, Vertrauen in KI-basierte Systeme zu schaffen.**

**K**I-Technologie verspricht große Chancen für Wirtschaft und Gesellschaft, stellt alle Beteiligten aber auch vor sicherheitstechnische und ethische Herausforderungen. Der Deutsche Bundestag hat eine Enquete-Kommission zum Thema eingesetzt und die EU-Kommission das Weißbuch KI veröffentlicht. Die politischen Initiativen zielen darauf ab, die wirtschaftlichen Potenziale der Technologie auszuschöpfen und gleichzeitig einen Rechtsrahmen zu schaffen, um negative Auswirkungen zu verhindern und Haftungsfragen zu klären. Was bedeutet dies für die Mobilität und speziell für den Linien- und Reisebus?

In nahezu allen modernen Fahrzeugen, so auch im KOM-Bereich, sind KI-basierte Systeme bereits verbaut. Beispiele sind die Spracherkennung oder Assistenzsysteme wie die Verkehrszeichenerkennung. Aber auch im Bereich des Predictive Maintenance kommt heutzutage KI zum Einsatz, bei der neue Algorithmen die von Bussen generierten Daten analysieren, um erforderliche Wartungsarbeiten zu erkennen.

**KI-basierte Systeme** können auch Auswirkungen auf die Privatsphäre haben, spezifische haftungsrelevante Fragestellungen aufwerfen oder die Autonomie der Nutzenden einschränken. Der aktuell bestehende Rechtsrahmen, sowohl national als auch europäisch, berücksichtigt diese Technologie und ihre Auswirkungen bislang nur unzureichend. Hinsichtlich der funktionalen Sicherheit, der IT-Sicherheit und des Datenschutzes müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Nutzung von KI-basierten Systemen daher sorgfältig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Zudem braucht es verschiedene Risikostufen, in die KI-basierte Systeme einzuordnen sind, um die jeweiligen Sicher-



Die Daten zur Überprüfung von KI müssen laut VdTÜV regelmäßig aktualisiert werden

heitsanforderungen definieren zu können. Bisher werden zahlreiche sicherheitsrelevante Funktionen in Fahrzeugen mithilfe regelbasierter Software realisiert. Beim hochautomatisierten Fahren setzen die Entwickler zunehmend auf Techniken aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz, wie zum Beispiel Machine Learning oder Deep Learning. Das Problem: Die bisher bestehenden und seit Jahrzehnten etablierten Absicherungsprozesse lassen sich nicht ohne Weiteres auf maschinelle Lernverfahren übertragen. Das ist eine der zentralen Herausforderungen für das Typgenehmigungsverfahren sowie die periodische Fahrzeugüberwachung.

Künstliche Intelligenz ist in vielen Fällen sicherheitskritisch. Ein hochautomatisiertes Fahrzeug muss sein Umfeld wahrnehmen und darauf reagieren können. Zwar gibt es bereits Algorithmen, die berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit es sich bei einem Objekt auf einem Bild um einen Menschen handelt. Diese sind jedoch noch nicht zuverlässig genug und es bedarf Regelungen, wie das System reagieren sollte, wenn es sich bei dem Objekt beispielsweise nur zu 50 Prozent um einen Menschen handelt.

Um möglichst gute Ergebnisse zu erzielen, müssen Algorithmen und KI-Systeme im Simulator trainiert und getestet werden.

Die Handhabung dieser lernenden Algorithmen stellt ein neues Paradigma in der Funktionsentwicklung dar. Beispiele sind die Einhaltung ethischer Rahmenbedingungen und der Datenschutz. Nicht zuletzt ist es notwendig, die von lernenden KI-Systemen getroffenen Entscheidungen jederzeit nachvollziehen zu können.

**Aus Sicht des TÜV-Verbands** ist es erforderlich, die Sicherheit lernender KI-Systeme in Fahrzeugen nicht nur vor dem Inverkehrbringen zu überprüfen, sondern auch im laufenden Betrieb. Grundvoraussetzung für die Anwendung von KI sind Daten, mit denen die Systeme angeleitet werden. Diese sogenannten Trainingsdaten bilden aber immer nur die Vergangenheit ab. Der VdTÜV setzt sich daher dafür ein, dass die Daten zur Überprüfung von KI regelmäßig aktualisiert werden.

Datensouveränität, deren Verfügbarkeit, aber auch der Datenschutz gewinnen durch KI eine noch zentralere Bedeutung. Der Normungs- und Standardisierungsprozess ist national und international im vollen Gange. Ziel muss es dabei sein, durch die unabhängige Prüfung verbindlicher Vorschriften das Vertrauen der Menschen in die Sicherheit KI-basierter Systeme zu stärken und somit die Akzeptanz dieser Technologie zu fördern.

# Außen sicher, innen klar

Mit dem Zertifikat „**Sichere Personenbeförderung**“ können sich Unternehmen vordergründig durch ein Plus an Sicherheit vom Wettbewerb abheben. Die, die das Zertifikat bereits in der Tasche haben, schwärmen jedoch vor allem von der neuen Struktur im eigenen Betrieb.

Julian Schmitz wusste schon lang um die hohe Qualität seines Unternehmens. Nur: Potenziellen Kunden mochte er das auch glaubhaft vermitteln. „Wir wollten uns vom Wettbewerb differenzieren“, erklärt der Geschäftsführer von Dornburg-Reisen, „und waren deshalb auf der Suche nach einer anerkannten Stelle, die uns die hohe Qualität bescheinigt.“ Bei einer Veranstaltung des Landesverbands Hessischer Omnibusunternehmer (LHO) horchte er auf, als er das erste Mal von dem Zertifikat „Sichere Personenbeförderung“ des TÜV Hessen erfuhr.

Mit dem Zertifikat „Sichere Personenbeförderung“ bescheinigen die zuständigen TÜV bereits seit 2005 zahlreichen Busunternehmen, dass sie mehr tun, als gesetzlich vorgeschrieben ist. Eine Zertifizierung als sicherer Personenbeförderer ist in drei Kategorien möglich: „Sicherheit im

Busbetrieb“, „Sichere Beförderung von Kranken und Menschen mit Behinderung“ und „Sicherer Taxi- und Mietwagenbetrieb“. Ein Busbetrieb, der sich mit dem blauen Zertifikat schmücken darf, weist sich Fahrgästen als Dienstleister aus, der hohe Sicherheits- und Qualitätsstandards einhält und vom TÜV regelmäßig überprüft wird.

## Kriterienkatalog online einsehbar

Doch bis es so weit ist, gibt es erst einmal eine Menge zu tun. Für Schmitz begann der Zertifizierungsprozess mit einem Vorgespräch mit Ulrich Forchheim vom TÜV Hessen. Hier ging es zum einen darum, sich gegenseitig kennenzulernen, zum anderen darum, Fragen zu klären. Zum Bei-



spiel, wie ein Busunternehmer sämtliche Kriterien erfüllt, die er oder sie im Katalog auf der Website [www.sichere-personenbefoerderung.de](http://www.sichere-personenbefoerderung.de) einsehen kann. Für weiterführende Fragen hat der TÜV ein Dokument mit den FAQ zusammengestellt, die man für das Vor-Audit erhält.

Bei einem Vor-Audit sieht sich der TÜV-Fachmann den Betrieb dann genauer an, fragt den Fahrzeugbestand und das Personalwesen ab und erstellt eine grobe Struktur für das Haupt-Audit. Bei diesem wird dann der Kriterienkatalog abgearbeitet: Wie gehen die Fahrer mit Behinderten beim Ein- und Aussteigen um? Sind die Fahrzeuge in einem guten Zustand? Sind die Abläufe und Zuständigkeiten sauber protokolliert? „Die Länge vom Haupt-

© Dornburg-Reisen (u.), TÜV (o.)



Höchste Sicherheit hat sich das Unternehmen Dornburg-Reisen nicht nur auf die Fahnen, sondern auch auf die Kleinbusse geschrieben



Für den Transport von kranken und behinderten Menschen haben sich Dornburg-Reisen (l.) und der Münchner Betrieb Geldhauser (r.) zertifizieren lassen

Audit ist abhängig von der Unternehmensgröße. Für ein Erst-Audit brauchen wir mindestens einen, manchmal zwei Tage“, erklärt Forchheim. Je größer der Betrieb, je mehr Standorte und je diversifizierter das Portfolio, desto länger dauert die Prüfung, die im Schnitt 90 Prozent der Unternehmen bestehen.

#### Für das Haupt-Audit: Prozesse definieren

Im Fall der Firma Dornburg-Reisen, die vorwiegend Schülerverkehr, Tagesfahrten und die Beförderung von Menschen mit Behinderung (für die viele Auftraggeber inzwischen die TÜV-Zertifizierung voraussetzen) anbieten, dauerte das Haupt-Audit zwei Tage. „Das war sehr aufwendig und intensiv“, erinnert sich Geschäftsführer Schmitz. Zumal es mit der Prüfung nicht getan war, sondern bereits viel Mühe in die Vorbereitung geflossen war. Wie das oft so ist mit einem Betrieb, der stark wächst: Prozesse, die sich vorher einfach so ergeben hatten, müssen irgendwann klar definiert dokumentiert werden.

**„AUDITOREN BRINGEN VIELE IDEEN MIT, DIE MIR IM EIGENEN BETRIEB HELFEN“** | Julian Schmitz, Dornburg-Reisen

„Wir haben beispielsweise die Abläufe für die Mitarbeiter im Fahrdienst definiert: Wie müssen sie sich verhalten? Es ist eine Riesenerleichterung für neue Mitarbeiter, wenn wir ihnen gleich auf viele Fragen eine Antwort in die Hand drücken können“, meint Schmitz.

Großen Wert legen die TÜV darauf, den Betriebsablauf nicht zu beeinträchtigen. Bis auf den Geschäftsführer, der für den Auditor zur Verfügung stehen muss – nicht selten aber ein vitales Interesse daran hat, sich selbst ein Bild von seinem Betrieb zu verschaffen –, können alle anderen Mitarbeiter weiterarbeiten. Und wie sieht es kostenseitig aus? Forchheim möchte ungern

Zahlen nennen, denn der Preis setzt sich aus vielen Parametern zusammen: Unternehmensgröße, Fuhrpark, Standorte, Tätigkeitsfelder des Unternehmens und so weiter. Je größer der Aufwand, desto höher falle auch der Preis aus. Grob könne man bei einem kleinen Mittelständler von ein bis zwei „Tagwerken“ ausgehen, sagt Forchheim. Bei Interesse erstellt der TÜV unverbindlich ein Angebot.

Ein hübscher und vor allen Dingen wertvoller Nebeneffekt der Zertifizierung war für Schmitz, dass sich die ganzen Verwaltungsstrukturen extrem verbessert haben. Dadurch, dass bei der Zertifizierung Abläufe und Zuständigkeiten geprüft werden, aber auch Ideen aufkommen, wie Prozesse künftig effizienter gestaltet werden können, hat sich



das Management seines Unternehmens verbessert, ist Schmitz überzeugt: „Dinge, die man sich im Alltag nicht anschaut, kommen so ans Licht.“

#### Strukturen entlasten den Chef

Diese Erfahrung hat auch das Münchner Busunternehmen Geldhauser gemacht, das sowohl für die Sicherheit im Busbetrieb als auch für den sicheren Kranken- und Behindertentransfer TÜV-geprüft ist. „Der Geschäftsführer, Martin Geldhauser, hat zu mir einmal gesagt: Als er verstanden hätte, was das Zertifikat

eigentlich will, nämlich dass man sich intensiv mit den Verantwortlichkeiten beschäftigt, um gegebenenfalls gezielt Personen ins Unternehmen zu holen, habe er viel Zeit gewonnen, sich um die Zukunft des Unternehmens zu kümmern“, sagt Martin Beck vom TÜV SÜD.

Als Beck 2012 die Audits übernahm, war das Unternehmen Geldhauser bereits im Stadium der Folge-Audits angekommen. „Das erste Folge-Audit nach dem Erst-Audit ist zwingend nach einem Jahr“, erklärt Beck. „Nur wenn das Unternehmen 90 Prozent der Kriterien erfüllt, sieht man sich erst in zwei Jahren wieder.“

Dabei unterscheiden die Auditoren zwischen Pflicht-Kriterien und Kann-Kriterien. Die Pflicht-Kriterien müssen vollständig erfüllt sein sowie mindestens 70 Prozent aller Kriterien, sonst erhält der Busbetrieb kein Zertifikat. Beispielsweise braucht jeder Betrieb mit mindestens einem Angestellten eine Gefährdungsbeurteilung, um im Fall eines Unfalls dokumentieren zu können, dass der Angestellte über Gefahren informiert wurde und Schutzmaßnahmen ergriffen wurden. Kann-Kriterien wiederum sind wie Zusatzpunkte. Je mehr der Unternehmer erreicht, desto höher ist sein Zielerfüllungsgrad. Ab einem Grad von 90 Prozent hat er vor der nächsten Zertifizierung zwei Jahre „Ruhe“.

Wobei Julian Schmitz die fünf- bis sechsstündigen Folge-Audits mehr als Bereicherung denn als lästige Pflicht wahrnimmt: „Von Herrn Forchheim habe ich viele gute Denkanstöße und Verbesserungsvorschläge angenommen. Sein Blick von außen war gerade am Anfang sehr hilfreich.“ Und generell sei jeder Austausch hilfreich, „denn Auditoren kommen viel rum, sehen viele andere Betriebe und bringen viele Ideen mit, die mir im eigenen Betrieb helfen“, so Schmitz.

# Zukunft der Mobilität

„Sicher multimodal und digital unterwegs“ – unter diesem Motto fand am 4. und 5. März 2020 bereits die zweite **Mobility Conference des TÜV-Verbands (VdTÜV e.V.)** im Cafe Moskau in Berlin statt.



Über das Thema „Zukunft der Mobilität im urbanen und ländlichen Raum“ wurde diskutiert

**R**und 200 Vertreter\*innen aus Automobilindustrie, Politik, Wissenschaft und Start-ups diskutierten über die Zukunft der Mobilität im urbanen und ländlichen Raum. Zum Start der Konferenz verwies Dirk Stenkamp, Vorstandsvorsitzender der TÜV NORD AG und Mitglied des VdTÜV-Präsidiums, auf die enormen Potenziale digitaler Technologien, um den Straßenverkehr effizienter, sicherer und umweltfreundlicher zu gestalten. Die Politik müsse dazu ihren Beitrag leisten. „Mobilitätspolitik ist heute immer auch Digitalpolitik“, sagte Stenkamp.

Welche technischen und regulativen Voraussetzungen für eine nachhaltige, digitale Mobilitätswende geschaffen werden müssen, war auch Thema einer hochkarätig besetzten Podiumsdiskussion. Valentina Daiber (Telefónica Deutschland), Christoph Weigler (Uber) und Sabine Scheuert (Daimler) waren sich einig,

dass der 5G-Netzausbau dabei eine zentrale Rolle spielt. Dr. Michael Güntner, Staatssekretär im Bundesverkehrsministerium, kündigte an, dass noch im Jahr 2020 ein Gesetz zum autonomen Fahren verabschiedet werden soll. Und Dirk Stenkamp betonte, dass Sicherheit durch Prüfungen und Zertifizierungen von An-

## NACHHALTIGKEIT, VERKEHRSSICHERHEIT UND MOBILITÄTSWANDEL – DAS WAREN NUR EINIGE DER WICHTIGEN THEMEN BEI DER KONFERENZ

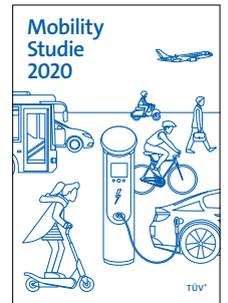
fang an mitgedacht werden müssen, um Vertrauen und Akzeptanz in der Gesellschaft für die neuen Technologien zu schaffen.

**Ein weiteres Highlight der Konferenz** war die Keynote von Matthew Baldwin, stellvertretender Generaldirektor für Mobilität

und Transport der Europäischen Kommission. Die EU-Kommission strebt mit der Strategie Vision Zero an, die Zahl der Verkehrstoten in Europa bis zum Jahr 2050 auf null zu reduzieren. Derzeit sterben in Europa noch immer mehr als 25.000 Menschen pro Jahr im Straßenverkehr. Dass sich dieses ambitionierte Ziel auch in einem neuen Verkehrssicherheitsprogramm des Bundes widerspiegeln muss, forderte eindringlich die Bundestagsabgeordnete Elvan Korkmaz-Emre (SPD).

In einer weiteren Diskussionsrunde skizzierte Susanne Henckel, Geschäftsführerin des Verkehrsverbunds Berlin-Brandenburg (VBB), neue Formen intermodaler Mobilität zwischen Stadt und Land.

Ein gut durchdachtes Zusammenspiel von Bussen und Bahnen, privaten Fahrzeugen und Sharing-Angeboten könne die Lebensqualität in den Städten und auf dem Land nachhaltig verbessern. Dafür müsse der ÖPNV gestärkt und weitere Alternativen zum Individualverkehr mit dem Auto geschaffen werden.



**Pünktlich zur TÜV Mobility Conference wurde die neue TÜV Mobility Studie veröffentlicht**

**Laut den Ergebnissen** der „TÜV Mobility Studie 2020“ sind 69 Prozent der Bundesbürger\*innen der Überzeugung, dass

aufgrund der Klimabelastung durch den Verkehr ein grundsätzliches Umdenken im Bereich der Mobilität notwendig ist. „An einer Mobilitätswende führt kein Weg vorbei“, sagte abschließend Dr. Joachim Bühler, Geschäftsführer des TÜV-Verbands. Die nächste TÜV Mobility Conference findet im April 2022 statt.

# Der richtige Fahrerschutz

Busfahrer zählen zu den **systemrelevanten Arbeitskräften**. Das gilt erst recht während der **Covid-19-Pandemie**. Sie wirkungsvoll zu schützen, hat oberste Priorität. Doch dabei gilt es einiges zu beachten.

**W**er als Fahrer eines Linienbusses arbeitet, kommt tagtäglich mit anderen Menschen in Kontakt. In Corona-Zeiten kann das ein echtes Problem darstellen, da die Gefahr einer Ansteckung mit dem Coronavirus nicht ausgeschlossen werden kann. Das war einer der Gründe, weshalb in Stadtbussen zu Beginn der Pandemie rigoros die erste Tür geschlossen blieb und die Fahrgäste, die bis dahin ohne Mund-Nase-Bedeckung an Bord durften, durch diese Maßnahme auf Abstand zum Fahrer gehalten werden konnten.

Doch kein Einstieg vorn bedeutet eben leider oft auch keine Fahrgeldeinnahmen, was aus betriebswirtschaftlicher Sicht keine Lösung ist. Mit Einführung der Maskenpflicht an Bord von Omnibussen wurde die erste Tür wieder für den Fahrgast freigegeben, doch ein erhöhtes Ansteckungsrisiko blieb. In dessen Folge bastelten zahlreiche Unternehmen teils fragwürdige, improvisierte „Trennwand-Lösungen“, die die Fahrer zwar notdürftig vor einer Tröpfcheninfektion schützten, sie gleichzeitig jedoch fast „blind“ auf der rechten Seite machten. Die Rede ist von



© Daimler (o.), TÜV SÜD (u.)

So nicht: Bastellösung verhindert die Sicht



Eine professionelle Hersteller-Nachrüstlösung eines Trennschutzes

durchsichtigen Duschvorhängen oder ähnlichen transparenten Folien. Der freie und äußerst wichtige Blick nach rechts wurde durch Falten und extreme Spiegelungen erschwert bis unmöglich gemacht.

**Dass es infolgedessen** nicht zu schwersten Unfällen kam, dürfte purer Zufall sein. Diese unter sicherheitsrelevanten Gesichtspunkten bemerkenswerten Nachlässigkeiten sind umso bemerkenswerter, da Busse des ÖPNV zu den am härtesten reglementierten Fahrzeugen zählen. Durch die hohen Sicherheitsstandards sind Busse ein extrem sicheres Verkehrsmittel, was jedoch auch bedeutet, dass nach EG-Richtlinien Nachrüstlösungen im Bus so gut wie ausgeschlossen sind. Infolgedessen begannen Busunternehmen, Zulieferer und auch Hersteller, eigene Trennschutzscheiben zu entwickeln, was die Prüforganisationen durchaus vor schwierige Zulassungsentscheidungen stellte. Schnell wurde allen Beteiligten

klar, dass es einheitliche Regelungen bezüglich der technischen Umsetzung brauchte.

VdTÜV & DEKRA erarbeiteten daher innerhalb kürzester Zeit ein Merkblatt, in welchem die Anforderungen an Trennschutzeinrichtungen definiert werden. Dieses wurde im Umlaufverfahren mit den Experten des BMVI-Fachausschusses „Passive Sicherheit und Sicht“ abgestimmt und dient nun als Grundlage für eine einheitliche Bewertung und Vorgehensweise für Prüforganisationen, Genehmigungsbehörden/Zulassungsstellen, Busbetriebe und Hersteller. Im Kern geht es um Bauteil- und Bauartgenehmigungen, es geht um das Thema Kantenschutz zur Vermeidung von Verletzungen, vor allem aber auch um Vorgaben zur Vermeidung von Verdeckungen der direkten und indirekten Sicht. Mit diesen Prüfhinweisen sind sowohl Unternehmen als auch Fahrer als letztlich Verantwortliche auf der sicheren Seite.



Auf seinen batterieelektrisch angetriebenen Stadtbus setzt MAN große Hoffnungen

# Alternativen wagen

Busse sollen nach Möglichkeit emissionsfrei unterwegs sein. **In dieser Radikalität wird das auf absehbare Zeit nicht funktionieren. Und selbst wenn Strom künftig nur noch aus regenerativen Quellen stammt, machen im Bus mitgeführte Batteriespeicher nur für einen Teil der Fahrzeuge Sinn.**

**D**er Weg ist das Ziel, doch die Richtung ist noch nicht ganz klar. Zwar nehmen immer mehr Elektrobusse an Fahrt auf, doch damit aus dem Traum vom emissionsfreien Busverkehr kein Albtraum wird, gilt es, mit dem nötigen Weitblick zu agieren. Welche Schwierigkeiten dabei auftreten können – sowohl hersteller- als auch betreiberseitig –, zeigt die Praxis. Das beginnt bei der Beschaffung der Elektrobusse. 1:1 gegen Diesel lassen sich diese nämlich nicht ersetzen. Dafür fehlt es einfach an der nötigen Reichweite. Spätestens nach 150 bis 300 Kilometern ist nämlich ehrlicherweise Schluss, dann muss das Fahrzeug für etliche Stunden an die Ladestation. Zwar gibt es auch die Möglichkeit des Nachladens an der Strecke, doch selbst bei diesem Konzept sind Ladezeiten einzuplanen, die dann durch „Füll-Busse“ kompensiert werden müssen.

**Kein Wunder also**, dass Mercedes-Benz beim eCitaro vorerst nur das Über-Nacht-Laden anbietet. Der Hersteller setzt von Beginn an auf ausreichend groß dimensionierte Batterien, mit denen ein Teil der Dienste abgedeckt werden kann. Für viele Anwendungsfälle wird diese Über-Nacht-Ladung sicher die erste Wahl sein, doch bis die Batterielieferanten ihre Technik derart verbessert haben, dass sich mit einer Batterieladung sämtliche Linien abdecken lassen, wird es noch dauern. Die

## **EBENFALLS NICHT AUSSER ACHT GELASSEN WERDEN DÜRFEN WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER WIE STARTINVESTITION UND LAUFENDE KOSTEN**

Alternativen nennen sich Gelegenheitsladung, Brennstoffzelle oder auch partielle Oberleitung. Und bevor man sich für ein oder mehrere Systeme entscheidet, müssen

im Vorfeld zahlreiche technische Parameter untersucht werden, zu denen der Energieverbrauch, die Reichweite und die Ladeleistung zählen, aber auch betriebliche Parameter wie ein möglicher Fahrzeugmehrbedarf oder Zusatzkosten infolge geänderter Betriebsabläufe.

**Ebenfalls nicht** außer Acht gelassen werden dürfen wirtschaftliche Parameter wie Anfangsinvestitionen und laufende Kosten. Und plötzlich spielt der energiebasierte Umlauf eine wesentliche Rolle. Hierbei ist dann auch von Interesse, wo Ladestationen installiert werden können, wie lange die

Standzeiten ausfallen, die für Zwischenladungen genutzt werden müssen, oder auch, ob es Überschneidungen gibt, so dass mit zusätzlichen Bussen gearbeitet

werden muss. Ein höherer Fahrzeugbedarf beeinflusst dann zum einen die Anfangsinvestitionen, auf der anderen Seite müssen aber auch Folgefaktoren mit einkalkuliert werden, zu denen die notwendig werdenden Leerkilometer, die Fahrzeiten und der Mehrbedarf an Stellfläche zählen. Unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten sind die Anschaffung und das Betreiben von Batteriebussen derzeit nicht wirtschaftlich. So geht der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) davon aus, dass ein Elektrobus über die gesamte Nutzungsdauer pro 100 Kilometer zwischen 40 und 60 Euro teurer ist als sein Diesel-Pendant. Dazu kommt, dass E-Busse im Augenblick noch recht wartungsintensiv sind und die technische Verfügbarkeit deutlich schlechter ist.

**Verstärkt steht seit** einiger Zeit auch der Reisebus im Fokus ökologischer Betrachtungen. Kein Wunder also, dass auch hier einige Hersteller Lösungen aufzeigen können. Der spanische Busersteller Irizar hat einen Hybrid-Überlandbus ins Programm genommen. Tatsächlich besitzt das Fahrzeug neben dem konventionellen 6,7 Liter großen Cummins-Euro-6-Diesel- noch einen 60 kW leistenden Elektromotor, der aus einer 5,5 kWh großen Batterie gespeist wird. Das soll Kraftstoffeinsparungen von bis zu 20 Prozent ergeben. In einem nächsten Schritt soll der Bus in der Lage sein, auch kürzere Strecken vollelektrisch ohne Dieselunterstützung zurückzulegen. Und damit ist dann ein wichtiger Schritt in Richtung lokal emissionsfreies Fahren von Reise-



Derzeit gibt es keine vernünftigen Lösungen, Reisebusse mit E-Motoren anzutreiben

bussen getan. Ob man dabei so weit gehen sollte wie Van Hool, der mit dem CX45 einen vollelektrischen Reisebus für die USA im Programm hat, sei dahingestellt. Wer sich den Bus einmal genauer anschaut und die schweren Batterien und die Batterie- und Elektrotechnik, die die größten Teile der Kofferräume einnimmt, betrachtet, wird verstehen, warum reine batteriebetriebene Reisebusse für lange Distanzen wohl keine Zukunft haben werden. Entsprechend ernüchternd betrachtete man auch bei Flixbus im vergangenen Jahr die Testphase mit einem Batteriebus vom chinesischen Busersteller BYD, die selbst auf der kurzen Strecke zwischen Mannheim und Frankfurt eher unzufriedenstellend ausfiel.



Wasserstoffbusse besitzen riesiges Potenzial



Gasbusse sollten grundsätzlich eine stärkere Beachtung finden



E-Hybrid-O-Busse stellen einen wichtigen Technologie-Schritt dar

©MAN, Daimler, Solaris

# Neue Herausforderungen

Mit der Clean Vehicle Directive verändern sich die Fuhrparks der ÖPNV-Betreiber ab 2025 stark. So sollen hierdurch mindestens 45 Prozent der Fahrzeuge im ÖPNV mit alternativen Antrieben ausgerüstet sein.

In der Geschichte der Verbrennungsmotoren waren Motoren, die mit gasförmigen Kraftstoffen betrieben wurden, die ersten relevanten Verbrennungskraftmaschinen. Diese Motoren kamen zu Beginn meist nur im stationären bzw. industriellen Betrieb zum Einsatz. Ein Grund dafür sind die Herausforderungen, welche an die Speicherung der Kraftstoffe im mobilen Einsatz gestellt werden.

Mit dem in den 1970er-Jahren aufkommenden Umweltbewusstsein fanden auch die Verwendungsmöglichkeiten der gasförmigen Kraftstoffe wieder Einzug in die Entwicklung von Kraftfahrzeugen. Aufgrund der größeren Dimensionen wurden als Versuchsträger zu Beginn der Entwicklung meist Vans (Kastenwagen) oder Kraftomnibusse verwendet. Mittlerweile ist die Technologie zur Verwendung gasförmiger Kraftstoffe in Kraftomnibussen sehr weit vorangeschritten, und der Serieneinsatz hat sich bewährt. Auch das Spektrum der eingesetzten Kraftstoffe hat sich vergrößert: Beispielsweise hat Wasserstoff in den letzten Jahren eine immer größere Bedeutung gewonnen. Die Behälter zur Speicherung der gasförmigen Kraftstoffe werden bei Kraftomnibussen meist auf dem Dach, vereinzelt auch im Unterboden des Fahrzeugs untergebracht. Dies schafft ausreichend Stau- und Transportraum und schränkt den Komfort und die bekannten Fahrqualitäten nicht ein.

Die Überprüfung der Systeme bei der gesetzlich vorgeschriebenen periodischen Hauptuntersuchung (HU) stellt die Halter von Kraftomnibussen und die Sachverständigenorganisationen vor besondere Herausforderungen. Der

## ALLE SPEICHERSYSTEME MÜSSEN BEI DER PERIODISCHEN HAUPTUNTERSUCHUNG FÜR DEN PRÜFER EINFACH ZU ERREICHEN SEIN

Paragraf 30 der Straßenverkehrszulassungs-Ordnung (StVZO) schreibt vor, dass Fahrzeuge so beschaffen sein müssen, dass „für die Verkehrs- oder Betriebssicherheit wichtige Fahrzeugteile, die besonders leicht abgenutzt oder beschädigt werden können, einfach zu überprüfen und leicht auswechselbar sein müssen“. Zudem hat „die Durchführung der Untersuchung zerstörungsfrei und ohne Ausbau von Fahrzeugeinrichtungen und -teilen zerlegungsfrei zu erfolgen“.

Die Speichersysteme für gasförmige Kraftstoffe müssen bei der periodischen Untersuchung freigelegt werden. Schon bei der Konstruktion und im Weiteren bei der Genehmigung von Kraftomnibussen ist es deshalb erforderlich, dass die Fahrzeuge den gesetzlichen Prüfbedingungen entsprechen.

Wenn also in Zukunft im Bereich der urbanen Mobilität alternative Antriebsformen und dabei auch gasförmige Kraftstoffe eingesetzt werden sollen, darf der Gedanke an die Überprüfung zum Erhalt der Verkehrssicherheit nicht außer Acht gelassen werden. Vor allem in einem sicherheitstechnisch hochsensiblen Bereich wie dem ÖPNV ist es zwingend erforderlich, die Speichersysteme

für die Antriebsenergie so zu gestalten, dass sie einfach zu überprüfen und leicht auswechselbar sind. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht spielen einfach prüfbare und wartungsfreundliche Systeme einen entscheidenden Vorteil aus. Die Ausfallzeiten von Fahrzeugen durch Demontage und Montage der umhüllenden Bauteile von Speichern für gasförmige Kraftstoffe im Zuge der Wartung, aber auch aufgrund der Durchführung der periodischen Überwachung der Fahrzeuge, können sich zu beachtlichen Nutzungsausfällen summieren. Hohe Wartungskosten führen zudem dazu, dass die Akzeptanz solcher alternativen Fahrzeugantriebe sinkt.

**Fazit:** Schon bei der Entwicklung und im Weiteren bei der Homologation von Kraftomnibussen muss darauf geachtet werden, dass die Fahrzeuge prüfbar bleiben und damit auch die laufenden Wartungskosten gesenkt werden können. Um Qualitäts- und Sicherheitseinbußen im ÖPNV zu verhindern, müssen die Fahrzeuge so beschaffen sein, dass für die Verkehrs- oder Betriebssicherheit wichtige Fahrzeugteile, die besonders leicht abgenutzt oder beschädigt werden können, einfach zu überprüfen und leicht auswechselbar sind. Die Sicherheit des Kunden steht an erster Stelle. Wartungs- und prüffreundliche Systeme tragen zudem zur Akzeptanz und letztlich auch Anschaffung dieser Fahrzeuge bei.



Die Behältnisse zur Speicherung der gasförmigen Kraftstoffe sind meist auf dem Dach angebracht

## Liebe Leserin, lieber Leser,

kontinuierliche Verbesserungen und der Wille zum Fortschritt gehören seit jeher zur DNA der Busbranche. Über nun schon viele Jahrzehnte hinweg haben Weiterentwicklungen in der Fahrzeugtechnik ein ums andere Mal wesentliche Gewinne bei Komfort und Sicherheit gebracht. Das Ergebnis dieser steten Aufwärtsbewegung können wir aktuell in den überaus positiven Ergebnissen des TÜV Bus-Reports 2020 nachlesen. Diese hervorragenden Zahlen sind ein gemeinsamer Erfolg von klugen Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie von Busunternehmerinnen und Busunternehmern mit ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die Innovationen im Sinne ihrer Fahrgäste Tag für Tag in der Praxis umsetzen. Ich möchte allen Beteiligten dafür danken.

**Das besondere Verhältnis**, das in inhabergeführten Betrieben zwischen Unternehmerinnen und Unternehmern und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gepflegt wird, ist übrigens ein weiterer Garant für Sicherheit im Bus. Die besondere Nähe von Beschäftigten und Unternehmensleitung, die im privaten Mittelstand ganz normal und wesentlich ist, schafft ein vertrauensvolles Klima, in dem Leistung gedeihen kann. Dieser menschliche Aspekt trägt neben der technischen Komponente wesentlich zum Gelingen in der Busbranche bei. Ein Gelingen, für das wir mit diesem aktuellen Report wieder belegbare Zahlen vorlegen können.

Für uns als Busgewerbe kann und muss das schöne Ergebnis weiter Ansporn sein, auf diesem Weg fortzufahren. Fortfahren, auch wenn die Vorzeichen des Wandels ganz neue sind. Der Fortschritt in der Busbranche verschiebt sich von der Ebene der Schrauben und Ventile hinüber zu den Daten und Schnittstellen. In der Digitalisierung liegen zweifellos gigantische Potenziale.

Insbesondere im ländlichen Raum verspricht beispielsweise die enge digitale Vernetzung von Angebot und Nachfrage große Vorteile – für die Fahrgäste, die Umweltbilanz sowie auch für die be-

triebswirtschaftlichen Ergebnisse. Auch eine vorausschauende Planung auf Basis von bestehenden Daten etwa zu Entwicklungen bei Wetter und lokalen Ereignissen wird möglich – ein großartiges Fundament für jeweils passgenaue Mobilitätskonzepte für verschiedene Regionen. Aufbauend auf solche Bedarfsanalysen lassen sich weitere Ideen entwickeln, wie eine Verschränkung mit anderen Mobilitäts-Optionen bestmöglich zum Einsatz kommen kann. Der Bus wird in dieser Welt zum wesentlichen Baustein einer intelligenten Verkehrskette unter anderem mit Bike- und Car-Sharing sowie Mikromobilität und Fußwegen.



Der bdo möchte die Digitalisierung in der Branche aktiv voranbringen, erklärt Hülsmann

**Die Liste der Möglichkeiten** und Entwicklungen ließe sich lange fortsetzen. Auf der größeren Ebene wird die intelligente Verkehrssteuerung Fahrzeiten als Ganzes verkürzen. Und der Echtzeitaustausch von Informationen zwischen Fahrzeugen sowie mit Werkstätten und Fahrgästen über deren App sorgt für die bestmögliche Verschränkung mit den Bedürfnissen der Bürgerinnen und Bürger.

Bei all der Vorfreude auf die Zukunft gibt es aber auch ebenso großen Bedarf, die Weichen für anstehende Veränderungen jetzt klug zu stellen. Wir brauchen ausgewogene Regelungen für die Personenbe-

förderung sowie Plattformregulierung, die es dem Busmittelstand auch weiterhin ermöglichen, Mobilität vor Ort eigenständig als Unternehmerin oder Unternehmer anzubieten. Eine Zukunft, in der UBER, Google, Amazon oder andere noch unbekannte Akteure den Mobilitätsmarkt dominieren – mit allen negativen Konsequenzen für Steuern, Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen –, kann keiner wollen. Der Busmittelstand steht hingegen für lokale Verankerung, fairen Umgang mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie unternehmerische Verantwortung.

**Wir als Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer (bdo)** wollen die Digitalisierung der Branche aktiv voranbringen. Unser Ziel ist es, dass natürlich auch Mittelständler an die Spitze der modernen Angebotsplanung für den ÖPNV der Zukunft stehen. Dies wäre nur konsequent. Schließlich sind die Orientierung an den Vorlieben der Kunden und der Kampf um den Fahrgast von jeher Grundprinzipien der privaten Busunternehmen.

Damit sich diese Eigenschaften bestmöglich in der neuen digitalen Zukunft entfalten können, arbeiten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der bdo-Geschäftsstelle in zahlreichen ministeriellen Arbeitsgruppen daran, die Interessen des Busmittelstands in Förderrichtlinien, Strategien und Forschungsvorhaben zu verankern. Denn auch in der Touristik und im Anmietverkehr droht eine Zukunft, in der Plattformen dominieren und die Unternehmen den direkten Kontakt zum Reisenden verlieren. Hier gilt es gegenzusteuern. Wir freuen uns auf die anstehenden Entwicklungen, die wir im Sinne unsere Fahrgäste mitinitiiieren wollen. Ich lade Sie alle herzlich ein: Machen Sie sich gemeinsam mit uns auf die Reise in die Welt des Busverkehrs der Zukunft.

Ihr  
Karl Hülsmann  
Präsident Bundesverband Deutscher  
Omnibusunternehmer (bdo)

# Digital besser?

Busse, in denen Kameras und Monitore die Aufgabe von **konventionellen Spiegeln übernehmen**, werden schon bald als Selbstverständlichkeit gelten. Denn der Nutzen, wenn Elektronik die Aufgabe konventioneller Außenspiegel übernimmt, kann enorm sein.

**G**ute Sicht rund um den eigenen Bus zählt nicht ohne Grund zu den sicherheitsrelevanten Punkten beim Betreiben von Fahrzeugen. Entsprechend gibt es mit der UN-Regelung Nr. 46 auch gesetzliche Vorgaben, in denen es um Einrichtungen für indirekte Sicht und ihre Anbringung geht. Ebenfalls genau vorgeschrieben sind die Sichtfelder rund um Fahrzeuge. Bereits seit einigen Jahren haben die klassischen Spiegelsysteme elektronische Mitbewerber bekommen – sogenannte Spiegelersatzsysteme, auch als

Kamera-Monitor-Systeme bezeichnet. Fast sämtliche Bushersteller haben mittlerweile mindestens ein Fahrzeug im Programm, welches mit einem Spiegelersatzsystem ausgestattet war. Spiegelersatzsysteme bieten zumindest in der Theorie erhebliche Vorteile gegenüber dem klassischen Spiegel. So wird bei einem konventionellen Spiegel durch das Drehen des Kopfes oder auch durch Vorbeugen die indirekte Sicht bei Bedarf variiert; das führt aber zu einem erhöhten Bewegungsbedarf. Durch die Anzeige eines

optimierten Sichtfeldes in Kombination mit entsprechenden Display-Positionen kann dieser Bewegungsbedarf reduziert werden. Bei konventionellen Spiegeln kommt es weiterhin immer wieder dazu, dass der Fahrer durch die Sonne oder durch die Scheinwerfer von ihm folgenden Fahrzeugen geblendet wird. Solche Blendeffekte können durch Kamera-Monitor-Systeme deutlich reduziert werden.

**Spiegelersatzsysteme** sollen in erster Linie die Sicherheit verbessern. So bieten die

© MAN



Kamera-Monitor-Systeme statt klassischer Spiegel können die Sicherheit erheblich verbessern



Nicht einsehbarer Winkel gibt es kaum noch

Kameras ein deutlich größeres Sichtfeld und können den toten Winkel beseitigen, wenn sie beispielsweise abhängig vom Lenkwinkel mitschwenken.

**Der Spiegelspezialist** Mekra Lang stellte kürzlich sein neuestes System vor und spricht dabei von der nächsten Evoluti-

## DIE NEUEN SYSTEME KÖNNEN BEI DUNKELHEIT UND SCHLECHTEM WETTER BESSERE BILDER ALS HERKÖMMLICHE SPIEGEL LIEFERN

onsstufe der Sichtsysteme. So gibt es nun eine automotivqualifizierte HDR-Kamera mit Monitoren. Sie soll eine spürbar bessere Nachtsicht besitzen und weniger schmutzanfällig sein. Zudem sind zahlreiche nützliche Funktionen wie manuelle Sichtfeldeinstellung und signalgesteuerte Anzeigen von Symboleinblendungen (Overlays) möglich. Mithilfe von solchen Overlays kann dann der Fahrer zusätzlich bei Spurwechsel- oder Ankopplungsmanövern unterstützt werden. Auch können die geforderten Sichtfelder dem Fahrer



Bei Bird-View-Systemen muss Praxistauglichkeit im Fokus stehen



Kameras sind natürlich auch anfällig für Verschmutzungen

klassisch oder zusammengeführt als Panorama-View angezeigt werden. Spannend wird es, wenn weitere Möglichkeiten genutzt werden; so ist es grundsätzlich technisch möglich, situativ die Anzeige optimiert zu variieren. Mittels Bildverarbeitungsalgorithmen können auch gefährliche Objekte wie sich schnell nähernde Fahrzeuge erkannt werden und der Fahrer kann rechtzeitig gewarnt werden. Genauso gut können Objekte im toten Winkel signalisiert werden. Somit kann ein Spiegelsatzsystem die Basistechnologie für die Entwicklung weiterer Fahrerassistenzsysteme bilden.

**Die neuen Systeme** können bei Dunkelheit und schlechtem Wetter bessere Bilder als herkömmliche Spiegel liefern. Und tatsächlich, solange zumindest ein wenig Restlicht vorhanden ist, werden brauchbare Inhalte dargestellt. Auch beim Rückwärtsfahren und Rangieren kann die neue Technik Vorteile bie-

ten, da die Kameras beim Blinken oder Einlegen des Rückwärtsgangs automatisch den entsprechenden Bereich vergrößert darstellen können.

**Ein systembedingter Vorteil** eines normalen Spiegels gegenüber einem Ersatzsystem ist die Echtzeitfähigkeit. Durch die Verarbeitungskette, bestehend aus Kamera, Datenübertragung, Signalverarbeitung und Anzeige, ergeben sich Verzögerungen. Entsprechende ISO-Vorgaben verlangen eine komplette System-Latenzzeit von unter 200 Millisekunden und eine Bildwiederholrate von mindestens 30 Hertz (15 Hertz bei Nacht). Verschiedene Kamerasysteme haben in der aktuellen technischen Entwicklung von modernen Fahrerassistenzsystemen in Serienfahrzeugen Einzug gehalten. Dabei reichen die Funktionen von einfachen Rückfahrkameras über komplexe 360-Grad-Rundumsichtsysteme bis hin zu Nachtsichtassistenten inklusive Objekterkennung und Sensorfusion. Solche Seriensysteme können in der Regel als nicht gesetzlich vorgeschriebene Komfort- oder Assistenzsysteme eingestuft werden.

# Ein sauberes Busleben

Mit Nachrüstlösungen können alte Dieselse in ein **umweltfreundliches zweites Leben als Elektrobus starten**. Werden Fahrzeuge länger und dann sogar emissionsfrei genutzt, ist das nicht nur nachhaltig, sondern auch günstiger als die Anschaffung neuer Elektrobusse.



Sie ist zwar eine recht umfangreiche, dennoch eine ökologisch und wirtschaftlich interessante Lösung, die Diesel-Umrüstung

Um den gestiegenen Anforderungen der Kommunen an die ÖPNV-Betreiber in Sachen Luftqualität nachkommen zu können, führen gleich mehrere Wege zum Ziel. Zum einen lassen sich ältere Dieselmotoren mit Filtertechnik sauberer machen, auf der anderen Seite gibt es auch radikalere Lösungen wie den kompletten Ersatz des Verbrennermotors durch einen E-Antrieb.

Erst kürzlich wurde die Förderung für die Nachrüstung von Bussen des ÖPNV auf 80 Prozent erhöht. Damit will die Bundesregierung innerhalb kürzester Zeit, im Rahmen des aufgelegten „Sofortpro-

gramms Saubere Luft“, die belastenden Abgasemissionen in deutschen Innenstädten reduzieren und allgemeine Fahrverbote vermeiden.

Um das Problem zu veranschaulichen, genügt ein einfacher Vergleich: Ältere Dieselse der Abgasnorm Euro 5 blasen bis zu hundertmal mehr Stickoxide (NO<sub>x</sub>) pro Kilometer in die Luft als ein Diesel-Pkw und rund vierzigmal mehr NO<sub>x</sub> als ein moderner Diesel der Norm Euro 6. Überdies legen ÖPNV-Busse mehr Kilometer zurück als alle anderen Verkehrsteilnehmer. Unter anderem der Anbieter HJS mit Sitz im Sauerland hat für diese

Dieselse eine Abgastechnologie entwickelt, mit der Bestandsfahrzeuge im Markt nachträglich ausgestattet werden können. Mit dem Einbau erreicht diese Technik eine Reduzierung der Schadstoffe von über 85 Prozent.

**Diese Busse werden** vom Bundesverkehrsministerium analog zu den neuesten Bussen eingestuft – und auch finanziell gefördert. Moderne Stadtbusse der Stufe Euro 6 bieten bekanntermaßen durch den kombinierten Einsatz von Partikelfiltern und SCR-Technik ein Höchstmaß an Abgasreinigung. Das Problem dabei: Busse im

©E-trofit

Innenstadtverkehr erreichen häufig nicht die für eine optimale Funktion des SCR-Katalysators benötigte Temperatur. Dieser Effekt wird im Winter noch durch die niedrige Umgebungstemperatur verstärkt. Die hohen Anforderungen der Emissionsnorm Euro 6 erfüllen die Fahrzeughersteller erst durch den Einsatz von motorischem Thermomanagement. HJS präsentiert eine Nachrüstlösung mit aktivem Thermomanagement basierend auf der AdBlue-Technologie.

**Wesentlich tiefer gehende** technische Eingriffe bedeutet die Umrüstung von Diesel auf Elektroantrieb. Zugegeben, es handelt sich um eine Nischenlösung, doch der Markt dafür ist vorhanden. Zudem erfordert die Produktion eines neuen Fahrzeugs viel Energie und Ressourcen – erzeugt also auch viel CO<sub>2</sub>. Die Idee ist daher naheliegend: Alte Busse der Euro-4-Norm nicht aussortieren, sondern länger nutzen durch Nachrüstung statt durch Neukauf kapitalintensiver Elektrobusse.

Dieselbusse mit Elektroantrieb nachzurüsten ist dem Anbieter E-trofit zufolge 50 Prozent günstiger als die Anschaffung eines neuen Elektrobusses. Kostet dieser rund 600.000 Euro, schlägt die Umrüstung mit etwa 300.000 bis 360.000 Euro zu Buche. Die Betriebskosten sollen gleich hoch wie bei einem neuen Elektrofahrzeug sein. Diese Einsparungen amortisieren den Umbau über die gesamte Fahrzeuglebensdauer, was zu niedrigeren Gesamtkosten (Total Cost of Ownership, kurz TCO) führt.

In einem typischen Nutzungsfall im öffentlichen Nahverkehr soll E-trofit die niedrigsten Gesamtkosten pro Kilometer im Vergleich zu einem neuen Elektrobuss und einem herkömmlichen Dieselbus verursachen. Diese liegen beim umgerüsteten Bus bei 1,10 Euro pro Kilometer, beim Dieselbus bei 1,19 Euro pro Kilometer (basierend auf aktuellen Diesel-Stadtbussen von MAN und Evobus) – und fallen beim Elektrobuss durch die hohen Anschaffungskosten erwartungsgemäß am höchsten aus: je nach Modell sind es 1,29 bis 1,83 Euro pro Kilometer, listet E-trofit in seiner Vergleichsrechnung auf. Sie umfassen den Erwerb und Betrieb des Fahrzeugs, einschließlich Kaufpreis, Energiekosten, Wartung, Ladeinfrastruktur, Abschreibungen und Restwerten bei einer Nutzung im Stadtbetrieb mit 60.000

Kilometern pro Jahr und einer zehnjährigen Nutzung.

**Der Anbieter der Nachrüstlösung** hat sich mit ZF Friedrichshafen zusammengetan und eine Partnerschaft unterzeichnet. ZF Aftermarket liefert die erforderlichen An-

## DIE REICHWEITE EINES AUF ELEKTROANTRIEB UMGERÜSTETEN DIESELBUSSES SOLL BEI BIS ZU 250 KILOMETERN LIEGEN

triebskomponenten wie die Elektroportalachse AxTrax AVE, die sich für den voll-elektronischen Antrieb von Stadtbussen aller Hersteller eignen soll, sowie den elektrischen Zentralantrieb CeTrax. Zudem bietet der Partner ZF den Zugriff auf das weltweite Werkstattnetz.

**Zunächst wird geprüft**, ob die umzurüstenen Dieselbusse technische Besonderheiten aufweisen. Zudem wird analysiert, unter welchen Bedingungen der Bus in seinem zweiten Leben als Elektrofahrzeug fahren soll. Dazu gehören die Streckenlänge, das Streckenprofil, die Umlaufzeiten und die Ladepunkte. Je nach Aufwand dauert diese erste Phase, aus der sich die konkrete Auslegung hinsichtlich Reichweite, Batteriekapazität und anderer Ei-

genschaften ergibt, ein Viertel- bis ein halbes Jahr.

Bei der Umrüstung werden Dieselmotor, Getriebe und Antriebsachse entfernt. Die einzubauende Antriebsachse, bei Stadtbussen ist dies die bereits genannte elektrische niederflurige Portalachse AVE130,

verfügt über zwei radnahe Elektromotoren. Die Batterie wird in den neu gewonnenen Bauräumen, im ehemaligen Motorraum,

verbaut. Die Nachrüstlösung hat ein modulares Batteriemodul auf Basis von Lithium-Ionen-Batterien, das parallel verschaltet werden kann, um die gewünschte Kapazität zu erreichen. Auch auf dem Dach lassen sich Batteriemodule installieren. Jedes einzelne hat eine Kapazität von 60 Kilowattstunden.

**Zudem macht es die** Umrüstung erforderlich, alle bislang vom Verbrennungsmotor angetriebenen Nebenaggregate wie Klimaanlage, Luftkompressor, Pumpen und Kühler zu entfernen und durch elektrisch angetriebene Komponenten zu ersetzen. Am Fahrerplatz wird ein Zusatzdisplay verbaut, das Informationen zum Fahrzeugzustand, Ladestand und eventuelle Fehlermeldungen anzeigt.



Nachhaltigkeit gewinnt bei dieser Lösung erheblich an Bedeutung



Autonome Peplemover könnten ein wichtiger Teil des modernen ÖPNV sein

# Digital in die Zukunft

Die intelligente Anbindung fahrerloser ÖPNV-Shuttle in vernetzte Verkehrssysteme ist Teil der **Mobilität der Zukunft**. Voraussetzungen dafür sind eine flächendeckende digitale Infrastruktur und eine Plattform für den sicheren Datenaustausch.

Zukünftige Mobilitätskonzepte werden eine weitgehende Intermodalität ermöglichen, also das reibungslose Zusammenspiel unterschiedlicher Verkehrsmittel. Wichtige Treiber dieser Entwicklung sind Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung. Um Fahrzeuge höherer Automatisierungsgrade (SAE Level drei bis fünf) sicher in entsprechende Verkehrssysteme integrieren zu können, bedarf es einer flächendeckend verfügbaren und stabil funktionierenden digitalen Infrastruktur. Diese Infrastruk-

tur muss eine sichere Kommunikation von Fahrzeug zu Fahrzeug sowie zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur (Ampeln, Road Side Units etc.) ermöglichen. Automatisierte und fahrerlose Bus-Shuttles (so genannte Peplemover) im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) benötigen in Zukunft eine hochsichere Remote-Steuerung über zentrale Leitstellen, die die Aufgabe des Fahrers bzw. eines Operators übernehmen. Momentan gibt es unterschiedliche Pilotprojekte, in denen die Überwachung und

Steuerung dieser Kraftfahrzeuge im ÖPNV-Netz durch eine Leitstelle erfolgt. Die Steuerung aus der Ferne bzw. der „teleoperative Betrieb“ der Fahrzeuge ist eine große Herausforderung und bisher nur in wenigen Konzepten berücksichtigt. Nach wie vor fehlt hierzu eine Schnittstelle zwischen den automatisierten Kraftfahrzeugen und den Betriebsführungssystemen des öffentlichen Verkehrs, um fahrerlose Flotten in den Gesamtbetrieb integrieren zu können. Fahrzeuge, Leitstellen und Infrastrukturen benötigen

© Wolfgang Minich/picture-alliance

IT-Security-Funktionalitäten, um während der gesamten Lebenszeit Cyberangriffe auf das Fahrzeug zu unterbinden. Einzelne proprietäre Schnittstellen hemmen den Roll-out von automatisierten Flotten, weshalb es einer standardisierten Lösung bedarf.

**Einen entsprechenden Lösungsansatz** für die Datenkommunikation in kooperativen, intelligenten Verkehrssystemen hat der TÜV-Verband in die Diskussion gebracht. Grundlage des TrustCenter-Konzepts ist die Fokussierung der Datenkommunikation auf das in allen Fahrzeugen verbaute Gateway-Steuergerät. Diese zentrale Plattform verbindet alle elektrischen Steuergeräte der verschiedenen Fahrzeugdomänen: dazu gehören der Antriebsstrang, die Fahrerassistenzsysteme, Infotainment-Angebote sowie das Fahrwerk und die Komfortelektronik. Die Plattform kontrolliert den Datenfluss innerhalb des Fahrzeugs, aus dem vernetzten Fahrzeug heraus zu einzelnen Bedarfsträgern und auch in das Fahrzeug hinein, zum Beispiel für Software-Updates des Herstellers. Die Datenflusskontrolle wird mittels Verschlüsselung und Signierung durch ein Secure-Element erreicht, sodass lediglich berechnete Empfänger, in dem Fall die Leitstelle, die Daten einsehen können. Um einen Zugriff unautorisierter Dritter bei der Remote-Anbindung zu verhindern, müssen komplexe Identifizierungs- und Authentisierungsinformationen auf Basis

**LEDIGLICH BERECHTIGTE DATENEMPFÄNGER SOLLTEN DATEN EINSEHEN KÖNNEN. HIERFÜR SORGEN SICHERE VERSCHLÜSSELUNGEN**

einer Zugriffsrechte-Policy umgesetzt werden. Jegliche in öffentlichen Netzen übertragene Information sollte in einer Form verschlüsselt sein, die nur autorisierten Benutzern Zugriff auf diese Informationen erlaubt. Administrator dieser komplexen Kommunikationsprozesse ist das TrustCenter, das als vertrauenswürdige dritte Instanz die jeweilige Identität des Kommunikationspartners und die Berechtigungen zum Datenzugriff auf elektronischem Weg erteilt. Darüber hinaus sollten Kontrollfunktionalitäten sowie Update-Mechanismen mit hochsicheren Signaturen abgesichert sein. Alle Remote-Anbindungen



Voraussetzung für den Einsatz von autonomen Shuttles im ÖPNV ist laut TÜV allerdings der Einsatz einer hochsicheren Remote-Steuerung über Leitstellen, die im Notfall eingreifen

sollten zusätzlich mit einer Informationsflusskontrolle ausgestattet sein, um ein Umgehen der IT-Security-Funktionalitäten zu verhindern. Des Weiteren sollten Remote-Anbindungen über ein integriertes Cybersecurity-Monitoring verfügen.

**Eine europäische Gesetzesinitiative**, in Kohärenz mit dem internationalen UNECE-Regelwerk, muss entsprechende Bestimmungen für den Aufbau eines Datenaustauschsystems durchsetzen. Zudem sind einheitliche Standards notwendig, um die Kompatibilität vernetzter Kraftfahrzeuge in Europa voranzubringen.



© Herr Loeffler/stock.adobe.com (o.), nmann7/stock.adobe.com (M.), Matthias Buehner/stock.adobe.com (u.)

# Der TÜV von A bis Z

Die **TÜV-Gesellschaften** begleiten mit ihren **Services** einen Bus über den gesamten **Lebenszyklus von der Produktion bis ins hohe Alter – ein Service von A bis Z.**

**P**artnerschaft auf Lebenszeit: Was im Privaten so unmöglich scheint, ist für die TÜV-Gesellschaften und den Lebenszyklus eines Busses gang und gäbe – bis hin zur Verwertung oder zur Nutzung als Oldtimer. Sie bieten Busunternehmen unabhängigen technischen Support in allen Fragen des Betriebs in einem weltweiten Netzwerk – weit über

die bekannten Themen Hauptuntersuchung (HU), Sicherheitsprüfungen oder Umbauten hinaus.

TÜV-Fahrertrainings sowie Aus- und Weiterbildungen für Fuhrparkmanager sorgen für Mitarbeiterqualifizierung. Die TÜV helfen außerdem Abläufe im Fuhrparkmanagement zu optimieren. Unternehmen, die ihren Kunden transparent

## TYPGENEHMIGUNGEN & HOMOLOGATION



Bereits für das Inverkehrbringen erstellen die TÜV-Unternehmen die erforderlichen Prüfberichte

## HAUPT-UNTERSUCHUNG



Das traditionelle Geschäft sind die periodisch wiederkehrenden Untersuchungen HU, SP und AU

## SCHADEN-GUTACHTEN



Nach einem Unfall liefern die TÜV die nötigen Gutachten für die Einstufung bei der Versicherung

## LADUNGS-SICHERUNG



Auch die Überprüfung der einwandfreien Sicherung von Ladung übernehmen die TÜV

## AUS- UND WEITERBILDUNG BKF



Die regelmäßige Weiterbildung sowie die verkürzte „Grundquali“ bieten alle TÜV an

## FAHRERLAUBNIS-PRÜFUNG/MPU



Wer den Führerschein macht, lernt den TÜV-Sachverständigen als Prüfer kennen

## EINZELGENEHMIGUNG



Gutachten für die Genehmigung einzelner Fahrzeuge werden EU-konform durchgeführt

## GEBRAUCHTFAHRZEUGBEWERTUNG



Die TÜV-Unternehmen bewerten mittels Zeitwertgutachten neutral den Zustand von Gebrauchten

ihr Engagement für Sicherheit und Qualität aufzeigen möchten, bieten die TÜV das bundesweit einheitliche Zertifikat „Sichere Personenbeförderung“ an. Dazu gehören Beratung in Sachen Digitalisierung und Homologation zum Leistungsspektrum der TÜV.

Das Aufgabenspektrum reicht von der HU über Fahrerlaubnisprüfungen und Fahrertrainings bis hin zum Fuhrparkmanagement. Je nach Wunsch übernehmen VdTÜV sowie die nebenstehenden TÜV-Unternehmen diese Aufgaben in Teilbereichen – oder auch komplett.

### DER SCHNELLE WEG ZUR PROFESSIONELLEN UNTERSTÜTZUNG

| Kontaktdaten   | Website  | Servicenummer          |
|--|--|------------------------|
|  <b>TÜV Hessen</b>    | <a href="http://www.tuev-hessen.de">www.tuev-hessen.de</a>         | 06151 6000             |
|  <b>TÜV NORD</b>      | <a href="http://www.tuev-nord.de">www.tuev-nord.de</a>             | 0800 8070600 (Verkehr) |
|  <b>TÜV Rheinland</b> | <a href="http://www.tuv.com">www.tuv.com</a>                       | 0800 1015 044          |
|  <b>TÜV SÜD</b>       | <a href="http://www.tuev-sued.de">www.tuev-sued.de</a>             | 0800 8884444           |
|  <b>TÜV Thüringen</b> | <a href="http://www.tuev-thueringen.de">www.tuev-thueringen.de</a> | 0361 4283252           |

#### JÄHRLICHER LICHTTEST



Der traditionelle jährliche Lichtcheck kann helfen, den häufigsten Mangel abzustellen

#### ZERTIFIKAT PERSONENBEFÖRDERUNG



Durch eine Zertifizierung hohe Sicherheits- und Qualitätsstandards sichtbar machen

#### PANNEN-PROPHYLAXE



Fuhrparkberatung und -optimierung durch die TÜV-Unternehmen helfen Ausfällen vorzubeugen

#### TESTBEGLEITUNG FACHZEITSCHRIFTEN



Die TÜV-Unternehmen begleiten Fahrzeugtests der Fachmagazine als unabhängiger Beobachter

#### ECOTRAININGS UND FAHRERSCHULUNG



Die Fahrertrainings der TÜV-Unternehmen helfen Kraftstoff zu sparen und Unfälle zu vermeiden

#### WERKSTATTTESTS UND -ZERTIFIZIERUNG



Unabhängige Tests belegen, ob Werkstätten ordentlich arbeiten und vernünftige Abläufe haben

#### DIGITALISIERUNG UND DATENSICHERHEIT



Die TÜV-Unternehmen bieten aktive Beratung bei Digitalisierung und Datensicherheit an

#### H-KENNZEICHEN UND WERTGUTACHTEN



Für ältere Nutzfahrzeuge erstellen die TÜV-Unternehmen bei Vorliegen aller Voraussetzungen ein Gutachten für ein H-Kennzeichen

# Für gut befunden!



Der Bus ist und bleibt eines der sichersten Verkehrsmittel auf den Straßen. Das belegt erneut der vorliegende TÜV Bus-Report. Abermals ist die Zahl der mängelfreien Busse gestiegen.

Als im Jahr 2018 der letzte TÜV Bus-Report veröffentlicht wurde, konnte man sich damals schon mit dem Ergebnis zufrieden zeigen, denn mit einem Wert von 72,5 Prozent an gänzlich mängelfreien Bussen bei knapp 50.000

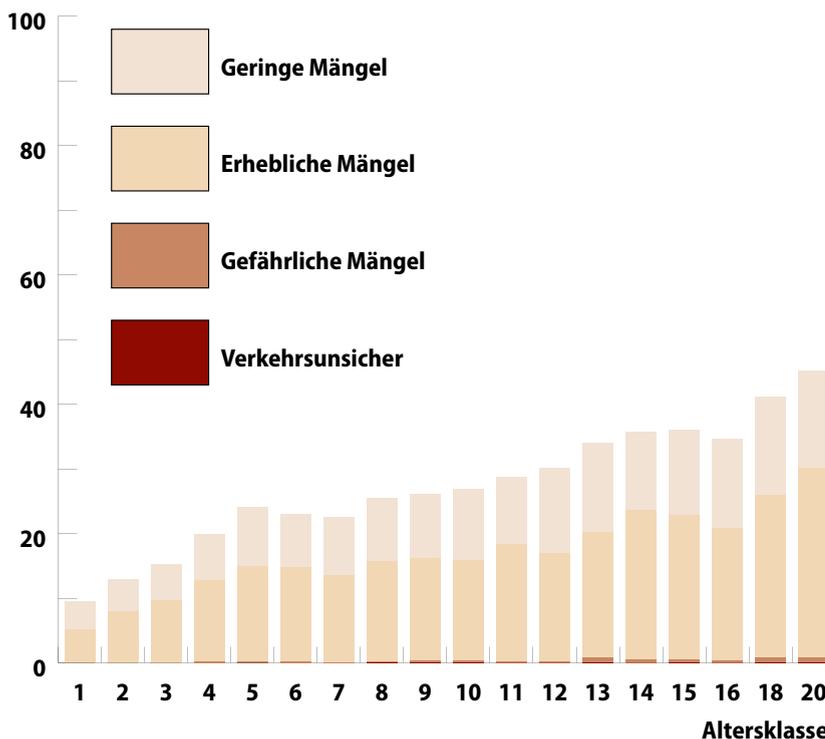
Hauptuntersuchungen konnte das Ergebnis von 2015 noch einmal getoppt werden. Mit der Veröffentlichung des diesjährigen TÜV Bus-Report scheinen aber alle Ergebnisse der zurückliegenden Jahre in Vergessenheit zu geraten, denn abermals bestätigt sich, der Bus ist eines der sichersten Verkehrsmittel. Bei insgesamt 75,4 Prozent aller in Hauptuntersuchungen getesteten Busse stellten die Prüfer keinerlei Mängel fest. Damit sind Dreiviertel aller Busse, die auf Deutschlands Straßen tagtäglich unterwegs sind, absolut mängelfrei – ein Top-Ergebnis. Entsprechend ist jeweils auch die Quote bei den geringen und erheblichen Män-

geln gesunken. 12,2 Prozent der Busse zeigten beim TÜV Bus-Report 2018 geringe Mängel, in der diesjährigen Ausgabe sind es nur 9,4 Prozent. Damit ist dieser Prozentsatz erstmals in der Geschichte des TÜV Bus-Reports unter die Zehn-Prozent-Marke gefallen. Die Quote der erheblichen Mängel sank gleichzeitig auf einen verschwindend geringen Wert von 0,3 Prozent. Eine Einstufung „verkehrsunsicher“ erhielten so wenige Busse, dass hier als Gesamtquote nur 0,0 Prozent ausgewiesen werden. Als größter Mangel bei den Bussen konnte auch in diesem Jahr die Beleuchtung ausgemacht werden – wenn auch zu einem geringeren Prozentsatz als in den letzten Jahren. Während Mängel an Abblendlicht, Blinker, Warnlicht und der Beleuchtung vorne bei 1,5 bis 2,3 Prozent der getesteten Omnibusse festgestellt wurden, sah es bei der Beleuchtung hinten schon ein wenig anders aus: Im Schnitt knapp fünf Prozent aller Omnibusse weisen hier Mängel auf. Auch das Thema Verschleiß und den damit einhergehenden stetig wachsenden Ölverlust bei älteren Bussen bemängelt der TÜV. Zwar sei dieser Mangel auch seit dem letzten TÜV Bus-Report um 1,3 Prozentpunkte auf im Durchschnitt 4,9 Prozent gesunken; dennoch sei dieses Ergebnis eine ernst zu nehmende Belastung für Klima und Umwelt. Neben dem Ölverlust gibt es noch einige andere Mängel, die auf den typischen altersbedingten Verschleiß zurückzuführen sind. Dazu gehören Mängel an der Betriebsbremsanlage, der Feststellbremse oder einsetzender Rost.

**Damit Omnibusse auch im Alter** den hohen technischen Sicherheitsansprüchen genügen, müssen die Busse regelmäßig gewartet werden. Die jährliche Hauptuntersuchung sowie die Sicherheitsprüfungen legen sich abzeichnende Mängel frühzeitig offen. Busunternehmer können dann entsprechend reagieren.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### Mängelquote in Prozent



Als „verkehrsunsicher“ stufte der TÜV dieses Jahr eine verschwindend geringe Menge ein

# Mangel Nummer eins

Wie schon in den vorausgegangenen Jahren führt die **Beleuchtungsanlage** die Mängelliste an. Ob Abblendlicht, Beleuchtung vorne oder hinten: Hier finden sich teils die höchsten Mängelquoten. Die Beleuchtung hinten sticht hierbei heraus, sie sollte mehr Beachtung finden



leuchtung vorne ergibt ein völlig anderes Bild. Von 0,6 Prozent bei den Einjährigen steigert sich die Mängelquote auf nur 2,1 Prozent bei den 20-Jährigen. Etwas besser zeigen sich die Einstellung des Abblendlichtes (Mängelquote: 2,3 Prozent) und die Blinker (1,5 Prozent). Beim Abblendlicht macht sich das Alter nur in moderatem Maße bemerkbar: So liegt zwischen den Einjährigen (1,3 %) und den 20-Jährigen (2,3 %) gerade mal ein Prozentpunkt.

**P**robleme bei der Beleuchtung bleiben zumindest in jungen Jahren die häufigsten Mängel bei den Bussen, welche im Rahmen der Hauptuntersuchung festgestellt wurden. Insgesamt haben sich die Mängelquoten seit dem letzten Bus-Report in diesem Bereich jedoch positiv entwickelt. Hierbei bildet mit 4,6 Prozent der untersuchten Busse die Beleuchtung hinten einen deutlichen Mangelschwerpunkt. Bei den Einjährigen liegt die Mängelquote hier nur bei 1,1 Prozent, aber sie steigert sich auf 9,5 Prozent bei den 20-Jährigen. Die Be-

**Insgesamt kommt hier** der fortschreitende Einsatz von LED-Leuchten zum Tragen, welche deutlich höhere Standzeiten aufweisen als die klassischen Glühlampen. Da durch immer effizientere LED eine Leuchte zwischenzeitlich auch aus immer weniger kleinen Lämpchen besteht und diese Technik mittlerweile sehr ausgereift ist, schlägt sich dies in den Mängelquoten nieder. Somit kommt die Richtlinie zur Durchführung der Hauptuntersuchung auch immer weniger zur Anwendung, welche besagt: „Bei Verwendung von LED in lichttechnischen

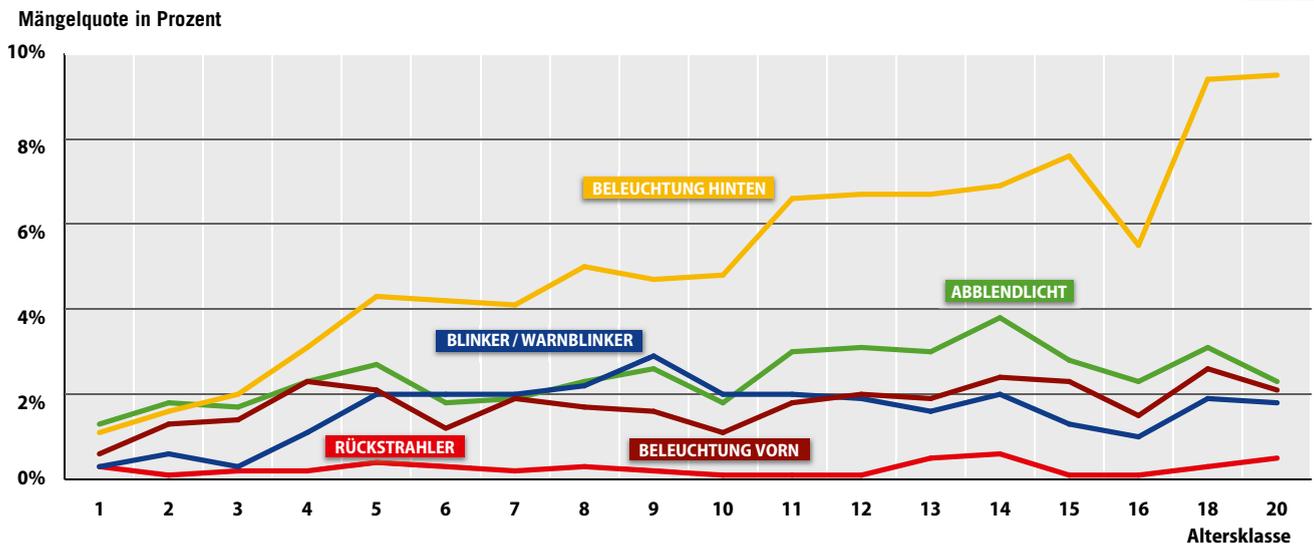
Einrichtungen ist grundsätzlich ein erheblicher Mangel (EM) festzustellen, wenn die Ausfallkontrolle aktiviert ist oder bei nicht vorhandener Ausfallkontrolle mehr als ein Drittel der LED-Lichtquellen defekt ist (einzelne beziehungsweise in Reihe geschaltete LED-Module).“ Im Fazit sollten die Fahrer in der Abfahrtskontrolle verstärkt die hinteren Beleuchtungseinrichtungen kontrollieren.

## TIPP VOM TÜV

### > LED-Beleuchtung.

Sofern es für den verwendeten Bus LED-Leuchten als Alternative gibt, lässt sich die Wartung in diesem Bereich mit einer Umrüstung deutlich vereinfachen. Bei Neuanschaffungen sollte LED-Beleuchtung sowohl innen als auch außen nun zum Standard gehören. Neben der Wartung spart man damit auch Energie, welches sich in niedrigeren Flottenverbräuchen niederschlägt.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE BELEUCHTUNG



Hauptmangel Beleuchtung: Insgesamt haben sich die Mängelquoten in diesem Bereich jedoch positiv entwickelt

Foto: Daimler, Grafik: VgTUV

# Nicht warten mit Warten



Eine vorausschauende Wartung der Fahrzeuge sowie eine schonende Fahrweise können Mängeln am **Fahrwerk** entgegenwirken und so die Lebensdauer verlängern.

Der Anstieg mit dem Alter der Fahrzeuge liegt im natürlichen Verschleiß begründet.

**Entgegenwirken kann der Busunternehmer** durch die passende Wartung der Fahrzeuge. Wenn man an

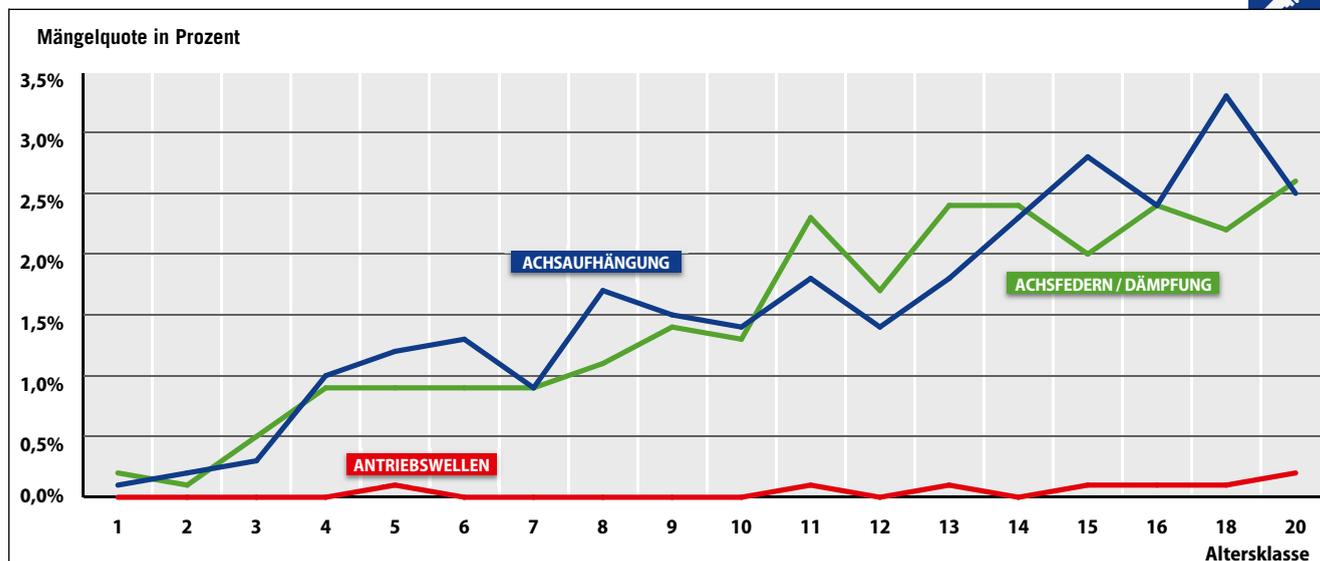
den Achsen etwas abschmieren kann, sollte man das Intervall der Wartung an diesen Bauteilen wie Achsgelenke und Lenkung individuell der Nutzung entsprechend anpassen. Wie auch bei allen anderen verschleißbedingten Bereichen des Busses ist das Zusammenspiel zwischen Fahrer und Werkstatt beziehungsweise Firmenleitung ausschlaggebend für die Lebensdauer der Teile. Defekte Dichtungen und Abdeckungen haben nicht nur Einfluss auf die Umweltverträglichkeit, sie sind auch oft die Ursache für übermäßigen Verschleiß. Regelmäßige Kontrolle und gegebenenfalls Ersatz schützen hier vor Ausfällen, die in der Folge teuer kommen als eine voraus-

schauende Wartung. Eine mögliche Ursache für den stetigen Anstieg der Mangelquote für Achsfedern/Dämpfung und Achsaufhängung kann der Tatsache geschuldet sein, dass Reparaturen am Fahrwerk sehr aufwändig und damit kostspielig sind. Deshalb werden viele Busse im hohen Alter aus dem Verkehr gezogen.

**Dem Fahrer** kommt bei der Schonung des Fahrwerks eine besondere Verantwortung zu. Denn der Reifenluftdruck sollte jeweils der Beladung und der Wegstrecke angepasst sein. Zu geringer Luftdruck erfordert höhere Lenkkräfte und damit auch eine Zunahme des Verschleißes am Fahrwerk. Außerdem lassen schlechte Wegstrecken – und dazu zählen vielerorts auch die Bundesautobahnen und Landstraßen – bei unangepasster Fahrweise den Verschleiß, gefördert durch Schlaglöcher und Spurrillen, ansteigen. Da ist eine vorausschauende Fahrweise gefragt.

Die Mängelquote ist bei allen drei Bereichen des Fahrwerks sehr gering. Durchschnittlich beanstandeten die TÜV-Prüfer in 1,3 Prozent der Fälle die Achsaufhängung und bei 1,2 Prozent die Achsfedern und die Dämpfung. Die Antriebswellen mussten die Prüfer in so wenigen Fällen beanstanden, dass der Durchschnitt bei 0,0 Prozent liegt. In puncto Achsaufhängung fallen 0,1 Prozent der einjährigen Busse auf, bei den zehnjährigen sind es bereits 1,4 Prozent und bei den 20-jährigen 2,5 Prozent. Ein ähnliches Bild bei Achsfedern/Dämpfung: Die Quote bei den Einjährigen liegt bei 0,2 Prozent und steigt auf 2,6 Prozent bei den 20-Jährigen.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE FAHRWERK



Mit dem Alter steigt die Mängelquote aufgrund des natürlichen Verschleißes. Insgesamt ist die Quote dennoch sehr gering.

# Im Alter tropft es

Während das **Motormanagement** und die **Auspuffanlage** auch mit zunehmendem Alter nur wenige Probleme bereiten, steigt das Risiko von **Ölverlust** mit steigendem Alter der Busse deutlich an.

**B**usfahren schont nicht nur Nerven, sondern auch die Umwelt – jedenfalls dann, wenn der Antrieb, der Motor und die Abgasanlage auch noch im stetigen Altersprozess mangelfrei funktionieren. Ob dies so ist, überprüfen Sachverständige bei jeder Hauptuntersuchung. Beim Blick auf die Grafik fällt auf, dass es beim Motormanagement keine altersbedingte Zunahme der Mängel gibt. Die wenigen Probleme fallen ab dem ersten Jahr an und nehmen in ihrer Häufigkeit kaum zu. Auch der seit Januar 2018 gesetzlich vorgeschriebene Verbau von Abgasreinigungssystemen und Partikelfiltern offenbarte in der Statistik keine auffälligen Mängel an der Auspuffanlage. Ab dem dritten Betriebsjahr nehmen sie zwar leicht zu, steigen aber bis ins hohe Alter von 20 Jahren nur bedingt an.

**Im Gegensatz zu den** altersunabhängigen Fehlern beim Motormanagement ent-

steht Ölverlust beim Motor und Antrieb meist durch altersbedingten Verschleiß. Von 1,0 Prozent bei den Einjährigen steigt der Wert auf rund zwölf Prozent bei den 20-jährigen Bussen. „Das Risiko von Ölundichtigkeiten nimmt aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften wie Alterung und Ausdehnung der an der Dichtfläche beteiligten Materialien zu“, erklärt Peter Schnoor, Vertriebsleiter der TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH. Hinzu komme auch noch die Schwingungsbelastung sowie die Ermüdung von Schraubverbindungen durch thermische Belastungen. Außerdem würden solche Abdichtungen manchmal auch durch nicht sorgfältige Arbeit in den Werkstätten undicht, wenn die vom Hersteller vorgeschriebenen Drehmomente der Schraubbefestigung von Ölwannen im Werkstattalltag nur durch das Handgelenk des Monteurs gemessen werden.

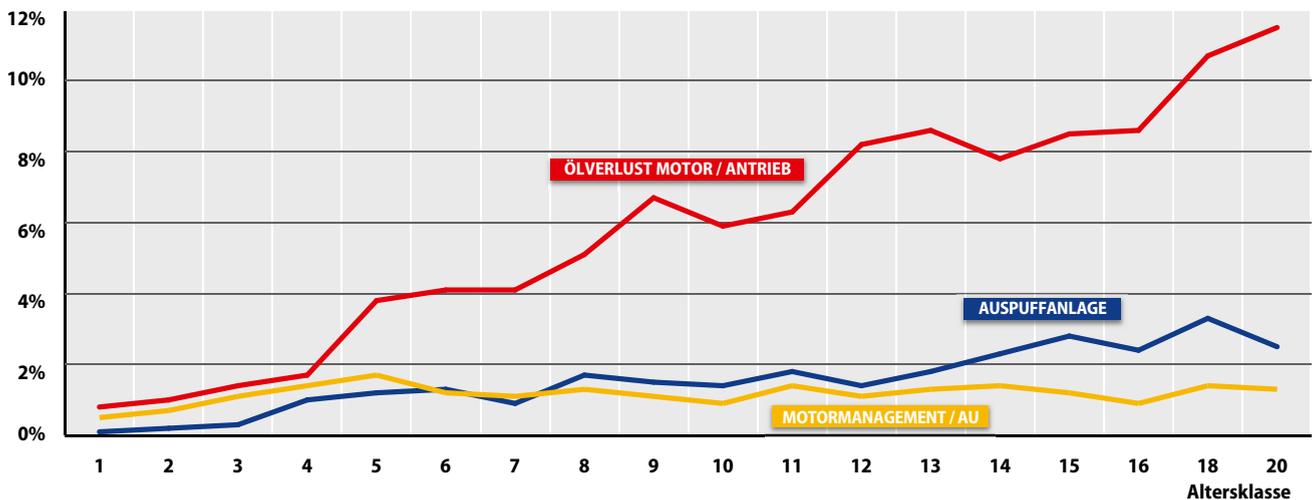


Als Gegenmaßnahme empfiehlt der Experte daher zuerst die Einhaltung der Wartungsvorgaben der Hersteller einschließlich der Drehmomente der Schraubverbindungen an Dichtflächen und die regelmäßige Kontrolle von Dichtungen. Wer auf Nummer sicher gehen möchte, sollte die Abdichtung gänzlich erneuern. Viele Busunternehmer scheuen aber mit zunehmendem Alter und zunehmender Laufleistung der Fahrzeuge diese Investition. Diese Einstellung sollten sie der Umwelt zuliebe überdenken.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UMWELT



Mängelquote in Prozent



Während Motormanagement und Auspuffanlage auch im hohen Alter wenig Probleme bereiten, steigt der Ölverlust des Motors stetig an

# Rechtzeitig erkennen



**Korrosion** und die daraus resultierenden Schäden waren und werden immer Begleiter beim Bau und Unterhalt von Fahrzeugen sein. Regelmäßige Kontrolle und Wartung sind deshalb unabdingbar.

**S**tahl und Wasser werden nie gute Freunde werden. Die Hersteller von Kraftomnibussen haben den Korrosionsschutz zwar erheblich verbessert, doch Korrosion ist und bleibt ein hartnäckiges Thema. Ein Anstieg der korrosionsbedingten Mängel ist ab dem siebten Betriebsjahr zu sehen. Sprunghaft steigen diese dann ab dem 14. Betriebsjahr. Die Ursache für diesen Zusammenhang ist meist in der Vorsorge zu suchen. Im Betrieb des Fahrzeugs lassen sich Beschädigungen des Korrosionsschutzes durch Steinschläge oder Anfahrtschäden nicht vermeiden. Die Anforderungen an die Nutzung des Fahrzeugs führen auch bei der Konstruktion zwangsweise zu Hinterschnitten im Unterboden, in

welchem sich Dreck, Laub usw. sammeln kann. Diese Ablagerungen speichern das Wasser wie ein Schwamm. Dadurch haben die „Gegner“ Wasser und Stahl viel Zeit, miteinander zu reagieren.

**In modernen Fahrzeugen** sind auch heute noch bis zu 70 Prozent Stahlwerkstoffe verbaut. Diese finden sich nicht nur in der Karosserie, sondern auch bei Fahr- und Triebwerksbauteilen. Mängel durch Korrosion sind nicht zu unterschätzen. In modernen Fahrzeugen sind heute hochfeste Stahlwerkstoffe verbaut. Durch die Verwendung solcher hochfesten Bauteile kann der Querschnitt der Bauteile zur Gewichtsoptimierung gesenkt werden. Somit kann die Nutzlast bezogen auf das zulässige Gesamtgewicht der Fahrzeuge erhöht werden. Korrosion führt auch immer zu einer Schwächung der Bauteile. Fatal daran ist, dass sich das Crash-Verhalten hierdurch erheblich verändert. Die Karosserie ist dann durch Korrosionsschäden an tragenden Teilen nicht mehr in der Lage, die bei Unfällen auf-

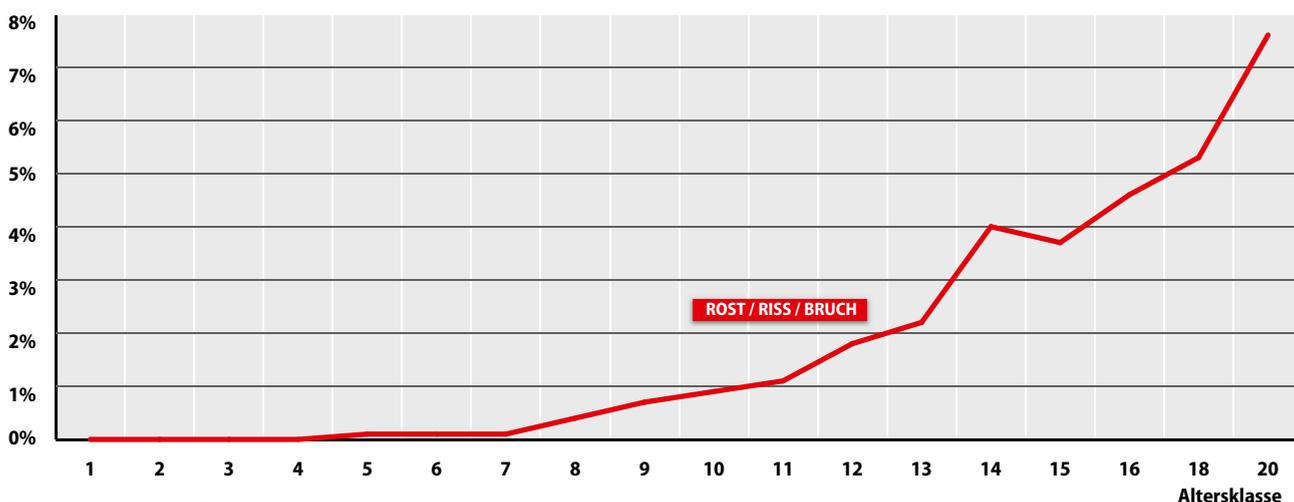
tretenden Kräfte (wie durch den Hersteller berechnet) aufzunehmen. Dies führt dazu, dass ab einem bestimmten Ausmaß an Korrosion der Insassenschutz gefährdet ist. Dieser Zusammenhang stellt bei allen Kraftfahrzeugen, im Besonderen aber bei der Personenbeförderung, ein Risiko dar.

## TIPP VOM TÜV

► **Um Korrosionsstellen rechtzeitig** zu erkennen, sollten regelmäßig stattfindende Kontrollen der Fahrzeuge in den Betriebsablauf eingeführt werden. So kann zum Beispiel beim Wechsel von Winter- auf Sommerreifen der Zustand der Karosserie sowie der Fahr- und Triebwerksbauteile gut beurteilt werden. Auch eine Reinigung der konstruktionsbedingten Hinterschnitte ist hier möglich. Vor allem nach dem Winter ist es wichtig, Streusalzreste zu entfernen und bereits aufgetretene Schäden zu behandeln. Diese Vorgehensweise trägt nicht nur zur Verkehrssicherheit, sondern auch zum Werterhalt des Fahrzeugs bei.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE KORROSION

Mängelquote in Prozent



Die ersten Jahre liegt die Mängelquote im niedrigen 0,0 bis 0,1 Prozentbereich – danach steigt sie zunächst leicht, später stark an



# Mit Sicherheit bremsen

Die Wartung der Bremsanlage zählt zu den elementarsten Pflichten des Busunternehmers. Dass dabei professionell vorgegangen werden muss, sollte sich von selbst verstehen.

**F**ünf verschiedene Bestandteile der Bremsanlage gehören zum Umfang einer Hauptuntersuchung. Ob Betriebsbremsanlage, Feststellbremse, Bremsleitungen, Bremschläuche oder Bremsstrommeln/-scheiben – es sind einige Stellen, auf die der Busbetreiber zu achten hat. Nicht umsonst kommt dem hoch sicherheitsrelevanten Bauteil bei der HU sehr viel Aufmerksamkeit zu. Bei einer professionellen Wartung der Fahrzeuge werden Verschleißteile wie die Bremsbeläge regelmäßig ersetzt, was die durchgehend niedrigen Mängelquoten über das ganze Busleben hinweg erklärt.

**Unterschiede** sind jedoch erkennbar: Während 0,2 Prozent der einjährigen Busse bei der Funktion der Betriebsbremsanlage Mängel aufweisen, sind es bei den 20-jährigen schon 4,0 Prozent. Auch bei der Funktion der Feststellbremse ist ein Anstieg von 0,7 auf 2,5 Prozent zu verzeichnen. Bei den Bremsleitungen und -schläu-

chen fällt der Anstieg hingegen deutlich geringer aus. Im Vergleich zur Betriebsbremsanlage erwartet man bei der Feststellbremse eigentlich keine so deutliche Zunahme der Mängelquote. Dieter Roth vom TÜV SÜD kennt die Gründe: „Die Feststellbremse hat sogenannte Federspeicherzylinder, die in der Regel mit je einem Membranzylinder der Betriebsbremse kombiniert sind. Sie verbindet

## TIPP VOM TÜV

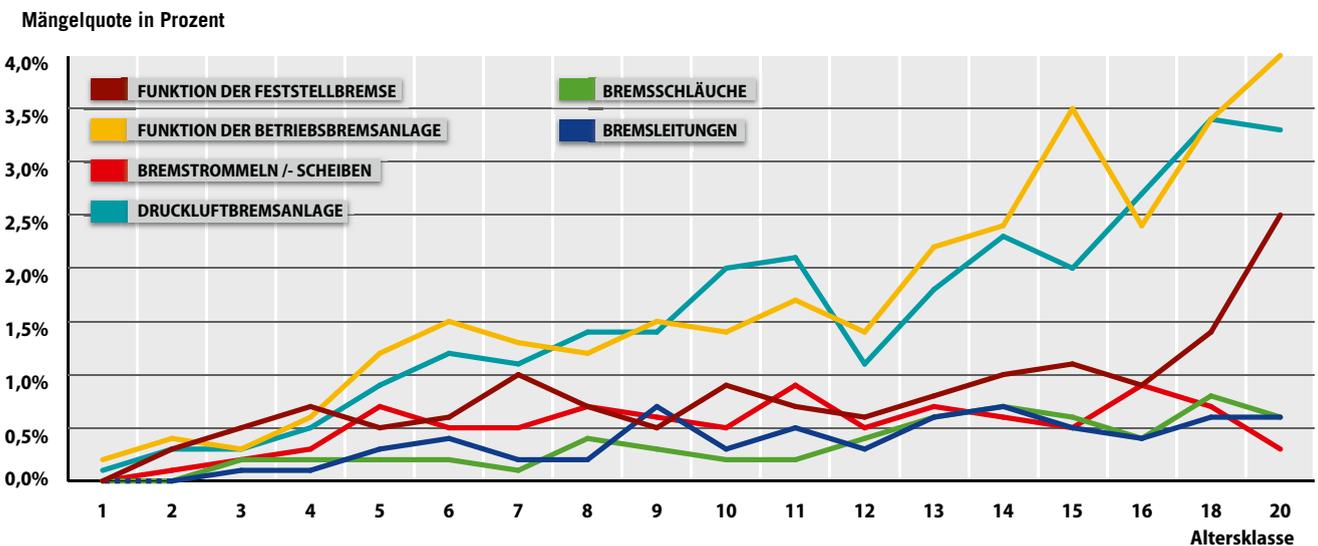
### › Selbst prüfen.

Auch für kleine Fuhrparks und ohne eigene Werkstatt ist die Anschaffung eines Bremsprüfstandes sinnvoll. So kann zwischen den gesetzlichen Prüfterminen routinemäßig oder bei Verdacht die Bremswirkung schnell und ohne große Vorarbeiten geprüft werden. Auch ohne komplette Bremsenprüfung zeigt sich, ob die Wirkung gut ist.



also zwei Funktionen in einem Bauteil und ist demnach komplex.“ Entsprechend vielfältig sind die Faktoren, die die Wirkung der Feststellbremse beeinflussen wie der Zustand der Rückholfeder, der Staubmanschetten und der Kolbenstange mit Gabelkopf und Sicherungsstiften, die Dichtheit des gesamten Bauteils sowie der Gehäusezustand. Auch dürfen an den Staubmanschetten keine Risse erkennbar sein. Zu vermeiden sei außerdem eine übermäßige Schrägstellung der Bremshebel und Kolbenstange.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE BREMSANLAGE



Bei der Funktion der Betriebsbremsanlage sowie der Druckluftanlage sind die meisten Mängel im Verlauf des Fahrzeugalters zu erkennen

# Sicher für alle Wege



Wird die Wartung der Lenkung vernachlässigt, kann sich das im ungünstigsten Fall erheblich auf die Fahrstabilität auswirken. Regelmäßige Kontrolle und der Austausch von Lenkungsteilen sind wichtig.

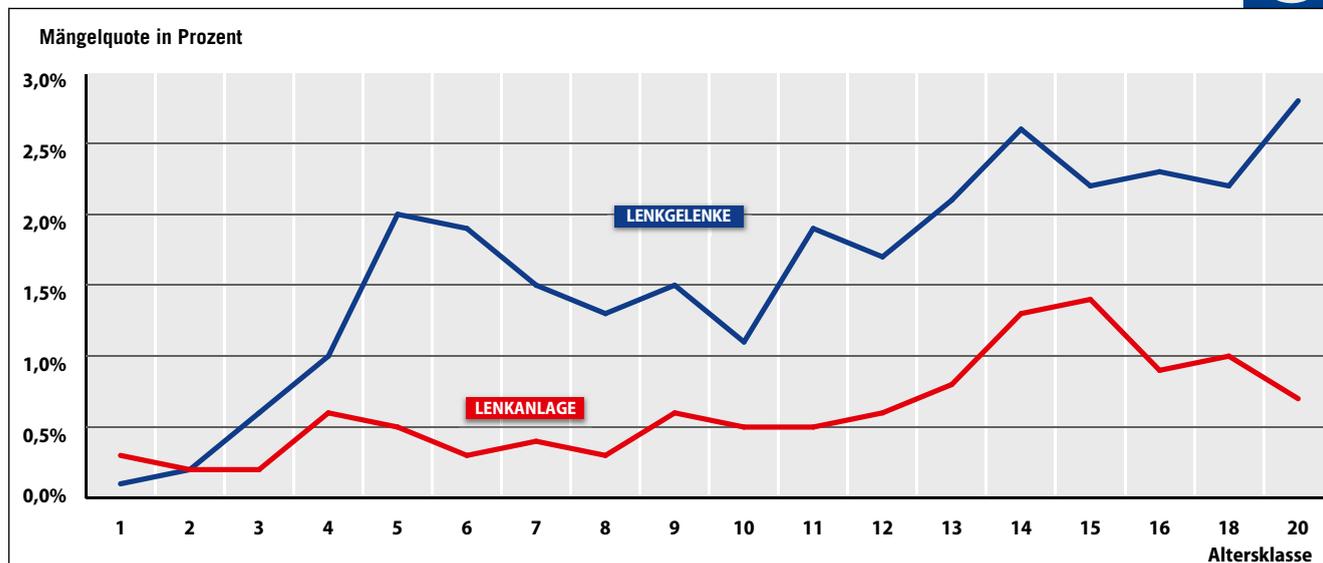
Die Lenkanlage und die Lenkgelenke unterliegen Millionen von Lenkbewegungen mit unterschiedlichen Ausschlägen. Lenken im Stand ist eine enorme Belastung für alle Teile. Da sich an dieser Stelle die unterschiedlichen Verwendungskonzepte der Fahrzeuge (Langstrecke im Tourismus und viele Lenkbewegungen im Linienverkehr) überlagern, sind sowohl die Kilometerstände als auch die Anzahl der extremen Lenkbewegungen maßgeblich

für das Verschleißbild. Läuft ein Förderzeitraum aus, investiert der Busunternehmer noch einmal in die umfassende Aufbereitung eines Busses, um ihn anschließend zu verkaufen. Er kommt dann „durchrepariert“ bei einem neuen Eigentümer wieder auf die Straße. Oder der ursprüngliche Besitzer entscheidet sich, seinen Linienbus ohne Reparatur auf dem Gebrauchtmärkte anzubieten, dann meistens in Richtung Osteuropa. Dadurch verschwinden diese Fahrzeuge aus der Mängelstatistik des TÜV.

In der nachfolgenden Diagrammdarstellung lässt sich dies in den Lenkgelenkmängeln herauslesen. Nach dem ersten Austausch (aufgrund der Mängelfeststellung im vierten Jahr) verläuft die Mangelhäufigkeit im Fahrzeugalter stetig steigend, wobei sie sich im hohen Alter fast verdreifacht. Nicht geändert hat sich, dass die Sachverständigen bei der Len-

kung sehr genau hinschauen, handelt es sich doch um ein hochrelevantes Teil für die Sicherheit des Busses. „Schon bei einer sorgfältigen Abfahrtskontrolle lässt sich feststellen, ob hier etwas nicht in Ordnung ist“, fordert Uwe Herrmann, Leiter der Technischen Prüfstelle für den Kraftfahrzeugverkehr der Staatlichen Technischen Überwachung Hessen, zur regelmäßigen Überprüfung auf. Bei Auffälligkeiten ist der Weg in die Werkstatt umgehend Pflicht. Auch ansonsten rät der Experte zu regelmäßiger Inspektion, Wartung und Pflege der zur Lenkung gehörenden Bauteile. Nur dadurch lasse sich nämlich die alterungsbedingte Zunahme der Mängel absenken. Durchschnittlich 1,4 Prozent der im Rahmen der Hauptuntersuchung kontrollierten Omnibusse fielen mit Problemen an den Gelenken der Lenkung auf. Hier nahmen die Mängel deutlicher zu als an der Lenkanlage.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE LENKUNG



Lenkgelenke: 0,1 Prozent der einjährigen Omnibusse fallen auf, bei den 20-jährigen sind es bereits 2,8 Prozent

# Für das Alter vorsorgen

Wer seinen Bus regelmäßig im Bereich **Sicherheitseinrichtungen** wartet und kontrolliert, kann meist auf wenige Beanstandungen über das gesamte Busleben hinweg vertrauen.



**B**eim Transport von Menschen hat das Thema Sicherheit und damit der Schutz jedes einzelnen Businsassen schon immer eine große Rolle gespielt. Seit mehreren Jahren entwickeln die Busersteller immer wieder neue Sicherheitsfeatures und Assistenzsysteme, um die Sicherheit an Bord zu gewährleisten. Die Technik dieser Systeme wird immer ausgereifter und besser. So gibt es mittlerweile Busse, die beim Abbiegen eigenständig Bremsungen einleiten, sobald sich Fußgänger oder Radfahrer im toten Winkel des Busses befinden.

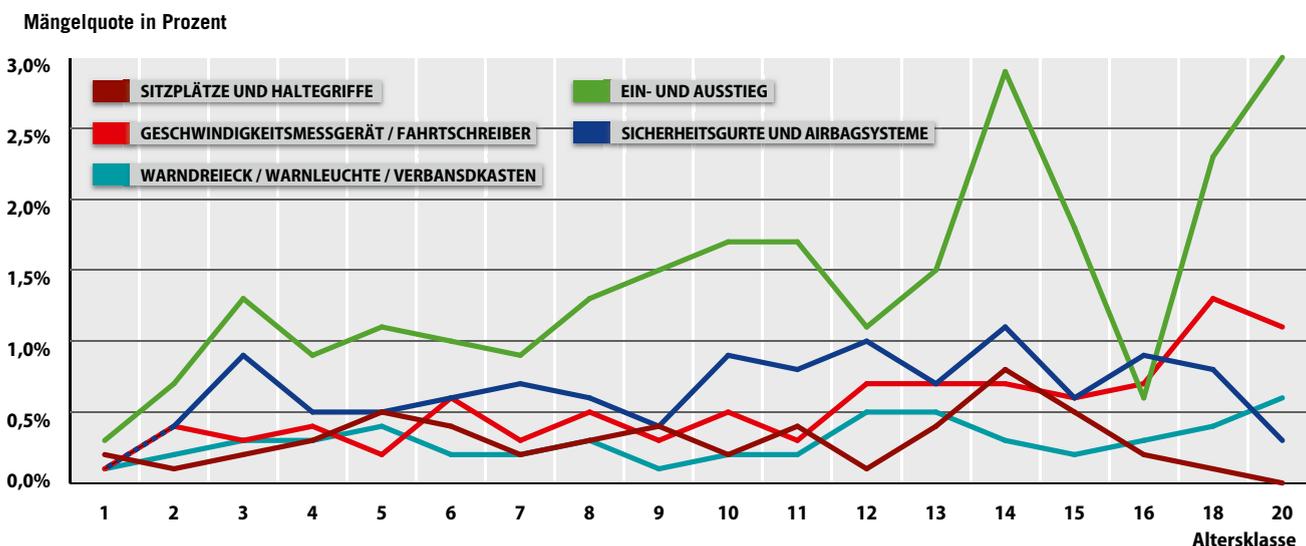
Dennoch sollten Busbetreiber die Technik ihres Fahrzeugs regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüfen. Dabei sollten auch unscheinbare Details und Sicherheitsausstattungen nicht vergessen werden. So sollten beispielsweise Feuerlöscher und Verbandskästen, aber auch Notausstiege, Türen beziehungsweise Türkontrollen sowie

Inneneinrichtung, Sitzplätze und Haltegriffe jederzeit funktionstüchtig und einsatzbereit sein. Im Gegensatz zu vielen anderen Bereichen sorgt hierbei weniger das Fahrzeugalter durch Verschleiß für einen Mangel, sondern eher das Nutzerverhalten. Wer also regelmäßig selbst kontrolliert, ob alles noch einwandfrei funktioniert, kann leicht Beanstandungen bei der HU umgehen.

**Sind genügend Nothämmer, Feuerlöscher und Verbandskästen im Bus vorhanden?** Solche möglichen Mängel lassen sich schnell und einfach überprüfen. Dabei gilt es auch zu beachten, ob das Haltbarkeitsdatum von Feuerlöschern und Verbandskästen abgelaufen ist, denn einige Materialien im Verbandskasten verlieren mit den Jahren ihre Funktionstüchtigkeit. Gerade in Zeiten von Covid-19 sollten außerdem Desinfektionsmittel und Einweghandschuhe ausreichend vorhan-

den und einsatzbereit sein, um bei Bedarf verwendet werden zu können. Am häufigsten fallen Busse in der Kategorie Fahrgastsicherheit durch Mängel an den Notausstiegen sowie Türen und Türkontrollen auf. Dennoch zeigen die niedrigen Werte der Mängelgruppe, dass Busunternehmen die Sicherheit ihrer Gäste stets im Auge haben.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE FAHRGASTSICHERHEIT



Das Thema Fahrgastsicherheit nimmt bei Busunternehmen einen hohen Stellenwert ein. Das zeigen die insgesamt niedrigen Beanstandungen

Foto: Sascha Böhmke, Grafik: VdTÜV

| MÄNGELKLASSEN/ALTER DER BUSSE IN JAHREN                  |  | OMNIBUS<br>GESAMT | 01    | 02    | 03    | 04    | 05    | 06    |
|--|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Durchschnittliche Fahrleistung in tausend km             |  | 408               | 63    | 127   | 196   | 262   | 305   | 348   |
| HU-Ergebnis  | Ohne Mängel  | 75,4%             | 90,3% | 87,1% | 84,7% | 80,1% | 75,8% | 77,0% |
|  | Geringe Mängel   | 9,4%              | 4,4%  | 4,9%  | 5,7%  | 7,1%  | 9,1%  | 8,2%  |
|  | Erhebliche Mängel  | 14,9%             | 5,2%  | 7,9%  | 9,5%  | 12,6% | 14,8% | 14,6% |
|  | Gefährliche Mängel   | 0,3%              | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,2%  |
|  | Verkehrsunsicher   | 0,0%              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  |
| Ergebnisse zur Detailauswertung auf den Seiten 26 bis 33 |  |                   |       |       |       |       |       |       |
| „Beleuchtung<br>(Lichttechnische<br>Einrichtungen)“      | Abblendlicht   | 2,3%              | 1,3%  | 1,8%  | 1,7%  | 2,3%  | 2,7%  | 1,8%  |
|  | Beleuchtung vorn   | 1,7%              | 0,6%  | 1,3%  | 1,4%  | 2,3%  | 2,1%  | 1,2%  |
|  | Beleuchtung hinten   | 4,6%              | 1,1%  | 1,6%  | 2,0%  | 3,1%  | 4,3%  | 4,2%  |
|  | Blinker / Warnblinkler                                       | 1,5%              | 0,3%  | 0,3%  | 0,6%  | 1,1%  | 2,0%  | 2,0%  |
|  | Rückstrahler   | 0,2%              | 0,3%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,4%  | 0,3%  |
| Fahrwerk   | Achsaufhängung   | 1,3%              | 0,1%  | 0,2%  | 0,3%  | 1,0%  | 1,2%  | 1,3%  |
|  | Achsfedern / Dämpfung  | 1,2%              | 0,2%  | 0,1%  | 0,5%  | 0,9%  | 0,9%  | 0,9%  |
|  | Antriebswellen   | 0,0%              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,0%  |
| Lenkung  | Lenkanlage   | 0,5%              | 0,3%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,3%  |
|  | Lenkgelenke  | 1,4%              | 0,1%  | 0,2%  | 0,6%  | 1,0%  | 2,0%  | 1,9%  |
| Korrosion  | Rost / Riss / Bruch  | 1,2%              | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  |
| Umwelt   | Ölverlust Motor / Antrieb                                    | 4,9%              | 0,8%  | 1,0%  | 1,4%  | 1,7%  | 3,8%  | 4,1%  |
|  | Motormanagement / AU   | 1,1%              | 0,5%  | 0,7%  | 1,1%  | 1,4%  | 1,7%  | 1,2%  |
|  | Auspuffanlage  | 0,6%              | 0,1%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,3%  | 0,2%  | 0,5%  |
| Bremsen  | Funktion der Betriebsbremsanlage                             | 1,4%              | 0,2%  | 0,4%  | 0,3%  | 0,6%  | 1,2%  | 1,5%  |
|  | Funktion der Feststellbremse                                 | 0,7%              | 0,0%  | 0,3%  | 0,5%  | 0,7%  | 0,5%  | 0,6%  |
|  | Bremsleitungen   | 0,3%              | 0,0%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,3%  | 0,4%  |
|  | Bremsschläuche   | 0,3%              | 0,0%  | 0,0%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,2%  |
|  | Bremstrommeln / -scheiben                                    | 0,5%              | 0,0%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,3%  | 0,7%  | 0,5%  |
|  | Druckluftbremsanlage   | 1,3%              | 0,1%  | 0,3%  | 0,3%  | 0,5%  | 0,9%  | 1,2%  |
| Sicherheit   | Sitzplätze und Haltegriffe                                   | 0,3%              | 0,2%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,3%  | 0,5%  | 0,4%  |
|  | Sicherheitsgurte und Airbag-Systeme                          | 0,6%              | 0,1%  | 0,4%  | 0,9%  | 0,5%  | 0,5%  | 0,6%  |
|  | Ein- und Ausstieg  | 1,3%              | 0,3%  | 0,7%  | 1,3%  | 0,9%  | 1,1%  | 1,0%  |
|  | Geschwindigkeitsmessgerät / Fahrschreiber /<br>Kontrollgerät | 0,5%              | 0,1%  | 0,4%  | 0,3%  | 0,4%  | 0,2%  | 0,6%  |
|  | Warndreieck/Warnleuchte / Verbandkasten                      | 0,3%              | 0,1%  | 0,2%  | 0,3%  | 0,3%  | 0,4%  | 0,2%  |

|  | 07    | 08    | 09    | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 18    | 20    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 396   | 446   | 496   | 532   | 599   | 635   | 649   | 646   | 649   | 678   | 692   | 697   |
|  | 77,4% | 74,5% | 73,9% | 73,2% | 71,2% | 69,7% | 65,8% | 64,1% | 64,0% | 65,2% | 58,8% | 54,8% |
|  | 8,9%  | 9,8%  | 9,9%  | 11,0% | 10,5% | 13,2% | 13,9% | 12,2% | 13,1% | 13,9% | 15,1% | 15,1% |
|  | 13,5% | 15,5% | 15,9% | 15,6% | 18,0% | 16,7% | 19,4% | 23,0% | 22,4% | 20,4% | 25,2% | 29,2% |
|  | 0,1%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,3%  | 0,3%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,4%  | 0,4%  | 0,7%  | 0,8%  |
|  | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  |
|  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | 1,9%  | 2,3%  | 2,6%  | 1,8%  | 3,0%  | 3,1%  | 3,0%  | 3,8%  | 2,8%  | 2,3%  | 3,1%  | 2,3%  |
|  | 1,9%  | 1,7%  | 1,6%  | 1,1%  | 1,8%  | 2,0%  | 1,9%  | 2,4%  | 2,3%  | 1,5%  | 2,6%  | 2,1%  |
|  | 4,1%  | 5,0%  | 4,7%  | 4,8%  | 6,6%  | 6,7%  | 6,7%  | 6,9%  | 7,6%  | 5,5%  | 9,4%  | 9,5%  |
|  | 2,0%  | 2,2%  | 2,9%  | 2,0%  | 2,0%  | 1,9%  | 1,6%  | 2,0%  | 1,3%  | 1,0%  | 1,9%  | 1,8%  |
|  | 0,2%  | 0,3%  | 0,2%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,5%  | 0,6%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,3%  | 0,5%  |
|  | 0,9%  | 1,7%  | 1,5%  | 1,4%  | 1,8%  | 1,4%  | 1,8%  | 2,3%  | 2,8%  | 2,4%  | 3,3%  | 2,5%  |
|  | 0,9%  | 1,1%  | 1,4%  | 1,3%  | 2,3%  | 1,7%  | 2,4%  | 2,4%  | 2,0%  | 2,4%  | 2,2%  | 2,6%  |
|  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,0%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,1%  | 0,2%  |
|  | 0,4%  | 0,3%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,5%  | 0,6%  | 0,8%  | 1,3%  | 1,4%  | 0,9%  | 1,0%  | 0,7%  |
|  | 1,5%  | 1,3%  | 1,5%  | 1,1%  | 1,9%  | 1,7%  | 2,1%  | 2,6%  | 2,2%  | 2,3%  | 2,2%  | 2,8%  |
|  | 0,1%  | 0,4%  | 0,7%  | 0,9%  | 1,1%  | 1,8%  | 2,2%  | 4,0%  | 3,7%  | 4,6%  | 5,3%  | 7,6%  |
|  | 4,1%  | 5,1%  | 6,7%  | 5,9%  | 6,3%  | 8,2%  | 8,6%  | 7,8%  | 8,5%  | 8,6%  | 10,7% | 11,5% |
|  | 1,1%  | 1,3%  | 1,1%  | 0,9%  | 1,4%  | 1,1%  | 1,3%  | 1,4%  | 1,2%  | 0,9%  | 1,4%  | 1,3%  |
|  | 0,4%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,9%  | 0,8%  | 0,8%  | 0,9%  | 1,3%  | 1,4%  | 1,2%  | 1,6%  | 2,1%  |
|  | 1,3%  | 1,2%  | 1,5%  | 1,4%  | 1,7%  | 1,4%  | 2,2%  | 2,4%  | 3,5%  | 2,4%  | 3,4%  | 4,0%  |
|  | 1,0%  | 0,7%  | 0,5%  | 0,9%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,8%  | 1,0%  | 1,1%  | 0,9%  | 1,4%  | 2,5%  |
|  | 0,2%  | 0,2%  | 0,7%  | 0,3%  | 0,5%  | 0,3%  | 0,6%  | 0,7%  | 0,5%  | 0,4%  | 0,6%  | 0,6%  |
|  | 0,1%  | 0,4%  | 0,3%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,4%  | 0,6%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,4%  | 0,8%  | 0,6%  |
|  | 0,5%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,9%  | 0,5%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,9%  | 0,7%  | 0,3%  |
|  | 1,1%  | 1,4%  | 1,4%  | 2,0%  | 2,1%  | 1,1%  | 1,8%  | 2,3%  | 2,0%  | 2,7%  | 3,4%  | 3,3%  |
|  | 0,2%  | 0,3%  | 0,4%  | 0,2%  | 0,4%  | 0,1%  | 0,4%  | 0,8%  | 0,5%  | 0,2%  | 0,1%  | 0,0%  |
|  | 0,7%  | 0,6%  | 0,4%  | 0,9%  | 0,8%  | 1,0%  | 0,7%  | 1,1%  | 0,6%  | 0,9%  | 0,8%  | 0,3%  |
|  | 0,9%  | 1,3%  | 1,5%  | 1,7%  | 1,7%  | 1,1%  | 1,5%  | 2,9%  | 1,8%  | 0,6%  | 2,3%  | 3,0%  |
|  | 0,3%  | 0,5%  | 0,3%  | 0,5%  | 0,3%  | 0,7%  | 0,7%  | 0,7%  | 0,6%  | 0,7%  | 1,3%  | 1,1%  |
|  | 0,2%  | 0,3%  | 0,1%  | 0,2%  | 0,2%  | 0,5%  | 0,5%  | 0,3%  | 0,2%  | 0,3%  | 0,4%  | 0,6%  |



**WIR NEHMEN JEDES  
STEUER IN DIE HAND.**

**SOGAR BEIM AUTONOMEN FAHREN.**

**Eins ist sicher: Die Mobilitätswende.**

Denn wir prüfen schon heute die Technik von morgen –  
damit in Zukunft auch ohne Fahrer alles in geordneten Bahnen verläuft.



Die mit dem Siegel.