

## Analyse

Dr. Joachim Bühler zu den Ergebnissen des TÜV Bus-Reports

## Know-how

Trends: Autonomes Fahren und Antriebswende

## Daten & Fakten

Die HU-Ergebnisse im Überblick



**TÜV**REPORT  
O M N I B U S **2022**



OMNIBUSREVUE/Jan Scheutzw

## Drei Viertel „plus“

Chapeau! Was die Busbetreiber in Deutschland realisieren, ist aller Ehren wert. Sie untermauern den Titel als „sicherstes Verkehrsmittel“ mit exzellenten Quoten bei mängelfreier Hauptuntersuchung: 90,7 Prozent aller Omnibusse schaffen das im ersten Jahr. Stolz 82,9 Prozent erreichen dieses Topresultat auch noch im fünften Jahr. Und betrachtet man die Gesamtheit – da sind immerhin auch bis zu 20-jährige (!) Fahrzeuge dabei –, bleiben 78,6 Prozent ohne Mängel. Das ist gegenüber 2020 eine Verbesserung um 3,4 Prozentpunkte!

Auf den Lorbeeren ausruhen dürfen sich Hersteller und Betreiber aber keinesfalls. Damit solche Traumergebnisse auch künftig bleiben, bedarf es einer vermehrten Anstrengung. Zwei Themen treiben die Busbranche: E-Mobilität sowie (teil-)autonomes Fahren. Bei beiden Entwicklungen muss der Gesetzgeber frühzeitig die Weichen stellen, damit die komplexer werdende Technik auch im höheren Alter der Fahrzeuge noch zuverlässig funktioniert. Auch wenn Experten ihre Zeitziele inzwischen revidieren und den vollautonomen Verkehr nicht vor 2050 sehen, so halten die dafür nötigen Assistenzsysteme bereits jetzt Einzug. Das heißt, dass jetzt die Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um diese Technik bei der HU vollumfänglich prüfen zu können. Nicht anders bei der E-Mobilität. Auch da bedarf es einer anderen, komplexeren Herangehensweise, um Brandgefahr und Starkstrom-Risiko einzudämmen.

Gerhard Grünig,  
**Chefredakteur der OMNIBUSREVUE**  
 gerhard.gruenig@springernature.com

## ANALYSE

- 4 Dashboard**  
Wissenswertes rund um die Hauptuntersuchung und das Fahrzeugwesen
- 6 Die Zukunft ist emissionsfrei**  
Dr. Joachim Bühler, Geschäftsführer des TÜV-Verbands in Berlin, zu den Ergebnissen und Trends des TÜV Bus-Reports 2022

## KNOW-HOW

- 8 Autonome Realität**  
Das ist der aktuelle Stand in Sachen automatisiertes Fahren
- 12 Der Antriebswandel nimmt Fahrt auf**  
Das Aus für Verbrennermotoren rückt immer näher
- 16 TÜV-Leistungen**  
Wer leistet was? – Detaillierte Übersicht über alle TÜV-Services

## DATEN & FAKTEN

- 18 Sicher unterwegs!**  
Alle Ergebnisse im Überblick
- 19 Immer (mehr) Klarsicht**  
Untersuchungsergebnisse Beleuchtung
- 20 Vorausschauendes Warten**  
Untersuchungsergebnisse Fahrwerk
- 21 Tropfen für Tropfen**  
Untersuchungsergebnisse Umwelt
- 22 Dem Rost keine Chance**  
Untersuchungsergebnisse Korrosion
- 23 Zupacken in jeder Situation**  
Untersuchungsergebnisse Bremsanlage
- 24 Sicher in der Spur**  
Untersuchungsergebnisse Lenkung
- 25 Das Wertvollste schützen**  
Untersuchungsergebnisse Fahrgastsicherheit
- 26 Ergebnistabelle**  
Alle Mängel, alle Daten



### IMPRESSUM

Verlag Heinrich Vogel  
 Springer Fachmedien München GmbH  
 Aschauer Straße 30; 81549 München  
 Handelsregister: Amtsgericht München HRB 110956  
 Springer Fachmedien München GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.  
**Geschäftsführer:** Peter Lehnert  
**Verlagsleitung Fachzeitschriften:** Katrin Geißler  
**Chefredakteur (V.i.S.d.P.):** Gerhard Grünig  
**Redaktion:** Sascha Böhnke, Rüdiger Schreiber  
**Herausgeber:** TÜV-Verband e.V.  
 Geschäftsführendes Präsidiumsmitglied: Dr. Joachim Bühler  
 Friedrichstraße 136, 10117 Berlin; www.tuev-verband.de

**Beirat TÜV Bus-Report:**  
 Christian Egger (TÜV SÜD), Roger Eggers (TÜV NORD), Richard Goebelt (TÜV-Verband), Ralf Horstmann (TÜV Rheinland), Christian Heinz (TÜV Thüringen), Frank Schneider (TÜV-Verband), Peter Schnoor (TÜV-Hessen), Maurice Shahd (TÜV-Verband)  
**Projektkoordination:**  
 Theresa Siedler  
**Artikelpaten:** Richard Goebelt (TÜV-Verband), Frank Schneider (TÜV-Verband)  
**Grafik/Layout:**  
 Lena Amberger, Stefanie Michalski  
**Gesamtleitung Sales Springer Fachmedien:**  
 Andrea Volz (verantwortlich) 089 / 20 30 43-21 24

**Druck:**  
 F&W Druck- und Mediacenter GmbH  
 Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg  
**Anzeigenpreise:**  
 Es gilt die Anzeigen-Preisliste Nr. 65 vom 1.1.2022.  
**Nachdruck und Vervielfältigungen, Manuskripte:**  
 Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlages strafbar. Für mit Namen gekennzeichnete Beiträge ist der Autor verantwortlich. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte. Für die Herstellung des TÜV Bus-Reports verwenden wir chlorfreies Papier.

Steffi/Stockphotos; Titel: kimwun/stock.adobe.com



Herausgeber des TÜV Bus-Reports 2022 ist der TÜV-Verband e.V. Der Verband setzt sich in Berlin und Brüssel für die politischen und fachlichen Interessen der TÜV-Unternehmen ein.



# REPORT DASHBOARD

2020 **75,8 %**  
2022 **82,9 %**

aller bei den TÜV-Unternehmen zur HU vorgestellten Busse schaffen nach fünf Jahren die Überprüfung der Sachverständigen ohne Mängel. 2020 lag diese Zahl noch 7,1 Prozentpunkte niedriger.

4

von 10.000 geprüften Bussen wurden als "verkehrsunsicher" eingestuft und mussten sofort stillgelegt werden.

6,5 %

aller geprüften Busse fallen nach zehn Jahren mit Ölverlust am Motor oder Antrieb auf.

90,7 %

aller einjährigen Omnibusse bestehen die Hauptuntersuchung im ersten Jahr ohne jede Mängelfeststellung.

HU ohne Mängel

Im Durchschnitt weisen mehr als drei Viertel der geprüften Omnibusse keinerlei Mängel auf und gelten damit als absolut verkehrssicher.

▶ **78,6 %**  
2022

~ **50.000**

Hauptuntersuchungen mit Bussen führten die TÜV in den Jahren 2020 und 2021 durch.

2020 **4,8 %**

2022 **4,7 %**

der geprüften Omnibusse fallen nach zehn Jahren wegen Mängel an der hinteren Beleuchtung durch die HU – nur 0,1 Prozentpunkte weniger als im vorhergehenden Untersuchungszeitraum.

14,9 % 2020

11,5 % 2022

erhebliche Mängel wurden im 20-jährigen Durchschnitt im Rahmen der Hauptuntersuchungen an Omnibussen festgestellt. Eine Verbesserung von immerhin 3,4 Prozentpunkten.

# Die Zukunft ist emissionsfrei

Dr. Joachim Bühler, Geschäftsführer des TÜV-Verbands, erklärt, was die Antriebswende antreibt und welche Technologien Busse noch sicherer machen.

## Wie haben die geprüften Busse beim aktuellen TÜV Bus-Report abgeschnitten?

Sehr gut! Die technische Sicherheit der Fahrzeuge hat sich nochmals verbessert. Der Anteil der Busse, der bei der jährlichen Hauptuntersuchung durchfällt, liegt nur noch bei 11,7 Prozent. Das ist ein Rückgang von 3,5 Prozentpunkten im Vergleich zum letzten Bus-Report 2020. Bei den geringen Mängeln, die keine erneute Prüfung erfordern, gab es nur einen leichten Anstieg um 0,2 Punkte auf 9,6 Prozent. Mängelfrei waren 78,6 Prozent – ein neuer Spitzenwert.

## Was sind die Gründe für diese Entwicklung?

Corona hat sicher eine Rolle gespielt. Der Report bildet exakt die beiden Pandemiejahre 2020 und 2021 ab. Die durchschnittliche Laufleistung der Fahrzeuge ist im Schnitt um fünf Prozent auf 389.000 Kilometer gesunken. Das klingt nicht viel, hat aber einen Effekt. Bei den Betreibern von Busreisen und Fernbuslinien waren die Ausfallzeiten natürlich deutlich größer als bei den Nahverkehrsunternehmen, die weitgehend durchgefahren sind. Viele ältere Busse wurden abgemeldet und einige

Firmen sind in die Insolvenz gegangen. Nicht zuletzt hatten die Fuhrunternehmer während der Lockdowns mehr Zeit für die Pflege und Wartung ihrer Busse. Es gibt aber auch technische Effekte.

## Welche sind das?

Die Mängelquoten sinken bereits seit einigen Jahren in nahezu allen Mängelklassen. Vor allem die Beleuchtung schneidet besser ab, da zunehmend langlebige LED-Leuchten verbaut werden. Auch beim Fahrwerk und den Bremsen sehen wir Verbesserungen. Hier haben selbst Fahrzeuge, die älter als zehn Jahre sind, geringe Mängelquoten.

## Wo sehen Sie die Schwachstellen?

Ein Problem bleibt Ölverlust an Motor und Antrieb. Ölverluste schädigen nicht nur die Umwelt, sondern sind auch ein Sicherheitsrisiko. Vor allem bei Unfällen kann austretendes Öl brandbeschleunigend wirken. Mit dem Alter der Fahrzeuge steigt die Mängelquote bei diesem Prüfpunkt kontinuierlich an. Bei den 20-Jährigen müssen die Sachverständigen des TÜV bei der Hauptuntersuchung jeden zehnten Bus wegen Öl-Leckagen in die Werkstatt schicken. Erfreulich ist, dass wir auch hier einen positiven Trend erkennen.

## Wie bewerten Sie generell die technische Sicherheit der Fahrzeuge?

Busse gehören zu den sichersten Verkehrsmitteln überhaupt. Dank technischer Neuerungen, regelmäßiger Wartung und unabhängiger Prüfungen sind die allermeisten Fahrzeuge in einem Topzustand. Dennoch kommt es immer mal wieder zu schweren Unfällen mit Toten und Verletzten. Wir müssen also aufmerksam bleiben. Die technische Entwicklung und vor allem die Digitalisierung gehen aber weiter und können für zusätzliche Sicherheit sorgen.

„Busse gehören zu den sichersten Verkehrsmitteln überhaupt.“

DR. JOACHIM BÜHLER, GESCHÄFTSFÜHRER TÜV-VERBAND

## Welche Neuerungen erwarten Sie?

Seit Juli 2022 ist eine Reihe von Assistenzsystemen wie Notbremsassistent, Rückfahrassistent oder Reifendrucküberwachung in Neufahrzeugen Pflicht. Großes Potenzial für die Sicherheit haben aus meiner Sicht vor allem Systeme, die menschliche Schwächen ausgleichen, beispielsweise Abbiegeassistenten, Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarner oder Spurhalteassistenten. Es wird aber noch dauern, bis die neuen Systeme im gesamten Fahrzeugbestand verfügbar sind. Daher sind öffentliche Förderungen für die Nachrüstung von Abbiegeassistenten bei Bestandsfahrzeugen enorm wichtig.

## Stichwort Nachhaltigkeit. Busse verbrauchen 40 bis 50 Liter Diesel auf 100 Kilometern. Wie umwelt- und klimafreundlich sind Busse?

Wenn alle Menschen ausschließlich Busse und Bahnen nutzen würden, könnten wir unsere Klimaziele im Verkehrssektor auch mit dem Verbrenner mehr als locker erreichen.

chen. Aber das ist natürlich nicht die Realität. Fakt ist: Die Elektrifizierung der Busflotten nimmt jetzt Fahrt auf – zunächst im Nah- und Regionalverkehr. In Deutschland sind derzeit rund 1300 reine Elektrobusse unterwegs, fast 600 davon wurden im vergangenen Jahr zugelassen. Und die Verkehrsunternehmen haben bereits mehr als 5500 Bestellungen für die nächsten Jahre angekündigt. Und dabei wird es mit Sicherheit nicht bleiben.

## Was hat den Durchbruch für die alternativen Antriebe gebracht?

Der EU-Regulierer hat hier einen positiven Druck erzeugt. Die Clean Vehicle Directive und ihre Umsetzung in deutsches Recht sehen hohe Anschaffungsquoten für emissionsfreie Busse vor – zumindest für den öffentlichen Sektor. Parallel dazu erweitern die Hersteller schrittweise ihr Angebot. Waren bislang in Deutschland vor allem E-Bus-Produzenten wie Solaris aus Polen oder VDL aus den Niederlanden erfolgreich, ziehen jetzt die Großen wie Mercedes, MAN oder Volvo nach.

## Vorreiter bei der Nutzung von E-Bussen sind die öffentlichen Verkehrsbetriebe. Wie sieht es bei den Fern- und Reisebussen aus?

Für den Linienverkehr und längere Busreisen sind die Reichweiten der reinen Elektrofahrzeuge noch zu gering. Hier werden alternative Antriebe mit Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen, die sogenannten E-Fuels, eine wichtige Rolle spielen. Gerade bei der Entwicklung von H<sub>2</sub>-Bussen mit Brennstoffzellen sehen wir rasante Fortschritte. Egal, ob Kurz- oder Langstrecke, die Zukunft der Busse ist emissionsfrei.

## Vielen Dank für das Gespräch!

Maurice Shahd, TÜV-Verband



Dr. Joachim Bühler,  
Geschäftsführer des  
TÜV-Verbands in Berlin

TÜV-Verband

## Vita

Dr. Joachim Bühler ist seit 2017 Geschäftsführer des TÜV-Verbands in Berlin. Der promovierte Politikwissenschaftler war zuvor beim Digitalverband Bitkom in der Geschäftsleitung für Politik, Wirtschaft und Technologien verantwortlich. Bühler startete seine berufliche Laufbahn als wissenschaftlicher Mitarbeiter und persönlicher Referent für einen Bundestagsabgeordneten. Er ist verheiratet, hat zwei Kinder und lebt in Berlin.

# Autonome Realität

**Ingenieure der Automobilindustrie feilen an der Technik für automatisierte Fahrzeuge. Passend dazu bringt Deutschland die Verordnung für automatisiertes Fahren nach Level 4 auf den Weg.**

Die Idee, dass wir in der Zukunft autonom fahren werden, ist nicht neu. In vielen Science-Fiction-Filmen war das zu sehen, wovon Zukunftsforscher heute mehr denn je sprechen: fahrerlose Fahrzeuge. Die Ergebnisse der „TÜV Mobility Studie 2022“ zeigen, dass sich die Mobilität in einem grundlegenden Wandel befindet und das fahrerlose Fahren keine Utopie mehr ist. Immerhin jeder zweite Befragte kann sich schon heute vorstellen, komplett autonome Fahrzeuge zu nutzen. „Der Weg zum autonomen Fahren ver-

läuft schrittweise: von unterstützenden Funktionen wie dem lange bekannten Tempomaten über komplexere Spurhalte- oder Abstandsassistenten bis hin zu dem Zeitpunkt, an dem der Mensch die Kontrolle komplett abgibt und vom Fahrer zum Passagier wird“, sagt Richard Goebelt, Bereichsleiter Fahrzeug und Mobilität beim TÜV-Verband. Orientierung auf diesem Weg bietet ein Level-System, das die Society of Automotive Engineers (SAE International), eine gemeinnützige Organisation aus den

USA, im Jahr 2014 für das autonome Fahren definiert hat (siehe Seite 11). Wenn jetzt in Deutschland über SAE Level 4 gesprochen wird, dann sind infrastrukturgestützte Lösungen für voll automatisierte Systeme gemeint, die für einen bestimmten Zeitraum oder eine spezielle Situation vollständig die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen. Ein Beispiel ist das sogenannte Automated Valet Parking, ein automatisierter Vorfahr- und Einparkservice, der per Smartphone gesteuert wird. Den Einsatz dieses

„Statt des fahrenden Menschen entscheidet das technische System über die Fahrmanöver.“

RICHARD GOEBELT, BEREICHSLEITER FAHRZEUG UND MOBILITÄT TÜV-VERBAND

Systems oder von fahrerlosen Kraftfahrzeugen für den Güter- und Personenverkehr im normalen Betrieb regeln nun das Gesetz und die Verordnung zum autonomen Fahren. „Als erster Staat der Welt ändert Deutschland per Gesetz die Rollenverteilung zwischen Mensch und Technik“, sagt Goebelt. „Statt des fahrenden Menschen entscheidet das technische System über die Fahrmanöver und deren Ausführung.“ Notwendig bleibe lediglich eine natürliche Person in einer Aufsichtsstelle, die überwacht, ob das autonome

Fahrzeug seinen Fahrauftrag erfüllen kann.

## Deutschland will weltweit ganz vorne mitfahren

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) fördert deshalb verschiedene Projekte wie beispielsweise „HEAL“ von der Deutschen Bahn. Autonome Shuttles mit einer Kapazität von sechs Sitz- und vier Stehplätzen bringen Fahrgäste zu 20 Haltestellen in Bad Birnbach. Doch das allein reicht nicht, um das große Potenzial des autonomen Fahrens optimal zu nutzen. Die Bundesregierung treibt die Forschung in verschiedenen Bereichen voran, denn die Zukunft der Mobilität findet nicht nur in den Metropolen statt. Gerade auch der ländliche Raum ist es, der von der Mobilitätswende profitieren könnte: So sind beispielsweise in Oberfranken im Rahmen eines Forschungsvorhabens und dank entsprechender Unterstützung durch die Politik mehrere autonome Shuttlebusse im Alltagsverkehr unterwegs. Ziel ist es, das Angebot für den öffentlichen Verkehr nutzergerecht, wirtschaftlich und umweltverträglich weiterzuentwickeln, wie das Verkehrsministerium sein Engagement begründet. Über das entsprechende Programm zur Automatisierung und Vernetzung im Straßenverkehr wurden bis Mitte 2021 bereits 41 Vorhaben mit rund 90 Millionen Euro gefördert. Schwerpunkte sind das automatisierte Fahren in höheren Automatisierungsstufen bis hin zum autonomen Fahren nach Level 5 sowie die Vernetzung im Straßenverkehr. Dazu gehört auch die Nutzung von Metho-



Citroën-Skate als Basis, Aufbau nach Wahl – mit Anleihen bei den legendären TN-Bussen in Paris

Citroen



Iveco Bus (1), Deutsche Bahn (2), Hyundai (3)

1. Iveco Bus kooperiert mit EasyMile und testete einen fahrerlosen Linienbus
2. Mit „HEAL“ baut DB Regio Bus das autonome Fahren mit zwei Elektrobussen aus
3. Hyundai verbindet die autonome Fahrtechnologie mit der KI-Mobilitätstechnologie von AIRS Company

den der künstlichen Intelligenz (KI). Hier unterstützt das Bundesministerium aktuell 26 Vorhaben mit einem Fördervolumen von rund 122 Millionen Euro. Schritt für Schritt müssen dafür international und national die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Bei den höheren Automatisierungsstufen war es zuletzt das SAE Level 3 („hoch automatisiertes Fahren“), für das die erforderlichen technischen Vorschriften im Juni 2020 auf UN-Ebene verabschiedet worden und die im Januar 2021 in Kraft getreten sind. Jetzt hat die Bundesregierung Level 4 auf den Weg gebracht. Einzelgenehmigungen, Ausnahmen und Auflagen, zum Beispiel die Anwesenheit eines ständig eingriffsbereiten Sicherheitsfahrers an Bord, sind nicht mehr nötig. Aber: Bevor entsprechende Fahrzeuge in Dienst gestellt werden können, müssen sie vom Kraftfahrt-Bundesamt genehmigt werden. Auch die Betriebsbereiche, in denen die Fahrzeuge zum Einsatz kommen, müssen von einem technischen

Dienst wie dem TÜV begutachtet und von den zuständigen Behörden der Länder genehmigt werden.

### Enge Entwicklungsbegleitung zum automatisierten Fahren

In Deutschland gibt es viele Konzepte und kreative Ideen für die Mobilität der Zukunft, die auf Automatisierung und Digitalisierung setzen. Und auf Vernetzung, denn schon heute ist klar, dass die zunehmende Urbanisierung etwas Neues für die Verkehrsinfrastruktur verlangt, wenn es auch weiterhin ein adäquates Angebot von Mobilität geben soll. Der TÜV-Verband e.V. und seine Mitgliedsunternehmen begleiten die Entwicklungen zum automatisierten Fahren. Ihre Fachleute unterstützen Hersteller und Forschungseinrichtungen dabei, Erprobungsfahrzeuge aufzubauen und sich so aufzustellen, dass immer neue Funktionalitäten getestet werden können. Für die Erprobung werden anhand

umfangreicher Datenbanken die Testinhalte, Testscenarien und die jeweilige Testplanung entwickelt. „Umfangreiche Tests sind notwendig, damit auch autonome Fahrzeuge ein Höchstmaß an Sicherheit und Verkehrstüchtigkeit gewährleisten können“, sagt Goebelt. So sind die TÜV-Unternehmen in verschiedene Projekte involviert. In der Stadt Monheim fahren bereits seit 2020 selbstfahrende Shuttle-Busse, die bisher über Level-2- bis Level-3-Funktionen verfügen. In einem weiteren Projekt sollen voll automatisierte Nutzfahrzeuge und Busse den Verkehrsfluss optimieren. Dabei werden unter anderem auch anspruchsvolle Überholvorgänge getestet. „Für eine solche Erweiterung des Betriebsbereichs müssen Sicherheitskonzepte, Lokalisierung und Umgebungserfassung lückenlos zusammenspielen“, sagt Goebelt. „Unsere Hauptaufgabe ist es, die Zulassungsfähigkeit der hoch automatisierten Fahrzeuge zu gewährleisten.“



3-D-gedruckt: Der Olli war seiner Zeit voraus, im Januar 2022 gab Local Motors auf

### Getestet wird auch im Alltag

Auf hochmodernen Testgeländen finden Autohersteller, OEM und Zulieferer perfekte Bedingungen für realitätsnahe Entwicklungs- und Testfahrten vor. Hierzu zählen unter anderem die Testgelände ZalaZONE Automotive Proving Ground in Ungarn und das Gelände des Aldenhoven Testing Centers der RWTH Aachen. Sie verfügen über eine komplette Infrastruktur, die die vollständige Testdurchführung mit Systembewertung und die Entwicklung von Prozess- und Erprobungsszenarien abdeckt. Dies gilt sowohl für konventionelle Fahrzeugtests als auch für Versuche zum vernetzten und automatisierten Fahren, zu Fahrerassistenzsystemen, zur Elektromobilität und V2X-Verkehrsnetzwerk et cetera. Vor Ort stellen die TÜV-Unternehmen erfahrene Test- und Entwicklungsfahrer.

### Cybersicherheit und Datenschutz

Nicht zuletzt müssen durch die immer größere Bedeutung der verwendeten Software und die zunehmende Anzahl von Kommunikations-Schnittstellen in autonomen Fahrzeugen die Cybersicherheit und der Datenschutz gewährleistet werden. Diese Aspekte gehören ebenfalls zu den unabhängigen Bewertungen der Prüforganisationen. Auf dem Weg zur Autonomie beim Fahren gibt es offenbar kein Zurück mehr. Die Studie „Connected and Automated Transport“ der Europäischen Kommission nennt vernetzte und automatisierte Verkehrssysteme als „entscheidend für die Erhaltung und Konsolidierung der globalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Verkehrsindustrie“. Rüdiger Schreiber

1. Hoch hinaus: Kameras und Sensoren
2. Autonom nach Level 4: Karsan eAtak
3. Alles im Blick: Ohne Kameras geht es nicht
4. Punktgenau: das Global Positioning System
5. Herzstück: kleiner Rechner, große Leistung



## Autonomes Fahren: Das bedeuten Level 0 bis 5

### Level 0: Keine Fahrautomatisierung

Der Fahrer fährt eigenständig ohne Assistenzsysteme, für Level 0 ist keine spezielle rechtliche Regelung nötig.

### Level 1: Assistiertes Fahren

Die eigentliche Automatisierung beginnt ab Stufe 1. Autonomes Fahren auf Level 1 bedeutet, dass der Fahrer das Fahrzeug beherrscht und Unterstützung erhält: Tempomat oder Spurhalte- und Abstandsassistent (ACC, LKAS) oder auch ein Notbremsassistent sind zur Unterstützung mit an Bord. Der Fahrer hat bei Nutzung der Level-1-Assistenzsysteme jederzeit die Verantwortung für das Fahrzeug.

### Level 2: Teilautomatisiertes Fahren

Systeme übernehmen hier mehrere Aufgaben gleichzeitig. Sie können den Fahrer beim Beschleunigen, Lenken und Bremsen unterstützen. Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum und/oder in spezifischen Situationen. Unter definierten Bedingungen (etwa auf der Autobahn oder beim Parken) führt der Autopilot Fahrmanöver ohne menschlichen Eingriff aus. Der Überholassistent ist genauso eine Level-2-Funktion des autonomen Fahrens wie das automatische Parken. Im Unterschied zu Level 1 können Fahrer die Hände kurz vom Steuer nehmen, wenn das System die Kontrolle übernommen hat. Auch bei Assistenzfunktionen des Levels 2 haftet nach wie vor der Fahrer.

### Level 3: Hoch automatisiertes Fahren

Bei Level 3 des autonomen Fahrens übernimmt das System Fahraufgaben, das Fahrzeug fährt selbstständig und ohne menschlichen Eingriff für einen gewissen Zeitraum und in spezifischen Situationen. Das Fahrzeug kann automatisch Überhol- und Ausweichmanöver einleiten, Gas geben und bremsen. Das System erkennt seine Grenzen und der Fahrer muss in der Lage sein, die Führung des Fahrzeugs wieder zu übernehmen. Die Fahrer dürfen sich vorübergehend vom Fahren und vom Verkehr abwenden, müssen nach Aufforderung aber wieder übernehmen. Der Fahrer haftet, wenn er der Aufforderung nicht nachkommt.

### Level 4: Voll automatisiertes Fahren

Das System übernimmt die komplette Fahrzeugführung, der Fahrer kann seine eigentliche Aufgabe abgeben. Er muss aber fahrtüchtig sein und das Steuer übernehmen können. Das Fahrzeug bewältigt Strecken komplett selbstständig und darf auch ohne Passagiere fahren. Das System erkennt seine Grenzen so rechtzeitig, dass es regelkonform einen sicheren Zustand erreichen kann – also an den Rand fährt oder einen Parkplatz aufsucht. Verpflichtend ist eine durchgehende technische Aufsicht durch einen Menschen in einem Überwachungsraum. Fahrer haften während der voll automatisierten Fahrt nicht für Verkehrsverstöße oder Schäden.

### Level 5: Autonomes Fahren

Auf Level 5 bewältigt das System im Fahrzeug sämtliche Verkehrssituationen, Passagiere an Bord haben keine Fahraufgabe, sie benötigen auch keinen Führerschein mehr. Für Verkehrsverstöße oder Schäden während der Fahrt haften Hersteller und Betreiber. Selbst komplexe Situationen an Kreuzungen oder Übergängen meistert das Fahrzeug dank der verbauten Technik in Eigenregie. Zukünftige Fahrzeuge für Level 5 sind bereits als Studien vorgestellt und ohne Lenkrad konzipiert. Mit der fünften und letzten Stufe ist das autonome Fahren erst vollendet.



Daimler Buses

# Der Antriebswandel nimmt Fahrt auf

## Zielsetzung:

Von derzeit gut 35.000 Bussen sollen im Jahr 2030 rund 17.500 einen elektrischen Antrieb besitzen.

**Das Aus für Verbrennungsmotoren rückt immer näher. Auch wenn dieses ab 2035 erst einmal für Pkw und Transporter gelten soll, hat auch bei der Busindustrie längst der Antriebswandel eingesetzt.**

Es ist eine Ansage, die es in sich hat: Bis zum Jahr 2030 soll jeder zweite Stadtbus elektrisch fahren. Das erklärte Bundesverkehrsminister Volker Wissing Mitte dieses Jahres. Der Hintergrund dieses durchaus ambitionierten Ziels ist klar: Es geht um das Erreichen der Klimaschutzziele im Straßenverkehr. Elektrisch angetriebene Busse sind ein zentraler Baustein, dem Klimawandel zu begegnen. Bei einer Jahresfahrleistung von 50.000 bis 60.000 Kilometern und einem je nach Einsatzzweck, Topografie und Fahrzeugvariante variierenden Verbrauch von 36 bis 49 Litern

Diesel pro 100 Kilometer lassen sich mit einem E-Bus 60 bis 80 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen. Vorreiter bei der Elektrifizierung ihrer Busflotten sind die öffentlichen Verkehrsunternehmen. Seit August 2021 müssen sie verbindliche Beschaffungsquoten für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben einhalten. Deutschland setzt damit eine EU-Richtlinie, die Clean Vehicles Directive, in deutsches Recht um. Die Regelung sieht vor, dass 45 Prozent der von öffentlichen Verkehrsbetrieben bis Ende 2025 bestellten Busse emissionsfrei sein müssen.

Ab 2026 steigt der Anteil auf 65 Prozent. Dennoch wird das Erreichen des 50-Prozent-Ziels ein finanzieller und organisatorischer Kraftakt. Anfang 2022 waren 1287 Busse mit E-Antrieb registriert, 3600 Hybridbusse und 849 Erdgasbusse. In Deutschland sind aktuell rund 80.000 Omnibusse zugelassen. Diese Zahl beinhaltet Mini-, Midi- und Großbusse. Seriöse Schätzungen gehen von derzeit etwa 37.500 zugelassenen reinen Stadtbusen aus, die anderen verteilen sich auf den Überland- und Reisebussektor. Im Jahr 2021 wurden in Deutschland 555 Elektrobusse neu zugelassen, Tendenz stark steigend. Der Marktanteil dieser Fahrzeuge beträgt aktuell 14,4 Prozent.

## Große Hersteller entdecken den Markt für Elektrobusse

Um einen E-Bus-Anteil von 50 Prozent im Bestand zu erreichen, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. An erster Stelle steht die Verfügbarkeit von Bussen mit alternativen Antrieben. Waren es am Anfang des Elektrobus-Hochlaufs eher Nischenanbieter und Bushersteller aus dem europäischen Ausland, die hierzulande Erfolge feiern konnten, haben nun auch die beiden großen deutschen Bushersteller MAN und Mercedes-Benz ihr Elektro-Portfolio erheblich ausgebaut. So schob sich Mercedes-Benz im Jahr 2021 mit 251 zugelassenen eCitaro an die Spitze der Zulassungsstatistik, vorbei am polnischen Bushersteller Solaris, der es im Vorjahr noch auf Platz 1 geschafft hatte. Den zweiten Platz holte sich der niederländische Busbauer VDL mit 123 Neuzulassungen, gefolgt von MAN, der es auf immerhin 68 Lion's City E schaffte.

Noch keine große Rolle spielen chinesische Bushersteller, die aber dabei sind, die Märkte in Europa aufzumischen. Am Beispiel von BYD lässt sich das trefflich ablesen. Innerhalb von zehn Jahren hat der Konzern 70.000 Elektrobusse produziert. Davon sind rund 1800 in Europa unterwegs. Die Tendenz auch hier: stark steigend. Dabei verfolgen die Chinesen unterschiedliche Ansätze, wie die Kooperation mit Alexander Dennis (ADL) aus Großbritannien zeigt. ADL nutzt die E-Chassis von BYD und setzt auf diese ein eigenes Fahrzeug. Mit der Fahrzeugverfügbarkeit ist es jedoch nicht getan. Zu berücksichtigen sind die nicht unerheblichen Kosten für



Daimler Buses



Daimler Buses



Daimler Buses (3); MAN (4)

1. Ladestation im Evobus-Werk Mannheim. Sämtliche Ladekonzepte werden hier genutzt
2. Trafostation der Duisburger Verkehrsgesellschaft AG zum Laden mit Pantografen
3. Betankung eines E-Busses mit Wasserstoff
4. Ladevorgang eines E-Busses per Combo-2-Stecker

die Busse selbst, den Aufbau einer Ladeinfrastruktur sowie eine mögliche Anpassung der Linienumläufe. Diese geht oft mit einem Mehrbedarf an Bussen einher, da batterieelektrische Busse aktuell noch nicht die Reichweite ihrer dieselbetriebenen Geschwister erreichen. Muss ein Diesel im städtischen Einsatz nach etwa 500 Kilometern nachgetankt werden, benötigt ein Elektrobus bereits nach 200 bis 250 Kilometern eine Stromtankstelle. Bisher wird davon ausgegangen, dass Verkehrsbetriebe bei gleichem Angebot etwa 15 Prozent mehr Elektrobusse benötigen.

## Öffentliche Förderung soll hohe Preise ausgleichen

Ein batterieelektrischer Bus schlägt etwa mit dem doppelten Anschaffungspreis eines Dieselmotors zu Buche. Handelt es sich um einen Brennstoffzellenbus, steigt der Preis noch einmal. Moderne Dieselmotoren kosten in der 12-Meter-Variante rund 220.000 Euro, bei einem Gelenkbus sind es etwa 300.000 Euro. Der Aufbau der teilweise sehr komplexen Ladeinfrastruktur am eigenen Betriebshof und entlang der Strecke sowie die Ertüchtigung der eigenen Werkstätten für Service- und Reparatur-



1

MAN



2

Daimler Buses



3



4

Daimler Buses (3 + 4)

1. Elektrobusse werden unter freiem Himmel geladen, was grundsätzlich kein Problem ist
2. Elektrobus-Fahrgestelle spielen für die weltweite Elektrifizierung eine entscheidende Rolle
3. Wasserstofftanks auf dem Dach eines Stadtbusses
4. Eine Brennstoffzelle hinter einer Schutzabdeckung, sie kann als Reichweiten-Verlängerer dienen
5. Auf Busmessen dominieren ganz klar Stadtbusse mit Elektroantrieb



5

Solaris

arbeiten stellen zwar einmalige Investitionen dar, für die aber die notwendigen Mittel bereitgestellt werden müssen. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) unterstützt die Nahverkehrsunternehmen und hat bis 2024 insgesamt 1,25 Milliarden Euro eingeplant. Gefördert wird die Beschaffung von Bussen mit alternativen Antrieben, zu denen Batteriebusse, Batterie-Oberleitungsbusse, Brennstoffzellenbusse (auch als Range Extender) und Biomethanbusse gehören.

Das Verkehrsministerium setzt auf einen breiten Antriebsmix, zu dem erklärtermaßen auch die sogenannten E-Fuels zählen, also synthetische Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren. Diese sind insbesondere für den Bereich der Überland- und Reisebusse eine Option. Sobald ein Bus Entfernungen über 250 Kilometer zurückzulegen hat, sind derzeit Alternativen wie Bioethanol oder auch Biogas notwendig. Wenn ab dem Jahr 2030 mittels erneuerbarer Energien erzeugter Wasserstoff auch für den Verkehrssektor in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht, sollte auf diese Energiequelle gesetzt werden, betont Jannis Dörhöfer, Head of New Mobility beim TÜV-Verband.

Bis dahin sollte auch die Busindustrie in Sachen Wasserstoff gut gerüstet sein. Von 2012 bis 2021 wurden in ganz Europa erst 259 „Hydrogen City Buses“ zugelassen, die größten Lieferanten waren in diesem Zeitraum der belgische Hersteller Van Hool mit 96 Bussen, gefolgt von Wrightbus aus Nordirland mit 71. Solaris aus Polen lieferte 38 Einheiten aus, der portugiesische Busersteller Caetano kommt auf 24 Busse sowie Saifa auf 19. Ab 2030 soll es von Daimler Buses den ersten Reisebus mit elektrischem Antrieb geben, der seine Energie aus einer wasserstoffgespeisten Brennstoffzelle bezieht. „Bis dahin muss die Wasserstoffinfrastruktur stehen und die Anschaffungskosten müssen so weit sinken, dass H<sub>2</sub>-Busse wettbewerbsfähig sind“, sagt Dörhöfer.

#### Umrüstung als Alternative zur Neuschaffung

Ein weiterer, wichtiger Baustein beim Umstieg auf Elektromobilität ist die Umrüstung bestehender Dieselmotoren auf batterieelektrische oder wasserstoffgetriebene Stadtbusse. Führend auf diesem Gebiet ist in Deutschland Pepper Motion, das mit seinem Eetrofit-Konzept eine wirt-

schaftliche und ökologische Alternative zum Neukauf bietet. Damit die Sicherheit der Fahrzeuge gewährleistet wird, müssen die Umrüster bestimmte Auflagen erfüllen. „Nachdem der Antriebsstrang geändert wurde und aus einem Verbrennerbus ein Hochvoltfahrzeug geworden ist, muss die Betriebslaubnis neu erteilt werden“, erläutert Dörhöfer. „Dafür geben wir mit dem TÜV-Verbands-Merkblatt 766 den Unternehmen ein Hilfsmittel an die Hand, das den gesamten Prozess erleichtert. Das gilt sowohl für die Umrüstung auf einen Wasserstoffbus als auch für Batteriebusse.“ Mit steigenden Zulassungszahlen von E-Bussen rücken Faktoren wie Haltbarkeit, Zuverlässigkeit und Wiederverkäuflichkeit in den Fokus. Zentrales Kriterium dafür ist der Zustand der Stromspeicher. Batterien durchlaufen einen Alterungsprozess, in dessen Folge sich ihre Kapazität und somit auch ihre Leistungsfähigkeit verringert. Der „State of Health“ (SOH) beschreibt diesen Alterungszustand im Vergleich zu dessen Nenn- beziehungsweise Neuwert. Ein SOH von 90 Prozent

„In Sachen Nachhaltigkeit ist es wichtig, die Batterie im Blick zu behalten.“

JANNIS DÖRHÖFER,  
HEAD OF NEW MOBILITY TÜV-VERBAND

bedeutet beispielsweise, dass eine Batterie im Vergleich zur Ursprungskapazität von 200 kWh nur noch über einen Energiegehalt von 180 kWh verfügt. Der aktuelle Zustand einer Batterie spielt nicht nur beim Gebrauchtfahrzeugkauf eine wichtige Rolle, sondern auch, wenn Busbatterien ein zweites Leben als stationäre Speicher bekommen sollen. Die TÜV-Unternehmen haben inzwischen Systeme entwickelt, mit denen der SOH

einfach ermittelt werden kann. Dörhöfer: „Gerade in Sachen Nachhaltigkeit ist es wichtig, die Batterie im Blick zu behalten. Wer über den Zustand der Batterie Bescheid weiß, kann Aussagen darüber treffen, wie lange der Mobilitätsbedarf noch erfüllt werden kann und welchen stationären Einsatzzwecken man die Batterie zuführen kann.“

Insgesamt befindet sich die Busbranche in einem tiefgreifenden Wandel. Doch sowohl die Busindustrie als auch Verkehrsunternehmen und mittelständische Busunternehmen haben verstanden, dass es ein „Weiter so“ nicht geben wird. Entsprechend verabschieden sich immer mehr Unternehmen von Pilot- und Schaulinienprojekten und führen die Elektromobilität in die Praxis über. Ob in Berlin, Hamburg, Köln oder Osnabrück, die Liste der Städte, in denen Elektrobusse inzwischen das Stadtbild prägen, wird stetig länger. Und so steht der Omnibus wie kein zweites Verkehrsmittel für einen funktionierenden Um- und Einstieg in Richtung Nachhaltigkeit. *Sascha Böhnke*



1

Van Hool



2

MAN



3

MAN

1. Der ExquiCity von Van Hool ist bereits seit einigen Jahren lokal emissionsfrei unterwegs
2. MAN hat während einer Verbrauchsfahrt gezeigt, wie effizient der Lion's City E wirklich ist
3. Mit regenerativer Energie im Einsatz und daher absolut nachhaltig: der Lion's City E von MAN

# Der TÜV von A bis Z

## Service

Von Aus- und Weiterbildungen über Schadengutachten bis hin zum jährlichen Lichttest und vielem mehr: Der TÜV-Verband und seine TÜV-Unternehmen bieten über die gesamte Lebensdauer eines Omnibusses das volle Servicepaket, sodass alle immer sicher unterwegs sind.

**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.**

Eine Partnerschaft auf Lebenszeit ist für die TÜV-Unternehmen und den Lebenszyklus eines Busses ganz normal – von der Typgenehmigung neuer Modelle 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 ihr Engagement für Sicherheit und Qualität aufzeigen möchten, bieten sie das bundesweit einheitliche Zertifikat „Sichere Personenbeförderung“ an. Zum Leistungsspektrum gehören aber auch die Beratung in Sachen Digitalisierung und Homologation.

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

### TYPGENEHMIGUNGEN & HOMOLOGATION



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

### HAUPT-UNTERSUCHUNG



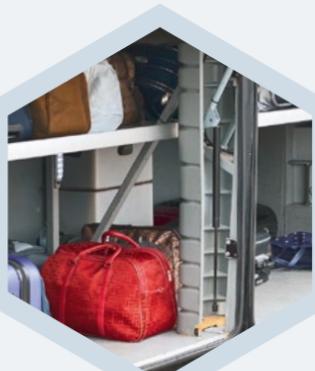
Geschäft mit Tradition: Hauptuntersuchungen, Sicherheitsprüfungen, Abgasuntersuchungen

### 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

### 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 können helfen, Ausfällen vorzubeugen

### TESTBEGLEITUNG FACHZEITSCHRIFTEN



Die TÜV-Sachverständigen begleiten Fahrzeugtests der Fachmagazine als unabhängiger Beobachter

### 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

### ECOTRAININGS UND FAHRERSCHULUNG



Die verschiedenen Fahrertrainings 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-Experten bieten aktive Beratung bei Digitalisierung und Datensicherheit an

### H-KENNZEICHEN UND WERTGUTACHTEN



Für ältere Nutzfahrzeuge erstellen die TÜV-Unternehmen ein Gutachten für die Ausstellung eines H-Kennzeichens

# Sicher unterwegs!

Omnibusse sind und bleiben eines der sichersten Verkehrsmittel auf unseren Straßen. Das zeigen die Ergebnisse des diesjährigen TÜV Bus-Reports.

Die Ergebnisse der Hauptuntersuchungen von Bussen haben die Erwartungen noch einmal übertroffen: 78,6 Prozent aller Busse, die auf Deutschlands Straßen tagtäglich unterwegs sind, sind absolut mängelfrei. Das ergaben die Auswertungen im Rahmen des diesjährigen TÜV Bus-Reports.

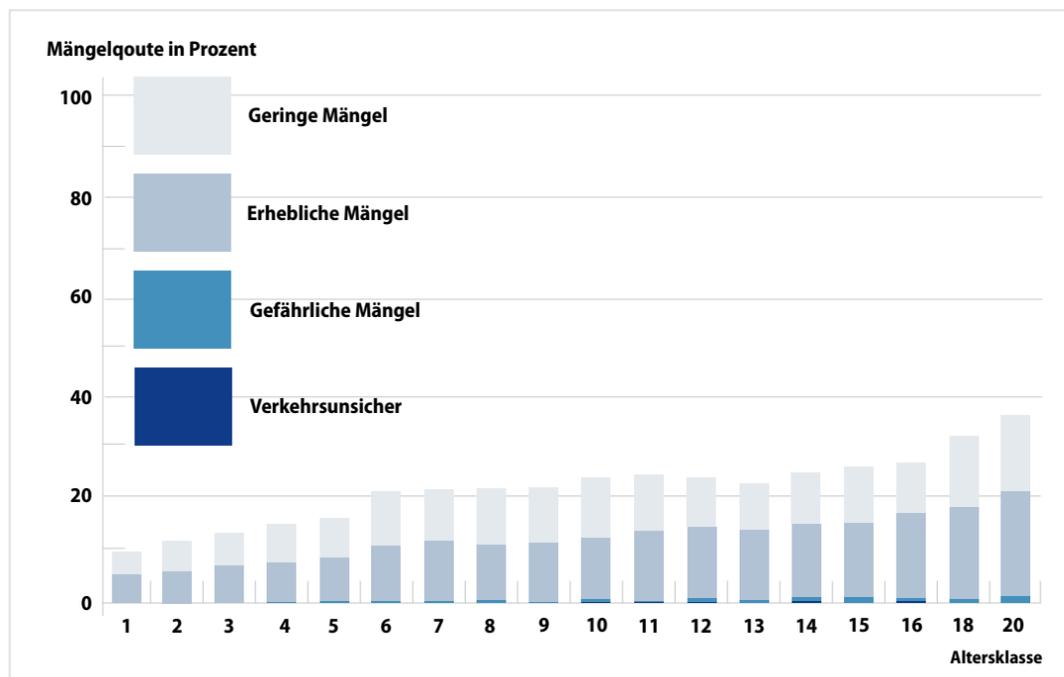
Im Vergleich zum letzten Bus-Report 2020 hat sich der Zustand des Fahrzeugbestands nochmals verbessert, als der Anteil mängelfreier Busse bei 75,4 Prozent lag. Während die Quote bei den geringen Mängeln im Vergleich zu 2020 um 0,2 Prozentpunkte minimal gestiegen ist, fallen erhebliche Mängel bei den geprüften Bussen dieses

Mal deutlich geringer aus. Die Mängelquote liegt hier nur noch bei 11,5 Prozent (2020: 14,9 Prozent). Auch die Quote der gefährlichen Mängel liegt mit 0,2 Prozent unter dem Ergebnis des letzten Reports. Als „verkehrsunsicher“ wurden 0,0 Prozent der Fahrzeuge eingestuft.

### Hohe Sicherheitsansprüche

Damit dies so bleibt und Busse auch im hohen Alter weiterhin den technischen Sicherheitsansprüchen genügen, sollten Unternehmen ihre Omnibusse in regelmäßigen Abständen warten. Die jährliche Hauptuntersuchung legt vorhandene Mängel frühzeitig offen.

## Untersuchungsergebnisse



Bei den geprüften Fahrzeugen sind „gefährliche Mängel“ und „verkehrsunsichere“ Busse die Ausnahme

TÜV-Verband e.V.

# Immer (mehr) Klarsicht

Seit Jahren zählen die lichttechnischen Einrichtungen an Bussen zu den häufigsten Mängeln. Das bestätigen auch dieses Mal die Ergebnisse der HU-Auswertungen.



Daimler

Anders sieht es bei der Beleuchtung vorne aus: Hier bewegen sich die Mängel im Lauf von 20 Jahren im Bereich von 0,9 bis 1,9 Prozent. Eine konstante Steigerung mit zunehmendem Alter der geprüften Omnibusse ließ sich nicht feststellen. Vielmehr schwanken die Mängel bei den Lichtern vorne im besagten altersbedingt moderaten und völlig normalen Bereich. Ein durchweg positives Ergebnis zeigt sich bei den Rückstrahlern. Mit im Schnitt gerade einmal 0,1 Prozent Mängeln über insgesamt 20 Jahre hinweg haben die Prüfer an dieser lichttechnischen Einrichtung wenig auszusetzen. Auch in Sachen Abblendlicht – hier bewegen sich die festgestellten Mängel durchschnittlich bei 2,0 Prozent – und bei Blinker/Warnblinker gab es mit im Schnitt 1,2 Prozent wenig zu bemängeln.

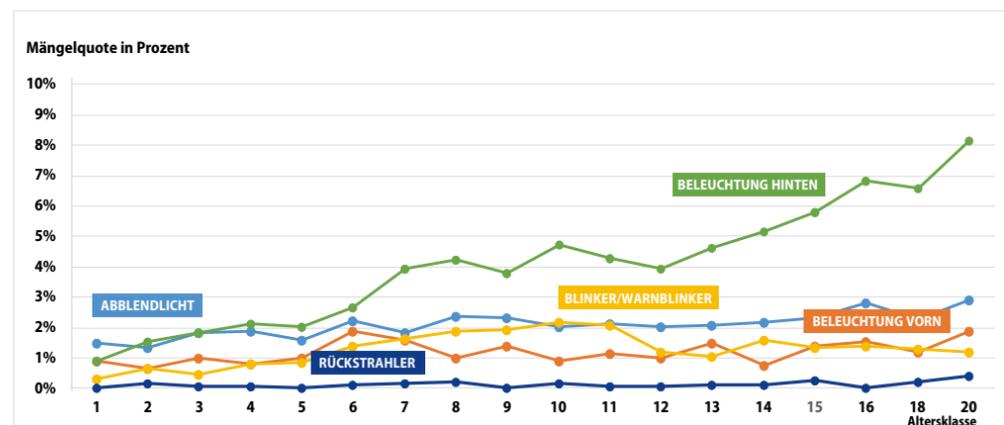
### Trend nach oben

Auch wenn die Mängel an der Beleuchtungsanlage noch immer zu den am häufigsten bei Bussen festgestellten Mängeln zählen, ist aus dem diesjährigen TÜV Bus-Report 2022 ein Trend nach oben erkennbar. Denn im Vergleich zu den vorangegangenen TÜV Bus-Reports sind die Mängelquoten in diesem Segment zum Teil deutlich gesunken.

Ob Abblendlicht, Blinker, Rückstrahler oder Beleuchtung vorne oder hinten – die Beleuchtungsanlage führt auch in diesem Jahr die Mängelliste des TÜV Bus-Reports 2022 an. Wie schon in den Jahren zuvor waren damit Probleme bei der Beleuchtung das häufigste Manko, das Prüfer im Rahmen der Hauptuntersuchungen

bemängelten. Mit im Schnitt 3,4 Prozent fiel abermals die Beleuchtung hinten am negativsten ins Gewicht. Während dieser Mangel bei den Einjährigen noch unter 1,0 Prozent, nämlich genau bei 0,9 Prozent liegt, steigert sich dieser im Lauf der Jahre auf bis zu 8,2 Prozent der festgestellten Mängel bei den 20-Jährigen.

## Untersuchungsergebnisse Beleuchtung



Die Beleuchtungsanlage ist Mangel Nummer eins: Insgesamt gibt es aber auch hier eine positive Tendenz

TÜV-Verband e.V.



Mängel am Fahrwerk frühzeitig erkennen

# Vorausschauendes Warten ist das Ziel

Wer frühzeitig auftretenden Mängeln am Fahrwerk mit regelmäßigen Wartungen entgegenwirkt, kann die Lebensdauer seines Busses erheblich verlängern.

Auch in diesem Jahr wurde die Mängelquote der drei das Fahrwerk betreffenden Bereiche Achsaufhängung, Achsfedern/Dämpfung sowie Antriebswellen von den Prüfern der TÜV-Unternehmen genauestens untersucht. Das Ergebnis: Die im Rahmen des TÜV Bus-Reports 2022 festgestellten Mängel sind auch dieses Mal sehr gering. Mit gerade einmal 0,8 Prozent der Fälle nahm die Mängelquote bei der Achsaufhängung im Vergleich zum letzten Prüfzeitraum sogar um 0,5 Prozentpunkte ab (2020: 1,3 Prozent), wohingegen die Mängel bei den Achsfedern und der Dämpfung mit 1,2 Prozent gleichauf mit dem letzten Ergebnis liegen. Auch die Antriebswellen mussten die TÜV-Prüfer in so wenigen Fällen beanstanden, dass der Durchschnitt – so wie es im TÜV Bus-Report 2020 schon der Fall war – bei 0,0 Prozent liegt.

Mit zunehmendem Alter steigen die Mängelquoten nur leicht an und erreichen bei der Achsaufhängung höchstens 2,2 Prozent unter den 20-jährigen Bussen. Im Bereich Achsfedern/Dämpfung liegt die Spitze bei 2,5 Prozent unter den 14-Jährigen und sinkt in den höheren Altersklassen wieder leicht.

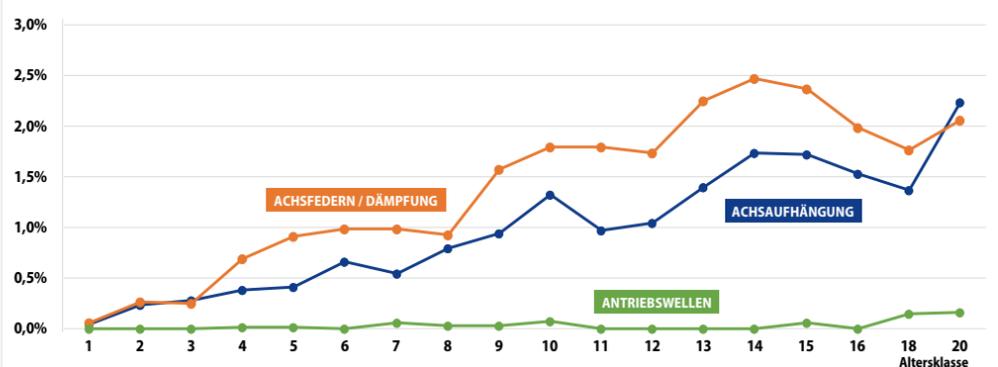
### Nicht warten mit Warten

Wer lange etwas von seinem Bus haben möchte, sollte frühzeitig an die passende Wartung denken. Mit regelmäßigen Kontrollen des Fahrwerks ist hier schon viel getan und – auf lange Sicht gesehen – auch viel Geld gespart, denn ein möglicher Ausfall eines Fahrzeugs aufgrund technischer Probleme kommt wesentlich teurer als eine frühzeitige Überprüfung der betroffenen Teile.

Zudem sollten Busunternehmer ihre Fahrerinnen und Fahrer auf eine fahrwerksschonende Fahrweise trainieren, denn auch ihnen kann in diesem Bereich eine große Verantwortung zukommen. So ist es beispielsweise von Vorteil, den Luftdruck der Reifen vor jeder Abfahrt entsprechend der Beladung und Wegstrecke anzupassen beziehungsweise zu überprüfen, da ein zu geringer Reifenluftdruck höhere Lenkkräfte erfordert und damit auch der Verschleiß am Fahrwerk unweigerlich zunimmt. Auch mit einer vorausschauenden Fahrweise – zum Beispiel mit der gezielten Umfahrung von Schlaglöchern oder der Vermeidung von schlecht ausgebauten Straßen – kann der Fahrer einen wesentlichen Beitrag zu einer langen Lebensdauer seines Omnibusses beitragen.

## Untersuchungsergebnisse Fahrwerk

Mängelquote in Prozent



Mit zunehmendem Alter der Busse steigt die Mängelquote aufgrund des natürlichen Verschleißes der Busse

# Tropfen für Tropfen

Mit zunehmendem Alter der Busse steigt das Risiko von Ölverlust deutlich an. Das zeigen die aktuellen Ergebnisse des diesjährigen TÜV Bus-Reports im Bereich Umwelt.

Dass der Schutz unserer Umwelt in diesen Zeiten immer wichtiger wird, machen nicht nur Gruppierungen wie „Fridays for Future“ deutlich. Das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung ruft alle dazu auf, stetig an den festgesetzten Klimazielen zu arbeiten. Busse gehören mit ihren geringen Emissionen zu den saubersten Verkehrsmitteln auf Deutschlands Straßen – vorausgesetzt, Antrieb, Motor und Auspuffanlage funktionieren auch im Alter noch mangelfrei.

### Altersbedingter Verschleiß

Größtes Problem bleibt der Ölverlust am Motor und am Antrieb. Leckende Busse belasten nicht nur die Umwelt, sondern sind vor allem auch ein Sicherheitsrisiko für alle Verkehrsteilnehmer. Vor allem bei Unfällen kann austretendes Öl schnell brandbeschleunigend wirken. Zwar ist der Anteil der bemängelten Fahrzeuge um 0,6 Punkte im Vergleich zum letzten Report auf 4,3 Prozent gesunken. Allerdings steigt

das Risiko mit dem Alter der Fahrzeuge deutlich an. Jeder zehnte 20-jährige Bus wird mit Ölverlust beanstandet. Grund hierfür sind laut Experten unter anderem die altersbedingte Ausdehnung der an den Dichtflächen beteiligten Materialien. Positiv: Auch bei diesem Prüfpunkt zeigt der Trend in die richtige Richtung – nämlich nach unten.

### Positiver Trend setzt sich fort

Dagegen schneiden die Auspuffanlagen im aktuellen TÜV Bus-Report auch bei älteren Bussen sehr gut ab. So gibt es über den gesamten Untersuchungszeitraum von 20 Jahren in diesem Bereich nur eine geringe Zunahme der Mängel. Die festgestellten Mängel bewegen sich zwischen 0,1 Prozent im ersten Jahr, 0,5 Prozent im zehnten Jahr und gerade einmal 0,8 Prozent nach 20 Jahren im Einsatz. Im Schnitt liegt die Mängelquote bei den Auspuffanlagen bei 0,3 Prozent. Im Vergleich zum letzten TÜV Bus-Report hat sich die

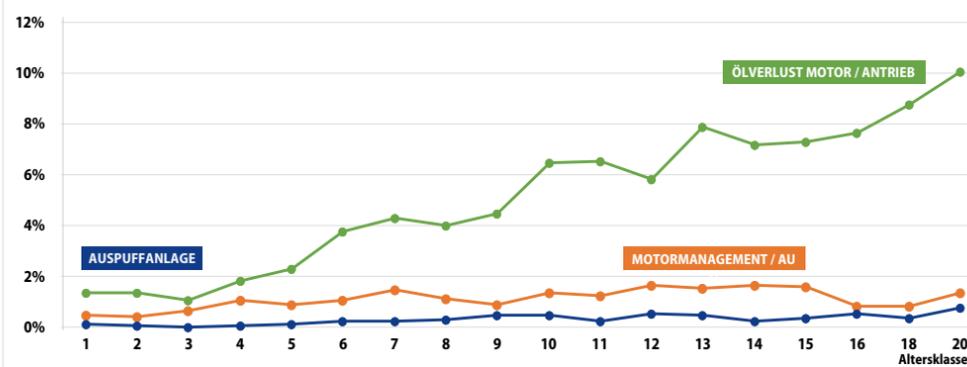


Mit zunehmendem Alter kann der Motor von Bussen zum tropfenden Problem werden

Quote damit mehr als halbiert (2020: 0,6 Prozent). Auch Probleme beim Motorenmanagement halten sich mit einem Schnitt von 1,1 Prozent ganz klar in Grenzen. Während in diesem Bereich die Mängel bei den zehn- bis 15-Jährigen mit bis zu 1,7 Prozent am höchsten liegen, nehmen diese bei den 20-Jährigen sogar wieder ein wenig ab. In den ersten drei Jahren ließen sich bei den Überprüfungen durch die TÜV-Sachverständigen in diesem Bereich kaum Mängel an den Omnibussen feststellen.

## Untersuchungsergebnisse Umwelt

Mängelquote in Prozent



Anders als der Motor machen die Auspuffanlage und das Motormanagement auch im Alter wenig Probleme

# Dem Rost keine Chance

Je älter ein Bus wird, desto wichtiger ist der Korrosionsschutz. Wenn in den ersten Lebensjahren des Fahrzeugs die Rostvorsorge vernachlässigt wurde, ist es später umso wichtiger, beginnenden Schäden wirksam entgegenzuwirken.



Sascha Böhnke

Nicht nur an tragenden Teilen ist Rost ein Problem, er kann sämtliche Bereiche befallen

Busse sind bei jedem Wetter, zu jeder Jahreszeit unterwegs. Entsprechend müssen sie mit Feuchtigkeit, aggressiven Taumitteln, Hitze und Kälte zurechtkommen. Ohne ausreichenden Korrosionsschutz kann es schnell nicht nur zu unschönen optischen, sondern auch zu ernstesten Rostschäden kommen. Während sich Beschädigungen durch Steinschlag kaum vermei-

den lassen, sorgen diese meist nur für Beeinträchtigungen des Blechkleides, anders sieht es aus, wenn sich die Feuchtigkeit ihren Weg zu Fahrwerkteilen sucht. Achsen, Gelenke und Scharniere können nach einiger Zeit zu rosten beginnen. Spezielle Fette oder Kriechöle können dies verhindern. Allerdings sollte der Schutz regelmäßig aufgetragen werden.

### Moderne Busse erfordern Aufmerksamkeit

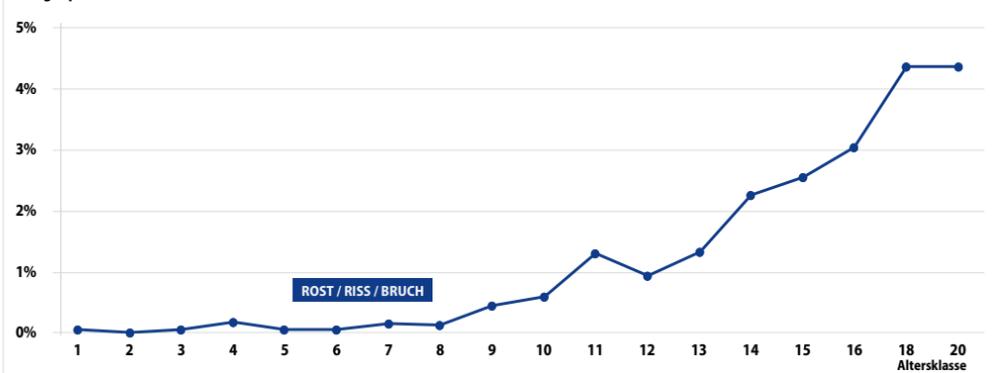
Auch die Gerippe sind nicht vollständig geschützt, obwohl moderne Busse oft per Kataphorese bereits im Produktionsprozess einen wirksamen Korrosionsschutz erhalten. Doch nachträgliche Bohrungen sind ein offenes Einfallstor für Rost. Auch die ständig beanspruchten Kanten von Kofferraumklappen bedürfen regelmäßiger Kontrolle. Ab dem achten Betriebsjahr beginnt der Anstieg korrosionsbedingter Mängel, die sich in Folge kontinuierlich fortsetzen. Das kann zum Problem werden, da in modernen Fahrzeugen hochfeste

Stahlwerkstoffe verbaut sind. Durch die Verwendung solcher Werkstoffe kann der Querschnitt der Bauteile zur Gewichtsoptimierung gesenkt 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 auftretenden Kräfte aufzunehmen. Das kann im Extremfall dazu führen, dass ab einem bestimmten Ausmaß an Korrosion der Insassenschutz gefährdet ist.

Aus diesem Grund sollten regelmäßige Sichtkontrollen der Busse in sämtlichen relevanten Bereichen erfolgen. Dazu eignen sich Werkstattaufenthalte im Rahmen der saisonalen Umrüstung von Winter- und Sommerreifen. Mit einer Sichtprüfung können Experten den Zustand der Karosserie sowie der Fahr- und Triebwerksbauteile beurteilen. Auch können Taumittelreste entfernt werden.

## Untersuchungsergebnisse Korrosion

Mängelquote in Prozent



In den ersten Jahren gibt es kaum Auffälligkeiten, ab dem achten Jahr steigt die Mängelquote dann stetig an

TÜV-Verband e. V.

# Bremsen: Zupacken in jeder Situation

Die Wartung der Bremsanlage ist von elementarer Bedeutung für den Betrieb eines Busses. Für größere Fuhrparks ist ein eigener Bremsprüfstand eine Option.



Sascha Böhnke

Funktionierende Bremsen sind das A und O

Moderne Omnibus-Bremssysteme wie das elektronische Bremssystem EBS erhöhen die Verkehrssicherheit durch Bremswegverkürzung und eine verbesserte Bremsstabilität. Diagnose- und Überwachungsfunktionen sowie die Anzeige des Bremsbelagverschleißes ermöglichen, Fehlfunktionen schon im Vorfeld auszuschließen. Gleichzeitig wird durch die elektronischen Komponenten eine kürzere Ansprechzeit der Bremsen erreicht. EBS ist zudem die Basis für automatisierte Notbremssysteme, die mithilfe von Radar- und Kamerasignalen Unfälle vermeiden sollen.

### Komplexe Bremsanlage

Unabhängig davon jedoch muss die Basis funktionieren und hier gehören fünf verschiedene Bestandteile der Bremsanlage zum Umfang einer Hauptuntersuchung.

Ob Betriebsbremsanlage, Feststellbremse, Bremsleitungen, Bremsschläuche oder Bremsstrommeln/-scheiben – es gibt einige Stellen, auf die der Busbetreiber zu achten hat. Denn die Komponenten einer Bremsanlage zählen zu den Verschleißteilen. Dichtungen und Schläuche können porös werden oder Leitungen durch Vibrationen ihren festen Sitz verlieren.

### Verbesserungen bei der Feststellbremse

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 0,3 Prozent der einjährigen Busse bei der Funktion der Betriebsbremsanlage Mängel aufweisen, sind es bei den

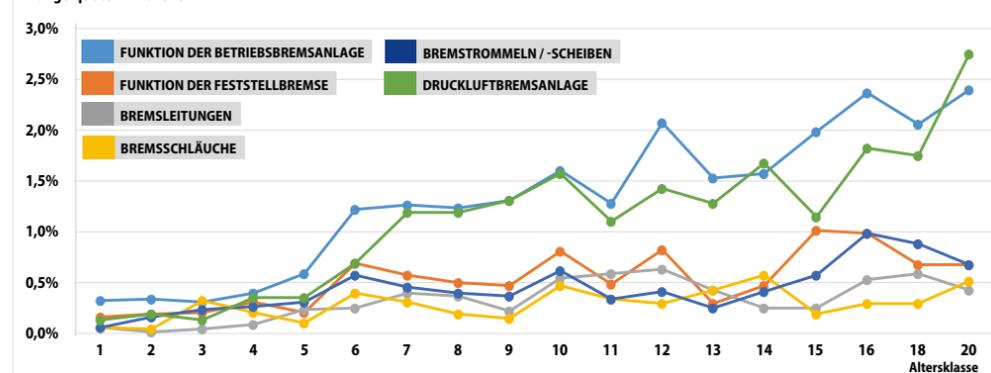
sechsjährigen schon 1,2 Prozent. Bei den 20-jährigen steigt der Wert auf 2,4 Prozent. Eine signifikante Verbesserung ergab sich bei der Funktion der Feststellbremse. War hier im Jahr 2020 noch ein Anstieg von 0,7 auf 2,5 Prozent nach 20 Jahren Betriebszeit zu verzeichnen, liegt der Wert bei den 20-jährigen Bussen wieder nur noch bei 0,7 Prozent.

### Eigener Bremsprüfstand

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

## Untersuchungsergebnisse Bremsanlage

Mängelquote in Prozent



Die Druckluftbremsanlage sowie die Funktion der Betriebsbremsanlage machen die meisten Probleme

TÜV-Verband e. V.

# Sicher in der Spur



Sascha Böhnke

Die Lenkung bedarf besonderer Aufmerksamkeit

Die Lenkung gehört zu den Baugruppen, bei denen die Sachverständigen im Rahmen einer Fahrzeugüberprüfung genau hinschauen. Immerhin handelt es sich um ein hochrelevantes Teil für die Sicherheit des Busses. Die Lenkung sorgt nicht nur dafür, dass der Bus sicher gesteuert werden kann, ihre volle Funktionsfähigkeit muss in jeder noch so kritischen Situation, bei jedem noch so anspruchsvollen Fahrmanöver gewährleistet sein. Dazu kommt, das mehrere Tonnen Fahrzeuggewicht die Komponenten belasten, was eben auch eine hohe Beanspruchung der Gelenke bedeutet. So ist es kein Wunder, dass bei

**Eine funktionierende Lenkung ist ein wichtiger Bestandteil der sicherheitsrelevanten Komponenten von Bussen. Relativ neu sind elektrische Lenkhilfen, die zusätzlich beobachtet werden müssen.**

durchschnittlich 1,0 Prozent der im Rahmen der Hauptuntersuchung kontrollierten Omnibusse Probleme an den Gelenken der Lenkung auffielen. Dabei lassen sich solche Mängel relativ einfach durch regelmäßige Kontrolle und Wartung vermeiden. Gut ablesen lässt sich die Wirksamkeit von Wartungen an der Grafik unten, in der die Kurve bei den Lenkgelenken nach einem Austausch der beanstandeten Teile abflacht, um dann jedoch stetig weiter anzusteigen.

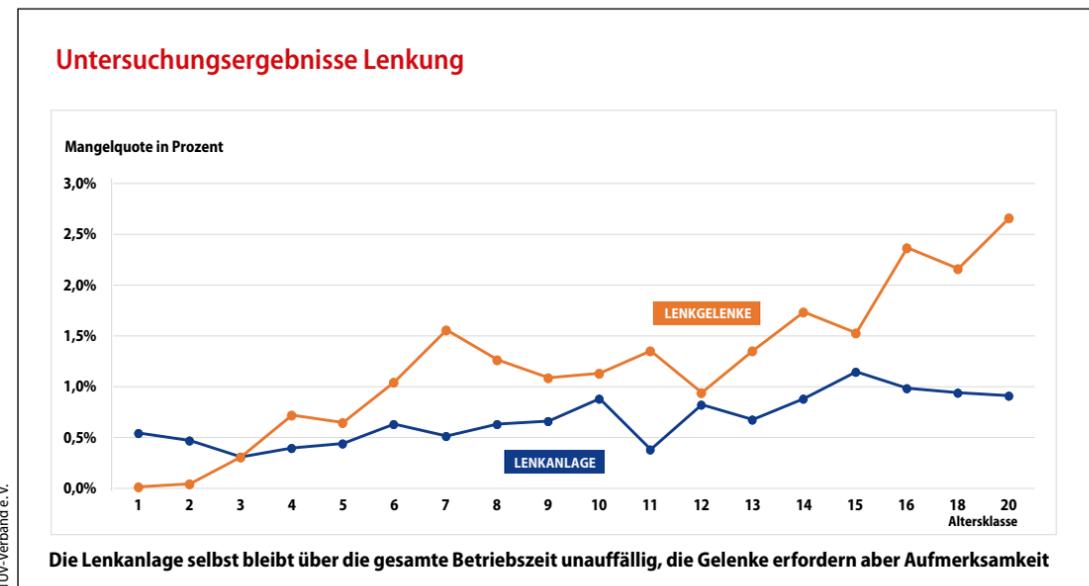
### Lenksysteme entwickeln sich weiter

Weiteres Augenmerk ist in Sachen Lenkung auf die fortschreitende Entwicklung zu legen. Bestehen klassische Lenksysteme im Wesentlichen aus einem Gussgehäuse mit integriertem, mechanischem Lenkgetriebe, hydraulischem Steuerventil und Arbeitszylinder, kombinieren moderne Lenksysteme hydraulische Komponenten mit elektronischen Antriebs- und Steuereinheiten. Solche Systeme bieten dann

eine geschwindigkeitsabhängige Lenkunterstützung mit aktivem Rücklauf sowie diverse Fahrerassistenzfunktionen und ermöglichen automatisierte Fahrfunktionen. Verständlich, dass sich die Lenkungskontrolle und -wartung entsprechend auch auf die neuen elektrischen Bauteile ausweiten muss, damit es nicht im schlimmsten Fall zu einem Ausfall der unterstützenden Systeme kommt.

### Anspruchsvollere Lenkkomponenten

Wie wichtig ein Funktionieren der neu hinzugekommenen elektrischen und elektronischen Bauteile ist, lässt sich unter anderem daran messen, dass die elektrischen Antriebseinheiten etwa 2000-mal pro Sekunde elektronisch geregelt werden, um unbeabsichtigte Lenkbewegungen zu korrigieren und bei Bedarf zusätzliche Lenkkräfte bereitstellen zu können. Bleibt abzuwarten, wie sich solche Themen in Zukunft bei der Lenkungsüberprüfung präsentieren werden.



TÜV-Verband e. V.

# Das Wertvollste schützen

**Bus-Passagiere vertrauen darauf, dass sich das Fahrzeug in einem sicheren Zustand befindet. Vom Airbag bis zum Warndreieck: Bei der Fahrgastsicherheit bewegen sich die Mängel auf einem niedrigen Niveau.**

Sicherheits- und Assistenzsysteme sorgen bei modernen Bussen dafür, dass Unfälle vermieden und Unfallfolgen vermindert werden. Hier hat die Fahrzeugindustrie in den vergangenen Jahren große Fortschritte gemacht. Doch abseits von automatischen Notbremsassistenten, Spurverlassenswarnern und Müdigkeitserkennung beginnt Fahrgastsicherheit bereits beim Betreten des Busses. Sind beispielsweise alle vorgeschriebenen Haltegriffe vorhanden und sicher befestigt? Funktioniert die Einstiegsbeleuchtung und gibt es mögliche Stolperfallen durch einen losen Kantenschutz? Wichtig ist auch das Funktionieren von Kameras und Monitoren, die der Türüberwachung dienen.

Wenn es Auffälligkeiten gibt, dann fallen Busse in der Kategorie Fahrgastsicherheit durch Mängel an den Notausstiegen sowie Türen und Türkontrolleinrichtungen auf. Im Innenraum geht es um Themen wie Sitzbefestigung, funktionierende Rückhaltesysteme, aber auch um das Vorhanden-



Sascha Böhnke

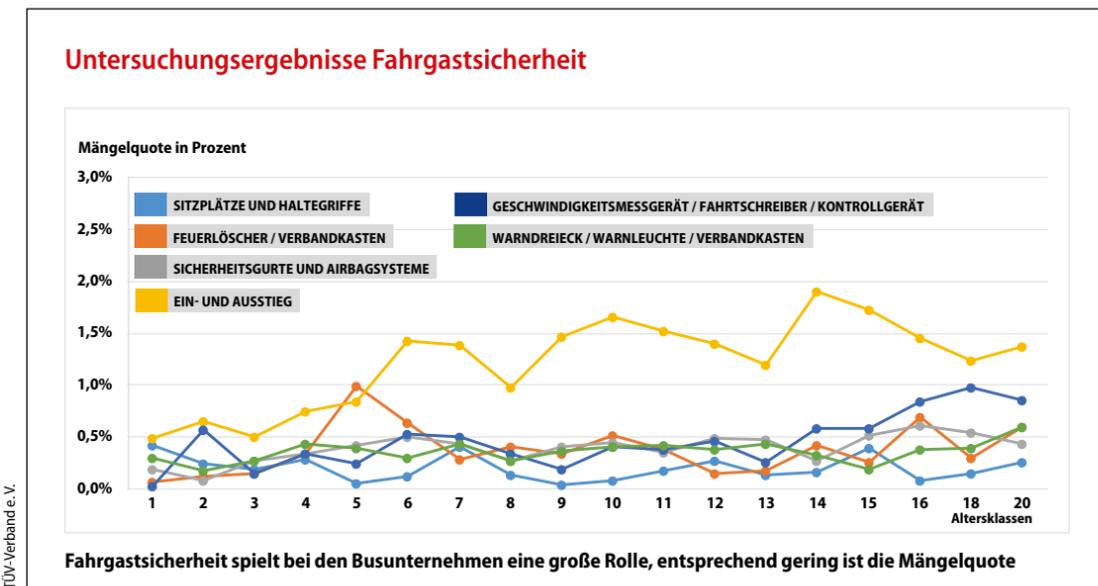
Ist bereits der optische Zustand grenzwertig, lässt das auch in Gänze nichts Gutes vermuten

sein von Nothämmern, Feuerlöschern und Verbandkästen in der vorgeschriebenen Anzahl. Hierbei gilt es auch, mögliche Ablauffristen zu beachten. Eine regelmäßige Kontrolle, ob alles noch einwandfrei funktioniert, verhindert Beanstandungen bei der Hauptuntersuchung. Zwar gesetzlich noch nicht vorgeschrieben, dennoch absolut sinnvoll ist das Mitführen von

Mund-Nase-Bedeckungen und Desinfektionsmitteln.

### Fahrgastsicherheit im Fokus

Insgesamt zeigen die niedrigen Mängelwerte, dass Busunternehmen das Thema Fahrgastsicherheit ernst nehmen. So gibt es über die gesamte Betriebsdauer kaum Auffälligkeiten.



TÜV-Verband e. V.

	Omnibus gesamt	01	02	03	04	05	06			07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	18	20
Durchschnittliche Fahrleistung in tausend km	389	56	118	179	227	282	335			389	431	473	524	559	603	656	678	676	667	685	672
<b>HU-Ergebnis</b>																					
Ohne Mängel	78,6 %	90,7 %	87,9 %	86,4 %	84,1 %	82,9 %	78,5 %			76,7 %	77,9 %	78,3 %	74,3 %	72,7 %	74,0 %	72,4 %	70,1 %	68,1 %	66,3 %	63,9 %	61,3 %
Geringe Mängel	9,6 %	3,8 %	5,0 %	5,7 %	7,5 %	8,4 %	8,7 %			10,1 %	10,3 %	9,1 %	11,9 %	12,7 %	10,6 %	12,9 %	14,1 %	15,4 %	15,6 %	17,3 %	16,4 %
Erhebliche Mängel	11,5 %	5,4 %	7,2 %	7,8 %	8,2 %	8,5 %	12,6 %			12,9 %	11,4 %	12,4 %	13,3 %	14,5 %	14,7 %	14,3 %	14,9 %	15,7 %	17,4 %	18,4 %	21,5 %
Gefährliche Mängel	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %			0,2 %	0,3 %	0,1 %	0,4 %	0,1 %	0,5 %	0,3 %	0,7 %	0,8 %	0,5 %	0,4 %	0,9 %
Verkehrsunsicher	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %			0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %
Ergebnisse zur Detailauswertung auf den Seiten 18 bis 25																					
<b>Beleuchtung (lichttechnische Einrichtungen)</b>																					
Abblendlicht	2,0 %	1,5 %	1,3 %	1,8 %	1,9 %	1,6 %	2,2 %			1,8 %	2,4 %	2,3 %	2,0 %	2,1 %	2,0 %	2,1 %	2,2 %	2,3 %	2,8 %	2,3 %	2,9 %
Beleuchtung vorn	1,1 %	0,9 %	0,7 %	1,0 %	0,8 %	1,0 %	1,9 %			1,6 %	1,0 %	1,4 %	0,9 %	1,1 %	1,0 %	1,5 %	0,7 %	1,4 %	1,5 %	1,2 %	1,9 %
Beleuchtung hinten	3,4 %	0,9 %	1,5 %	1,8 %	2,1 %	2,0 %	2,7 %			3,9 %	4,2 %	3,8 %	4,7 %	4,3 %	4,0 %	4,6 %	5,2 %	5,8 %	6,8 %	6,6 %	8,2 %
Blinker/Warnblinker	1,2 %	0,3 %	0,6 %	0,5 %	0,8 %	0,9 %	1,4 %			1,6 %	1,9 %	1,9 %	2,2 %	2,1 %	1,2 %	1,1 %	1,6 %	1,3 %	1,4 %	1,3 %	1,2 %
Rückstrahler	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %			0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %
<b>Fahrwerk</b>																					
Achsaufhängung	0,8 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,7 %			0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,3 %	1,0 %	1,1 %	1,4 %	1,7 %	1,7 %	1,5 %	1,4 %	2,2 %
Achsfedern/Dämpfung	1,2 %	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,7 %	0,9 %	1,0 %			1,0 %	0,9 %	1,6 %	1,8 %	1,8 %	1,7 %	2,3 %	2,5 %	2,4 %	2,0 %	1,8 %	2,1 %
Antriebswellen	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %			0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %
<b>Lenkung</b>																					
Lenkanlage	0,6 %	0,6 %	0,5 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,6 %			0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,9 %	0,4 %	0,8 %	0,7 %	0,9 %	1,2 %	1,0 %	0,9 %	0,9 %
Lenkgelenke	1,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,7 %	0,7 %	1,0 %			1,6 %	1,3 %	1,1 %	1,1 %	1,4 %	0,9 %	1,4 %	1,7 %	1,5 %	2,4 %	2,2 %	2,7 %
<b>Korrosion</b>																					
Rost/Riss/Bruch	0,8 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %			0,2 %	0,1 %	0,4 %	0,6 %	1,3 %	0,9 %	1,3 %	2,3 %	2,6 %	3,1 %	4,4 %	4,4 %
<b>Umwelt</b>																					
Ölverlust Motor/Antrieb	4,3 %	1,4 %	1,4 %	1,1 %	1,8 %	2,3 %	3,8 %			4,3 %	4,0 %	4,5 %	6,5 %	6,5 %	5,8 %	7,9 %	7,2 %	7,3 %	7,7 %	8,8 %	10,1 %
Motormanagement/AU	1,1 %	0,5 %	0,4 %	0,7 %	1,1 %	0,9 %	1,1 %			1,5 %	1,2 %	0,9 %	1,4 %	1,3 %	1,7 %	1,6 %	1,7 %	1,6 %	0,8 %	0,8 %	1,4 %
Auspuffanlage	0,3 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %			0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,5 %	0,2 %	0,6 %	0,5 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,4 %	0,8 %
<b>Bremsen</b>																					
Funktion der Betriebsbremsanlage	1,1 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,6 %	1,2 %			1,3 %	1,2 %	1,3 %	1,6 %	1,3 %	2,1 %	1,5 %	1,6 %	2,0 %	2,4 %	2,1 %	2,4 %
Funktion der Feststellbremse	0,5 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,7 %			0,6 %	0,5 %	0,5 %	0,8 %	0,5 %	0,8 %	0,3 %	0,5 %	1,0 %	1,0 %	0,7 %	0,7 %
Bremsleitungen	0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %			0,4 %	0,4 %	0,2 %	0,6 %	0,6 %	0,6 %	0,4 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,6 %	0,4 %
Bremsschläuche	0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %	0,1 %	0,4 %			0,3 %	0,2 %	0,1 %	0,5 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,6 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %
Bremstrommeln/-scheiben	0,4 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,6 %			0,5 %	0,4 %	0,4 %	0,6 %	0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,6 %	1,0 %	0,9 %	0,7 %
Druckluftbremsanlage	0,9 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,4 %	0,4 %	0,7 %			1,2 %	1,2 %	1,3 %	1,6 %	1,1 %	1,4 %	1,3 %	1,7 %	1,2 %	1,8 %	1,7 %	2,7 %
<b>Sicherheit</b>																					
Sitzplätze und Haltegriffe	0,2 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %			0,4 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,1 %	0,2 %	0,4 %	0,1 %	0,1 %	0,3 %
Feuerlöscher/Verbandkasten	0,4 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,3 %	1,0 %	0,6 %			0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,5 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,7 %	0,3 %	0,6 %
Sicherheitsgurte und Airbag-Systeme	0,4 %	0,2 %	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %			0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,3 %	0,5 %	0,5 %	0,3 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,4 %
Ein- und Ausstieg	1,1 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,7 %	0,8 %	1,4 %			1,4 %	1,0 %	1,5 %	1,7 %	1,5 %	1,4 %	1,2 %	1,9 %	1,7 %	1,5 %	1,2 %	1,4 %
Geschwindigkeitsmessgerät/ Fahrtsschreiber/Kontrollgerät	0,4 %	0,0 %	0,6 %	0,1 %	0,3 %	0,2 %	0,5 %			0,5 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,3 %	0,6 %	0,6 %	0,8 %	1,0 %	0,9 %
Warndreieck/Warneleuchte/Verbandkasten	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,3 %			0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %	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.

**TUV**  
Die mit dem Siegel