

OMNIBUSREVUE

extra

BEILAGE IN DER OMNIBUSREVUE 2/20

# Branchenkompass 2020



Endhaltestelle:  
vollautonomes Fahren



**ALL-IN-ONE  
CHARGING STATION**

**PLUG & PLAY**

**0.72M<sup>2</sup>  
FOOTPRINT**

**150 KW    300 KW    450 KW**

**22M<sup>2</sup> FOR  
YOUR BRAND**

**DEPOT  
SOLUTIONS**



# All-In-One von Furrer+Frey®

Unsere Ladestation besticht durch ihre einfache Konzeption und ihre Robustheit. Alle Komponenten sind kompakt in Mast und Ausleger integriert. Damit ergeben sich nicht nur Vorteile im Betrieb. Der schwierige und kostspielige Bau eines separaten Containers für die Leistungselektronik entfällt vollständig. Für Testprojekte stellen wir gerne eine mobile Version der Ladestation zur Verfügung.

Furrer+Frey AG mit Sitz in Bern wurde 1923 gegründet und ist als Schweizer Firma in der Elektrifizierung des öffentlichen Verkehrs weltweit tätig. Mit unserem Know-How als Ingenieurbüro und Hersteller kennen wir die Infrastruktur-Bedürfnisse der Betreiber und tragen mit unseren Systemen und langfristigen Kundenbeziehungen zum Erfolg des öffentlichen Verkehrs international bei. Unsere Ingenieure beraten Sie gerne in Ihrem Projekt.

[chargingsystems@furrerfrey.ch](mailto:chargingsystems@furrerfrey.ch)  
[www.furrerfrey.ch](http://www.furrerfrey.ch)

**Furrer+Frey®**  
Opbrid Charging Systems

# Unaufhaltbare Automatisierung

MICHAEL SIMON

In der letztjährigen, ersten Ausgabe unseres neuen Sonderhefts „Branchenkompass“ drehte sich alles um die Elektromobilität. Folgerichtig, denn die Elektrifizierung des Busses steht sinnbildlich für den Wandel der Mobilität – mindestens im ÖPNV. Und deshalb schauten wir uns an, was einen E-Bus-Betriebshof von einem herkömmlichen unterscheidet, ob E-Busse langfristig für den Fernbusmarkt infrage kommen und wie ein deutscher Batteriehersteller im Markt mitmischen will.

Mit dieser zweiten Ausgabe, die auch von den Eindrücken, Erlebnissen und Gesprächen auf der Busworld 2019 in Brüssel inspiriert wurde und lebt, nähern sich unsere Autoren der Zukunft des Busfahrens von einer anderen Seite. Wir zeigen zum Beispiel, dass es mit dem Installieren eines elektrischen Antriebsstrangs in einen herkömmlichen Dieselbus nicht getan ist. Der elektrische Antrieb hat im Zusammenspiel mit modernen Assistenzsystemen großen Einfluss auf das Design künftiger Linienbusse, wie man an vielen Studien, aber eben auch an einigen Neuvorstellungen in Brüssel sehen konnte.

Apropos Assistenzsysteme: Längst erleichtern etliche Helferlein den Busfahrern die Arbeit. Manche, wie übereifrige Notbremsassistenten, sind bei den Lenkern ungerne gesehen. Mit vielen weiteren, wie zum Beispiel dem aktiven Spurhalteassistenten, drängen Systeme in den Bus, die den Unsicherheitsfaktor Mensch auf absehbare Zeit ablösen. Wie der Stand der Technik ist, lesen Sie ab Seite 8.

**Spiegellersatzsysteme** sind ebenfalls stark im Kommen. Die virtuellen Außenspiegel werden von Unternehmern oft noch kritisch beäugt – mit Recht, denn die Technik lässt an einigen Stellen zu wünschen übrig. Nichtsdestotrotz hat die Technik enorme Vorteile, gerade in der Dunkelheit und bei schlechtem Wetter. Ab Seite 10 verraten wir, wo Spiegellersatzsysteme schon tadellos sind und wo die Ingenieure noch einmal nachbessern dürfen.

Den redaktionellen Teil beschließen selbstfahrende Kleinbusse. Wann sind solche Busse wie jener auf dem Titelbild wohl autonom in Städten unterwegs? Eine aufschlussreiche Lektüre wünsche ich Ihnen!

## INHALT

### Bustechnik: heute und morgen

- 4 Mobilität im Wandel**  
E-Mobilität und Assistenzsysteme erfordern neue Bus-Designs
- 8 Assistenzsysteme**  
Kleine Helferlein, große Wirkung: wie sie die Busfahrt sicherer machen
- 10 Spiegellersatzsysteme**  
Noch sind sie nicht ausgereift, doch das Potenzial von kamerabasierten Außenspiegeln ist groß
- 14 Autonom fahrende Kleinbusse**  
Sie schicken sich an, den ÖV zu revolutionieren: Wann geht's los?

### Advertorials: Anregungen für 2020

- 18 Die Zukunft kommt durch die Tür**  
Smart Doors werden den Busmarkt revolutionieren, meint Bode
- 20 Wärme zurückgewinnen**  
Aurora senkt den Energiehunger von Bussen durch Thermomanagement
- 22 Emissionsfreie Fahrzeuge im ÖPNV**  
Solaris bringt die Elektromobilität im Busbereich auf die Überholspur

© Titel: Daimler

## IMPRESSUM

**Verlag**  
Verlag Heinrich Vogel  
Springer Fachmedien München GmbH  
Aschauer Straße 30  
81549 München  
Tel. (Zentrale) 0 89/20 30 43-0  
Fax (Vetriebservice) 0 89/20 30 43-21 00  
vertriebservice@springernature.com  
Amtsgericht München HRB 110956  
USt-Identifikationsnummer: DE 152942001

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

**Redaktion**  
Michael Simon  
Tel. 0 89/20 30 43-21 06  
michael.simon@springernature.com

Sascha Böhnke  
Tel. 0 89/20 30 43-25 07  
sascha.boehnke@springernature.com

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

**Grafik und Layout**  
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

# Des E-Bus neue Kleider

Die Busbranche ist im Wandel. Der Trend geht zu rein **elektrischen Antrieben und Assistenzsystemen**. Das wird auch Auswirkungen auf das Busdesign haben. Noch sind aber viele Elektrobusse direkt von ihren Diesel-Vorgängern abgeleitet. Das wird sich ändern.

**T**rends versprechen, die Zukunft zu offenbaren. Der Trend zu immer größeren Städten scheint nicht mehr aufzuhalten zu sein. Weltweit findet nach Angaben der United Nations die größte Landflucht der Geschichte statt. Schon heute lebt mehr als die Hälfte (51 Prozent) der Weltbevölkerung in Städten – und die Urbanisierung nimmt immer weiter zu. Experten der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) erwarten, dass im Jahr 2050 zwei Drittel aller Menschen in Städten wohnen und arbeiten – insgesamt etwa 6,4 Milliarden Männer, Frauen und Kinder.

**Schon jetzt gibt es** weltweit über 25 Städte mit mehr als zehn Millionen Einwohnern. Die Anzahl solcher Megastädte wird ebenso weiter wachsen wie die Zahl ihrer Bewohner. Und die wollen auch zukünftig mobil bleiben. Viele dieser Menschen bewegen sich in Bussen, Pkw und auf motorisierten Zweirädern in der Stadt fort. Das führt zu Chaos auf den Straßen und zusammen mit den Emissionen der Industrie im wahrsten Sinne zu dicker Luft. Auf internationaler Ebene gibt es zahlreiche Anstrengungen, eine zukunftsfähige Stadtentwicklung zu unterstützen. Ob nachhaltige Stadtentwicklung oder ein Stadtmanagement – Wissenschaftler und Zukunftsforscher konzipieren genauso wie Bushersteller schon heute für den ÖPNV von morgen entsprechende Lösungsansätze.

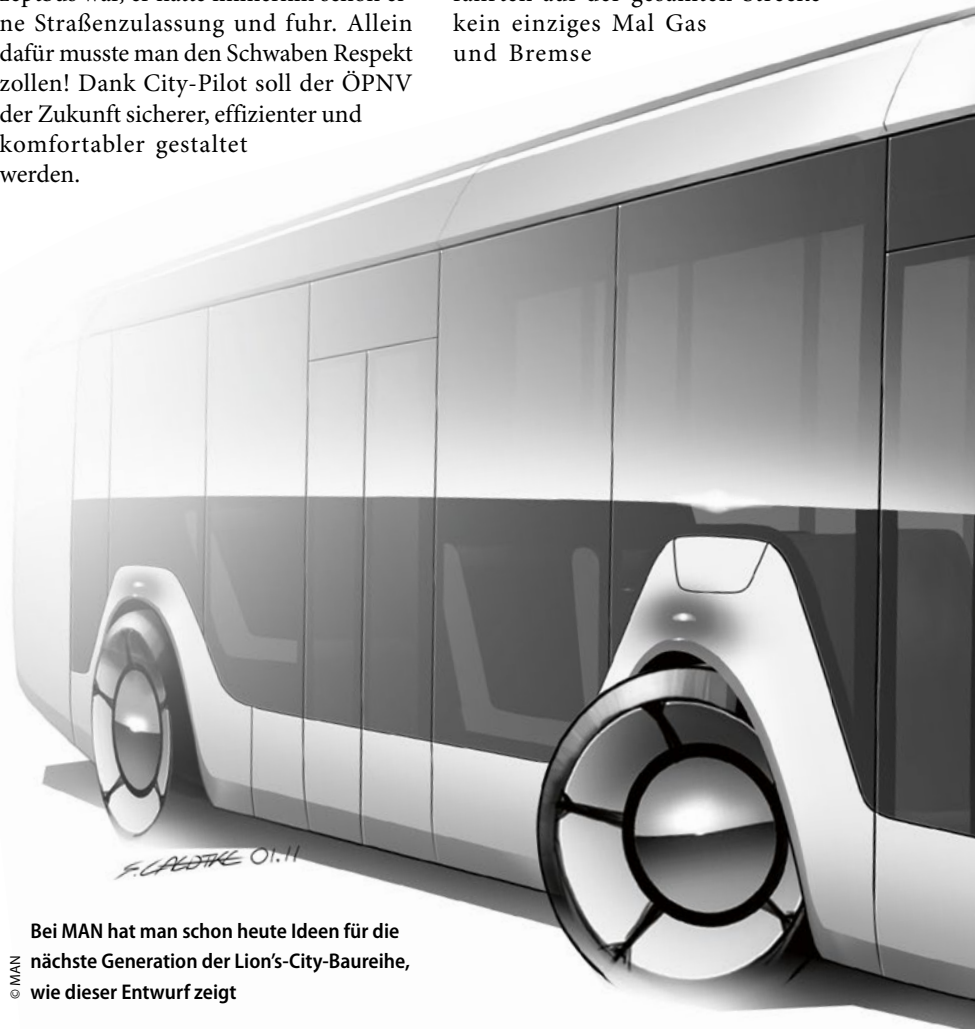
**Bei Mobilitätssystemen** für Megastädte geht der Trend ganz klar in Richtung vernetzter, abgestimmter und gesteuerter Verkehrsströme. Immer mit an Bord: das Smartphone. Alles andere läuft im Hintergrund, der Fahrgast merkt davon nichts. Menschen werden sich nach wie vor bewegen und fahren wollen, aber das Lenkrad nicht mehr selbst in der Hand haben. Die Gefährte bewegen sich aufeinander abgestimmt und werden so die

Staus im Berufsverkehr vermindern. Die Höchstgeschwindigkeit wird sinken, die Durchschnittsgeschwindigkeit im Gegenzug steigen.

**Vor vier Jahren präsentierte** Mercedes-Benz mit dem Future Bus einen Ansatz für die Zukunft urbaner Mobilität. Der Name war Programm, der neue Linienbus fuhr bei seiner Vorstellung noch nicht elektrisch, aber mit einem City-Pilot an Bord war er fortan ein Meilenstein auf dem Weg zum autonom fahrenden Stadtbus. Auch wenn der Future Bus nur ein Konzeptbus war, er hatte immerhin schon eine Straßenzulassung und fuhr. Allein dafür musste man den Schwaben Respekt zollen! Dank City-Pilot soll der ÖPNV der Zukunft sicherer, effizienter und komfortabler gestaltet werden.

**Assistenzsysteme** werden immer mehr Einzug in die mobile Zukunft erhalten, wie der Future Bus mit dem City-Pilot zeigte: Die neu verbaute Technik erkennt Ampeln, kommuniziert mit ihnen und fährt sicher über Ampelkreuzungen. Die Technik erkennt Hindernisse auf der Strecke und vor allem Fußgänger auf der Fahrbahn. Dass selbstständig gebremst wird, ist gar keine Frage. An Haltestellen stoppt der City-Pilot automatisch, öffnet und schließt die Türen in Eigenregie.

**Der Fahrer musste** bei den Demonstrationen auf der gesamten Strecke kein einziges Mal Gas und Bremse



Bei MAN hat man schon heute Ideen für die nächste Generation der Lion's-City-Baureihe, wie dieser Entwurf zeigt

betätigen und nur bei Gegenverkehr zum Lenkrad greifen, weil es die Straßenverkehrsvorschriften verlangen. Hier ist man noch nicht in der Zukunft angekommen, denn bald werden entsprechende Assistenzsysteme auch hier den Job vollständig übernehmen.

**Der Future Bus** ist ein Technologieträger, er will zeigen, wie man sich bei Mercedes-Benz ganz konkret den Stadtbuss von morgen vorstellt. Mit vielen Vorteilen für Fahrgäste, Fahrer und Betreiber, so muss es sein. Auffällig: Das Design folgt völlig neuen Wegen beim Außen- und Innendesign. Als rollende Basis setzten die Schwaben auf den Citaro, der optisch gewaltig aufgepeppt wurde: Eine riesige Frontscheibe mit einer Art blechgewordener Elvis-Tolle war ein Statement für etwas Neues. Das Interieur orientiert sich mit seiner offenen Gestaltung entsprechend

an Plätzen und Parks, Handläufe und Haltestangen erinnern an Bäume. So etwas kennt die Buswelt bis dato nicht.

Aber vor dem Hintergrund eines demografischen Wandels in unserem Mobilitätsverhalten stellt sich die Frage, ob ältere Menschen irgendwann in die öffentlichen Verkehrsmittel umsteigen oder dank selbstfahrender Autos mobil bleiben. Experten sind sich einig, dass es in diesem Fall kein Schwarz und kein Weiß gibt. Selbstfahrende Autos werden sich in den Megastädten durchsetzen, ansonsten wird der Bus als Gefäßgröße die Mobilität entscheidend beherrschen. Flächeneffiziente Verkehrsmittel mit einer hohen Massenleistungsfähigkeit stehen im Fokus der Zukunftsforscher. Insbesondere spurgebundene Verkehrsarten wie S-Bahn- und BRT-Systeme (Schnellbusse) bieten bei kurzen Zug- und Busfolgezeiten

eine hohe Beförderungskapazität und werden die Hauptlast der innerstädtischen Verkehrsnachfrage abwickeln.

**Mit den Möglichkeiten**, die die Assistenzsysteme bieten, werden sich Omnibusse in der Zukunft formal verändern. Auf Spiegellarme wird man verzichten, Kameras und Monitore übernehmen deren Aufga-

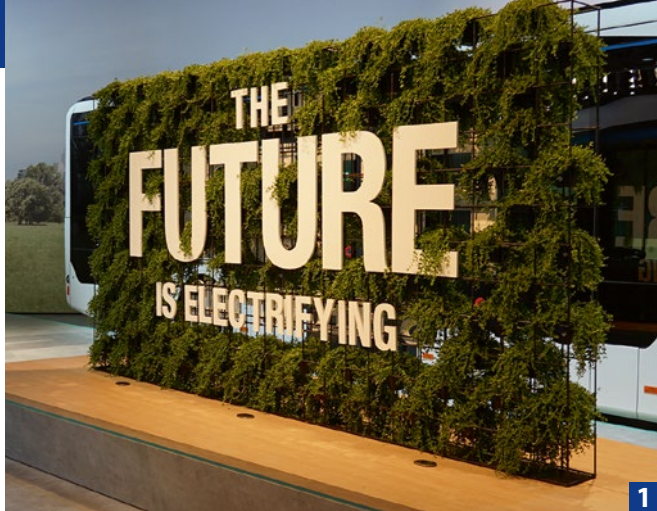
## DER ELEKTRISCHE ANTRIEB BEEINFLUSST ZUSAMMEN MIT ENTSPRECHENDEN ASSISTENZSYSTEMEN DAS DESIGN ZUKÜNFTIGER LINIENBUSSE

ben. Die A-Säule wird optisch nicht so hervorstechen, nicht zuletzt auch deshalb, weil neue Werkstoffe andere Formen erlauben, die ähnlich stabil sind. Die Zeit ist reif, nicht nur für neue Formen, sondern auch für einen neuen Antrieb. Doch im Nachgang zum Future Bus präsentierte Mercedes-Benz vor zwei Jahren einen Elektrobuss, der konstruktiv vom konventionellen Citaro mit Dieselmotor abgeleitet wurde. Der Grund dieses Ansatzes ist klar: Wer einen Elektrobuss mit Stern kauft, der erwartet ein alltagstaugliches Fahrzeug und keine Experimente. Es lag also nahe, beim Bestseller der Linienbusse einfach nur den Antriebsstrang zu wechseln, selbst wenn das auch nicht ganz so einfach ist, wie es klingt. Eine völlig neue Plattform wäre in der Kürze der Zeit aber nicht auf die Räder zu stellen gewesen, denn seit letztem Jahr liefert Mercedes-Benz den elektrischen Citaro schon an Kunden aus.

**Mittlerweile kann es sich** kein Hersteller mehr erlauben, auf einen Elektrobuss im Angebot zu verzichten. Elektrobusse sind europaweit auf der Überholspur, auch in Deutschland zeigt sich der Trend – die Zahlen der zugelassenen Elektrobusse haben sich hierzulande im letzten Jahr verdoppelt – Tendenz steigend. Fördermittel und EU-Vorgaben führen zu immer mehr Elektrobuss-Bestellungen.

Auf der Busworld, der Leitmesse der Busbranche, standen im letzten Jahr Elektro- und Dieselmotoren zwar noch einträchtig nebeneinander, doch elektrische Mobilität im ÖPNV stand eindeutig im Fokus der Besucher. Ob Mini-, Midi-, Solo- oder Gelenkbus, in keiner Gefäßgröße muss man mehr auf einen elektrischen Antrieb verzichten.





© Rüdiger Schreiber

© Irizar

1



© Rüdiger Schreiber

© Rüdiger Schreiber

4

5

**Olé möchte man heute** Irizar zurufen und sagen: Seid stolz auf die ieTram! Der Elektrobus wurde komplett neu gedacht und bricht als Solo- und Gelenkwagen mit dem bekannten klassischen Design eines Busses: Kein Kasten auf Rädern, sondern abgerundete Formen, eine dynamische

hat auch dieser Bus den Vorteil der schnelleren Bahn ganz und gar auf seiner Seite.

**Das hat man auch bei Alstom** erkannt, die von Haus aus in der Welt der Bahnen unterwegs sind. Der erste Elektrobus namens

Aptis zeigt viel Neues: Räder an den äußeren Enden der Karosserie, die Türen dazwischen. Das ergibt einen durchgehend niederflurigen Boden im

bus mit Powerpack im Heck über den Rädern zudem extrem wendig.

Und wertig geht es zukünftig weiter, wie Van Hool mit dem Exqui-City zeigt: Optisch ungemein elegant verbirgt sich hinter einer stählern-schwarzen Lackierung der abgerundeten Karosserie ein lichtdurchfluteter Fahrgastraum, in dem beispielsweise Ledersitze und Holz sowie Edelstahl dominieren. Die nötige Energie für den Elektroantrieb liefert schon eine Brennstoffzelle.

**Wie sehr sich die Welt** der Linienbusse verändern wird, zeigte zuletzt Ebusco auf der Busworld: Dort enthüllten die Niederländer einen komplett aus Komposit hergestellten Elektrobus. Was erlaubt der neue Werkstoff? Spektakuläre Formen wären

## NEUE ELEKTROBUSSE LÖSEN SICH VON DER KLASSISCHEN FORM DES KASTENS AUF RÄDERN UND SUCHEN DIE NÄHE ZUR STRASSENBAHN

Frontpartie, verkleidete Räder oder tief heruntergezogene Seitenfenster lassen die ieTram ganz eigenständig vorfahren. Die optische Nähe zur Bahn ist gewollt, wenn es dann noch eine eigene Fahrspur gibt,

Fahrgastraum. Front und Heck sind kaum zu unterscheiden, die Karosserie ist abgerundet, die Frontmaske glattflächig und insgesamt ein Bus wie aus einem Guss. Da alle vier Räder gelenkt sind, ist der Elektro-



© Rüdiger Schreiber

© Rüdiger Schreiber

© Rüdiger Schreiber

8

9



- 1) Klare Aussage von MAN: Die Zukunft ist elektrisierend
- 2) Irizar hat mit der ieTram eine formal eigenständige E-Bus-Familie
- 3) Urbanetic heißt die Studie eines autonomen Busses von Daimler
- 4) Der Citaro von Mercedes-Benz als E-Bus
- 5) Van Hools Exqui-City fährt elektrisch und mit eigenständigem Design vor
- 6) Der Movitas von Tribus ist niederflurig

- 7) Alle Räder gelenkt: Der Aptis vom französischen Konzern Alstom
- 8) Auch im Cockpit beginnt ein neues Zeitalter, wie Otocar zeigt
- 9) Der Exqui-City ist im Innern edel und wertig
- 10) Holz und Edelstahl sowie Kunststoff bei Irizar
- 11) Ganz organisch mit „Bäumen“ als Haltestangen: der Future Bus vor vier Jahren
- 12) Elektrische Kleinbusse wie der e.GO Move werden zukünftig autonom fahren

möglich, doch dafür scheint die Zeit noch nicht reif. Es bleibt zunächst bei abgerundeten Formen an Front und Seite. Auffällig: Auch hier ersetzt ein Kamera-Monitor-System den klassischen Spiegel. Zunächst gibt es einen großzügigen Fahrgastraum, der den Grundsätzen an

ein gutes Design folgt und kastenartig bleibt, um den Platz maximal auszunutzen. Ebusco kann dank des elektrischen Antriebs mit Radnabenmotoren auf störende Podeste oder sonstige Einbauten für technische Aggregate im Innern verzichten. In der aus Kunststoff aufgebauten

Karosserie gibt es einen komplett ebenen Boden, in dem sandwichartig die Batterien verbaut sind.

**Entscheidender Vorteil** des neuen Materials: Als Leichtgewicht wird der Elektrobus aus Kunststoff deutlich mehr Reichweite haben. Zählt doch gerade hier am Ende jedes eingesparte Kilogramm. Doch das allein macht die Zukunft des ÖPNV nicht aus, es ist das Miteinander: So werden Linienbusse mit Ampeln kommunizieren, dank entsprechender Vernetzung wissen, wie schnell sie fahren sollen, damit es an der Haltestelle zu keinem Stau oder Wartezeiten kommt. Die Busbranche ist im Wandel, elektrische Antriebe und Assistenzsysteme werden die Zukunft bestimmen.

*Rüdiger Schreiber*





Moderne Omnibusse sind vollgepackt mit sinnigen Assistenzsystemen – und es werden in den nächsten Generationen noch viele weitere hinzukommen

# Helfer vor der Not

Assistenzsysteme sind längst untrennbarer Bestandteil moderner Omnibusse. **Zu ihnen zählen sowohl sicherheitsrelevante Systeme als auch solche, die den Komfort erhöhen.** Grundsätzlich gilt: Sie setzen bereits heute die Standards, die für die modernen Verkehrssysteme von morgen unabdingbar sind.

**F**ahrerassistenzsysteme sollen drei Schwerpunktbereiche abdecken: Sie dienen der Erhöhung der Sicherheit, des Komforts und der Wirtschaftlichkeit. Zu den bekanntesten Assistenzsystemen zählt sicherlich das Antiblockiersystem ABS, welches für ein stabiles Fahrverhalten sorgt bei gleichzeitiger Sicherstellung der Lenkfähigkeit des Fahrzeuges in extremen Situationen. Auf Platz zwei folgt dann das elektronische Stabilisierungsprogramm ESP. ESP wirkt durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder dem Ausbrechen des Wagens entgegen.

Wohl niemand stellt heute ernsthaft die Sinnhaftigkeit dieser Systeme infrage, dennoch haben es insbesondere ihre modernen Nachfolger und Erweiterungen

ungleich schwerer, akzeptiert zu werden. Eines dieser Systeme, welches mittlerweile verpflichtend bei Neufahrzeugen vorgeschrieben ist, ist der Notbremsassistent. Er soll im Falle einer Nichtreaktion des Fahrers die Folgen eines Aufpralls auf ein langsamer vorausfahrendes Fahrzeug vermindern, indem eine Teilbremsung ausgeführt wird.

**Einige Hersteller** gehen längst einen Schritt weiter und führen eine Vollbremsung selbst auf stehende Hindernisse aus. In der Regel arbeiten Notbremsassistenten rein radarbasiert. Erste Versuche mit einer zusätzlichen Kamerabildauswertung laufen. Aufgrund der Komplexität des Themas kommt es immer wieder zu opti-

schen und akustischen Warnungen, bei denen allerdings kein Bremsengriff erfolgt. Viele Fahrer fühlen sich dadurch allerdings verunsichert und deaktivieren dieses System, was durch eine EU-Vorschrift möglich ist. Wie fatal ein solches Verhalten ist, zeigen leider immer wieder Auffahrunfälle, die mit aktiviertem System möglicherweise glimpflicher ausgegangen wären.

Vorgänger des Notbremsassistenten war der Abstandsregeltempomat, dieser passt die eigene Geschwindigkeit der des Vorausfahrenden an. Was in erster Linie der Wirtschaftlichkeit dienen soll, wird ebenfalls häufig deaktiviert, um von vermeintlichen Geschwindigkeitsvorteilen profitieren zu können. Hier ist also ganz klar der Fahrer





- 1) Höhenbasierte Tempomaten passen je nach topografischen Verhältnissen die Geschwindigkeit und die Gänge an
- 2) Kamera- oder radarbasierte Systeme warnen den Fahrer vor Personen oder Hindernissen neben dem Bus
- 3) Bei Mercedes-Benz sind solche Warnsysteme direkt im Fahrzeug integriert, andere Hersteller bieten Nachrüstlösungen
- 4) An Abstandsregeltempomaten haben sich die Fahrer mittlerweile gewöhnt. Diese können Gefahren minimieren
- 5) Müdigkeitsassistenten erkennen aufgrund zahlreicher Parameter, wenn es Zeit wird, eine Pause einzulegen
- 6) Zu sehen ist hier ein Radarsensor, der den Bereich vor dem Bus erfasst. Aufwendige Rechenleistungen sind dafür nötig

eine Schwachstelle, der funktionierende Assistenzsysteme bewusst ausbremst. Es wird wohl nur eine Frage der Zeit sein, bis ein manuelles Abschalten erschwert oder ganz unmöglich gemacht wird.

Denn schon heute zeigen weitere Systeme, welchen Nutzen man selbst als Fahrzeugführer oder eben auch andere Verkehrsteilnehmer daraus erzielen können. So wird der Abbiegeassistent Pflicht; er soll die schweren, oft tödlich verlaufenden Abbiegeunfälle drastisch reduzieren. Bisher wird der Fahrer meist nur gewarnt, erste Systeme im Lkw-Bereich allerdings bremsen das Fahrzeug bereits ein, wenn beim Abbiegevorgang ein Hindernis erkannt wird, der Fahrer aber dennoch nicht anhält. Selbstverständlich ist das Detektieren von

Personen und Hindernissen eine hohe Kunst. Beispielsweise beschwerten sich Berliner Stadtbushfahrer über die häufigen Warnungen, die auftreten, obwohl sich die tatsächliche Verkehrssituation entspannt darstellt. Hier sind die Hersteller unbedingt in der Pflicht, die Erkennungsgenauigkeit zu verbessern, damit es am Ende des Tages nicht zu einem Gewöhnungseffekt bei den Fahrern kommt und diese dann nicht mehr auf Warnungen reagieren.

**Doch Assistenzsysteme** können noch viel mehr, als das tatsächliche Verkehrsgeschehen im Fokus zu halten. Die sogenannten höhenbasierten Tempomaten wie PPC (Daimler) analysieren anhand im Bus hinterlegter Daten das Strecken-

profil und wählen in einem vordefinierten Geschwindigkeitsfenster selbstständig den nötigen Gang und die sinnvolle Geschwindigkeit. Hier geht es ausschließlich um das Thema Kraftstoffeinsparung, ein wichtiger wirtschaftlicher Gesichtspunkt.

**Allerdings ist damit noch längst** nicht das Ende der Fahnenstange erreicht. Aktive Spurhalteassistenten werden mit Sicherheit Einzug halten genauso wie Systeme, die im Falle eines drohenden Aufpralls den Bus selbstständig ausweichen lassen. Noch ist es nicht so weit, doch der Tag wird kommen, an dem der Fahrer für bestimmte Bereiche Schritt für Schritt als Gefahrenquelle aus der Gleichung genommen wird.

sab

# Vorfahrt für Kameras

Noch stoßen Spiegelerstattsysteme vielfach auf Skepsis. Doch die Fahrzeughersteller präsentieren diese neue Technik nicht ohne Grund. Auch wenn sie noch nicht ausgereift ist. Denn der Nutzen, wenn Kameras und Monitore die Aufgabe konventioneller Außenspiegel übernehmen, kann enorm sein.

Gute Sicht rund um den eigenen Bus zählt nicht ohne Grund zu den sicherheitsrelevanten Punkten beim Betreiben von Fahrzeugen. Entsprechend gibt es mit der ECE R46 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 Spiegelerstattsysteme, auch als Kamera-Monitor-Systeme bezeichnet. Zunehmend halten solche Systeme Einzug auch im Nutzfahrzeugsektor. Auf der

Busworld 2019 in Brüssel konnte das eindrucksvoll beobachtet werden. Fast sämtliche Busersteller zeigten mindestens ein Fahrzeug, welches mit einem Spiegelerstattsystem ausgestattet war.

Noch ist die Skepsis bei vielen Unternehmen und noch mehr Fahrern groß. Dabei steht an erster Stelle der Zweifler das

Speziell beim Doppelstockbus spielen Monitore ihre Stärke aus: Konstruktionsbedingt geraten hier normale Spiegel an ihre Sichtgrenzen

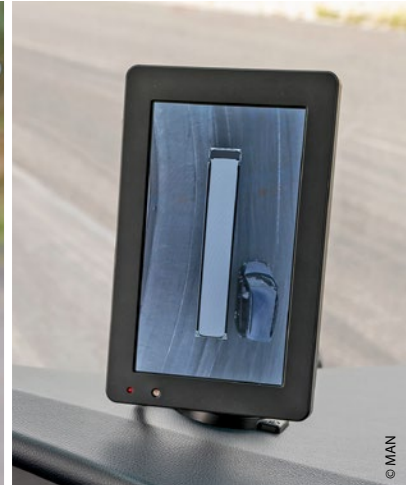




© Sascha Böhnke



© Sascha Böhnke



© MAN

Ein großer Vorteil von kamerabasierten Spiegelsystemen ist, dass auch Bereiche eingesehen werden können, die dem Fahrer mit konventionellen Spiegeln verborgen bleiben würden. Allerdings müssen die Hersteller darauf achten, dass die Darstellung der Sonderansichten nicht zu klein ausfällt



© MAN

Thema Sinnhaftigkeit. Dabei ist zumindest dieser Punkt unter technischen Aspekten nicht haltbar. Denn Spiegelsatzsysteme 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.

**Ein bisher nur wenig beachteter** Punkt ist der Wegfall des Spiegeleinstellens, wenn der Fahrer wechselt. Dadurch, dass einfach auf einen Monitor mit immer gleichem Kamerabild geschaut wird, ist das schlicht nicht mehr nötig. Doch Spiegelsatzsysteme sollen in erster Linie die Sicherheit verbessern. So bieten die 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 Evolutionsstufe der Sichtsysteme. So gibt es nun eine automotiv-qualifizierte HDR-Kamera mit Monitoren. Es soll eine spürbar bessere Nachtsicht besitzen und weniger schmutz-anfällig sein. Zudem sind zahlreiche nützliche Funktionen wie manuelle Sichtfeld-einstellung 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 klassisch oder zusammengeführt als Panorama-View angezeigt werden.

Das digitale Spiegelsatzsystem von Mekra Lang erfüllt eine Vielzahl an gesetzlichen Anforderungen nach ECE R46 und stellt die Sichtfelder von Haupt- und Weitwinkelspiegel 60 Mal pro Sekunde auf dem Monitor dar. Es verbessert dabei Sicht und Übersicht für den Fahrer und will zugleich eine verlässliche Funktionalität durch Selbstüberwachung in Hard- und Software (funktionale Sicherheit) garantieren.

**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 Basis-



Sogenannte Spiegelersatzsysteme gehören auf aktuellen Omnibusmessen zum Standardrepertoire der Hersteller; getreu dem Motto: zeigen, was man kann

technologie 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 bieten, da die Kameras beim Blinken oder Einlegen des Rückwärtsgangs automatisch den entsprechenden Bereich vergrößert darstellen können. Wirtschaftlich bedeutend sind auch die Themen Aerodynamik und Gewichtseinsparung. Dadurch, dass solche Ersatzsysteme sehr kompakt sind, mit weniger Komponenten auskommen und die schweren Spiegelgläser durch eine leichte Kamera ersetzt werden, kann das Gewicht eines solchen Systems von circa 4,5 auf rund 2 Kilogramm reduziert werden. Das geringe Gewicht und in erster Linie das aerodynamische Design führen zu einer Kraftstoffersparung von bis zu 1,5 Prozent.

**In der Praxis präsentieren** sich die aktuellen Spiegelersatzsysteme allerdings noch

nicht völlig ausgereift. So lässt gerade die Auflösungs- und Abbildungsqualität, selbst wenn sie die gesetzlichen Mindestvorgaben erfüllen, noch zu wünschen übrig. Im Vergleich mit dem klassischen Spiegelbild muss klar der Kürzere gezogen werden. Besonders negativ bemerkbar

macht sich das bei Dunkelheit, wenn die Lichter nachfolgender Fahrzeuge zu einer Art „Lichtbrei“ verschmelzen und eine Abschätzung der Entfernung zum eigenen Bus, was beispielsweise beim Spurwechsel wichtig ist, nur schwer möglich ist. Ungewohnt ist zudem, dass Monitor-



Wichtig ist, die Fahrer nicht mit zu vielen Informationen zu überfluten



Ist Außenbeleuchtung vorhanden, liefern die Kameras ein ordentliches Bild



Je eine Kamera für das Normal- und das Weitwinkelbild sind verbaut

und Kameraposition nun verschieden sind. Besonders in Engstellen kann das für ungeübte Fahrer zum Problem werden. Scheint die Sonne und der Fahrer trägt eine Sonnenbrille, kann das dazu führen, dass das Monitorbild kaum noch zu erkennen ist. Problematisch ist auch die Tatsache, dass ein normales Spiegelbild für das menschliche Auge im Unendlichen liegt, das Monitorbild natürlich nicht, hier reden wir speziell beim linken Monitor sogar vom Nahbereich. Das Auge muss also permanent umschalten. Für die kurzen Kontrollblicke brauchte das Auge überdies zu lange, um den Fokus zu ändern. Erschwerend wird es zusätzlich, wenn der Fahrer eine Brille für den Fernbereich trägt.

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 ms und eine Bildwiederholrate von mindestens 30 Hz (15 Hz 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.

Besonders sogenannte Bird-View-Systeme stellen ein mehr als sinnvolles Feature im Zusammenspiel mit Spiegeleratzsystemen dar, da diese systembedingt dem Fahrer durch ihre 2-D-Darstellung die Entfernungseinschätzung nach hinten massiv erschweren. Heckkamera und oder Hilfslinien-Einblendungen sind also unvermeidbar.

Fazit: Lassen sich die aktuellen Probleme in den Griff bekommen, liegt in solchen Spiegeleratzsystemen eine sehr große Chance. *sab*



Das Bild in den Monitoren ist meist sehr gut, kann aber Probleme mit Kontrasten bekommen. Die Aerodynamik spielt eine große Rolle (M.)



**K**eine Frage, alle Experten sind sich einig, dass dem autonomen Fahren die Zukunft gehört. Es sei nur eine Frage der Zeit. Doch hier scheiden sich die Geister, rein technisch sei die Übersetzung in die Realität auf der Straße bereits innerhalb von nur wenigen Jahren darstellbar. Andere Experten und auch Fahrzeughersteller erklären hingegen, dass man gerade beim Omnibus aufgrund der komplexeren Zusammenhänge mehr Zeit benötige. Auf eine Jahreszahl wollen aber auch sie sich nicht festlegen.

Fakt ist, dass erste Vorboten dieser neuen Zeit schon auf der Straße unterwegs sind, um Erfahrungen zu sammeln. Mit an Bord ist das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), das verschiedene Projekte im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren“ unterstützt.

**Verkehrsbetriebe** zeigen landesweit großes Interesse: „Wir glauben, dass selbstfahrende Kleinbusse in Zukunft eine kluge

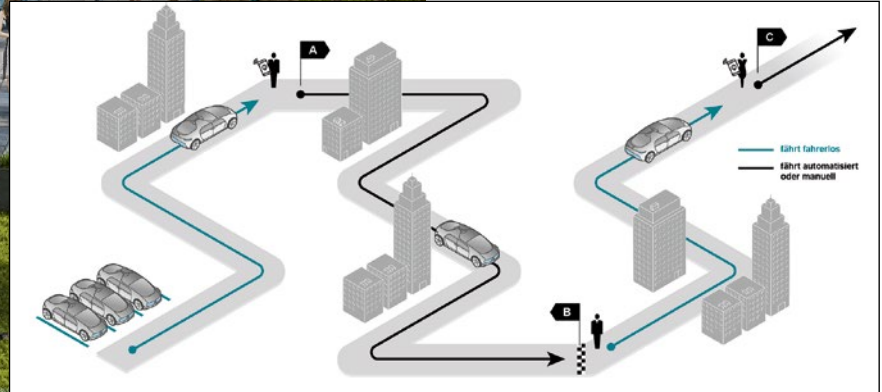
# Vorboten einer neuen Zeit

**Autonom fahrende Kleinbusse** sollen den öffentlichen Nahverkehr effizienter, sicherer und flexibler machen. Doch wann dürfen wir endlich einsteigen?

Ergänzung zu den großen Gelben sein werden, zum Beispiel in engen oder verkehrsberuhigten Wohngebieten“, so Sigrid Nikutta, ehemalige Chefin der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG). Die Berliner testen einen selbstfahrenden Kleinbus bereits im öffentlichen Straßenverkehr. Auch in Hamburg sieht man das Potenzial, hier gibt es erste Testfahrten in der Ha-

fency. Doch nicht nur in Großstädten, sondern beispielsweise auch im Kurort Bad Birnbach oder auf der Insel Sylt sind selbstfahrende Kleinbusse schon anzutreffen.

**Noch können die oft auch** als Roboterbusse bezeichneten selbstfahrenden Kleinbusse mit höchstens 15 km/h lediglich wie auf

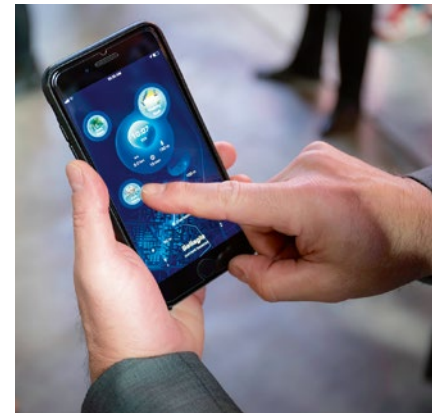


© Bosch



© Bosch

Alles ist miteinander vernetzt, den fahrbaren Untersatz bestellt man über das Smartphone, die Route berechnet der Computer



© Daimler

Schienen eine programmierte Strecke abfahren, doch dank entsprechend fortschreitender Digitalisierung werden sie langfristig frei in den öffentlichen Verkehr eingebunden werden. Sie sollen in Zukunft vor allem da eingesetzt werden, wo der Personennahverkehr den Pkw nicht ersetzen kann. Besonders in abgelegenen Regionen könnten selbstfahrende Kleinbusse mehr als eine Alternative sein.

**Das autonome Fahren** setzt verschiedene Arten von Assistenzfunktionen voraus, die heute schon verfügbar sind und schon bald in entsprechend höheren Ausbaustufen als Teil eines Gesamtsystems so zusammenwirken, dass die Menschen der Technik blind vertrauen können. Schon heute sind viele Assistenzsysteme in Pkws verbaut, Brems-, Stau-, Spurhalte-, Abbiege- und Einparkassistent oder adaptive Geschwindigkeitsregelung gehören heute fast schon zum Standard. Bei selbstfahrenden Kleinbussen werden sie kaum noch erwähnt, hier stehen vielmehr unterschiedliche Sen-

sorsysteme im Fokus. Sie sind sozusagen technisch einen Schritt weiter, denn sie müssen ihr Umfeld erkennen. Neben Kameras gehören vor allem Laser-, Ultraschall-, Radar- und/oder Lidarsensoren zur Ausstattung der selbstfahrenden Kleinbusse. Sie werden für die Abstandsmessung und für die Verarbeitung weiterer Informationen aus dem Umfeld benötigt.

**In diesem Zusammenhang** hat die Society of Automotive Engineers (SAE) fünf Stufen des automatisierten beziehungsweise autonomen Fahrens definiert. Diese Einteilung in Level 1 bis 5 hat sich mittlerweile weltweit in der Automobilindustrie durchgesetzt. Im Level 1 verfügt das Fahrzeug über einzelne unterstützende Systeme wie beispielsweise Antiblockiersystem (ABS) oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (EPS). Diese

Assistenten greifen selbsttätig ein. Wenn dann automatisierte Systeme Teilaufgaben (zum Beispiel adaptive Geschwindigkeitsregelung, Spurwechselassistent, automatische Notbremsung) übernehmen, spricht man von Level 2. Der Fahrer behält hier aber immer noch die Hoheit über das Fahrzeug und die Verantwortung. In Level 3 kann das Fahrzeug dann schon streckenweise selbsttätig beschleunigen, bremsen und lenken. Bei Bedarf fordert das System den Fahrer aber auf, die Kontrolle zu übernehmen. Fast am Ziel ist dann der Level 4:

## AUTONOMES FAHREN FUNKTIONIERT NUR MIT ENTSPRECHENDEN ASSISTENZSYSTEMEN. DIE BENÖTIGTE TECHNIK IST TEUER UND KOMPLEX

Das Fahrzeug kann vollständig autonom fahren, der Fahrer hat aber die Möglichkeit, einzugreifen und das System zu „überstimmen“.

Die letzte Stufe ist dann der Level 5, bei dem ein voll automatisierter, autonomer Betrieb des Fahrzeugs ohne die Möglichkeit und auch Notwendigkeit des Eingreifens durch den Fahrer stattfindet.

**Bis zum automatisierten** beziehungsweise autonomen Fahren nach Level 5 ist es aber noch ein weiter Weg, wie die Verantwortlichen bei der Deutschen Bahn als die treibende Kraft hinter dem autonomen Bus Bad Birnbach bestätigen. Seit Oktober 2017 verkehrt der selbstfahrende Kleinbus im Auftrag der Deutschen Bahn auf einer 660 Meter langen Strecke in der Marktgemeinde Bad Birnbach zwischen Ortszentrum und der Rottal Terme. Mit dem Fahrzeug können bis zu sechs Fahrgäste, darunter auch Rollstuhlfahrer oder Fahrgäste mit Kinderwagen, befördert werden. Der selbstfahrende Kleinbus folgt automatisiert einer vorab einprogrammierten Route. Bei Bedarf kann jederzeit ein Fahrtbegleiter manuell eingreifen, etwa durch Auslösen eines sofortigen Fahrtstopps oder durch Umfahren eines Hindernisses per Joystick.

Nach dem EU-weit geltenden „Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr“ von 1968 muss der Fahrer eines Fahrzeugs jederzeit die Kontrolle über sein Fahrzeug haben. Dieses Übereinkommen wurde 2016 dahingehend geändert, dass automatisierte Systeme unter anderem dann zugelassen werden dürfen, wenn der Fahrer sie „überstimmen“ kann. Vollständig autonome Fahrzeuge sind deshalb in Deutschland zurzeit noch nicht zulassungsfähig.

**Insgesamt sind die rechtlichen** Rahmenbedingungen des autonomen Fahrens komplex. Da es bei vollständig autonomen Fahrzeugen keinen Fahrer gibt, stellt sich die Frage, wer bei Unfällen haftet. Im gegenwärtigen Rechtssystem kann ein Fahrzeug allein, das heißt ohne Halter, Hersteller etc., dafür nicht haftbar gemacht werden. Ein Punkt, der zu klären ist. Viele begleitende Studien geben das den Verantwortlichen als Hausaufgabe mit. Das vom BMVI geförderte Forschungsprojekt „LEA (Klein-)Bus“ zieht als Fazit, dass der Einsatz von selbstfahrenden Kleinbussen im ÖPNV eine Vielzahl neuer Möglichkeiten für eine flexiblere Angebotsgestaltung und Betriebsorganisation eröffnet und die Betriebskosten unter be-



Die Studie des Urbanetic von Mercedes-Benz fährt zu Demo-Zwecken in Las Vegas



Mit dem eGO Lux zeigt die eGO Mobile AG, was mit einem People Mover möglich ist

stimmten Bedingungen gegenüber dem heutigen ÖPNV deutlich sinken. Bisher erzielte Erfahrungen aus Fahrzeugeinsätzen und Befragungen zeigten eine hohe Verkehrssicherheit und Akzeptanz der automatisierten (Klein-)Busse. Jedoch seien die eingesetzten Fahrzeug-Prototypen technisch nicht in der Lage, ohne manuelle Steuerung zu fahren, wie es im Abschlussbericht heißt. In den Experten- und Nutzerbefragungen wurde klar der

Wunsch geäußert, dass für den Einsatz im regulären ÖPNV-Betrieb weitere Schritte aufseiten der Fahrzeugentwicklung vonnöten sind: Fahrzeuge müssen den Vorschriften der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung entsprechen, Hindernisse müssen eigenständig umfahren und Fahrgästen muss, auch ohne Sicherheitsfahrer, ein diskriminierungs- und barrierefreier Zugang gewährt werden. Höhere Fahrgeschwindigkeiten als die bisher





© Daimler



People Mover können nach Kundenwunsch ausgebaut werden

© Rüdiger Schreiber



Der eGo Moove startet bei Level 1 mit Lenkrad und Fahrer

© Rüdiger Schreiber



Die ersten 250 People Mover von eGo Mobile sollen schon 2020 auf der Straße fahren

© eGo Mobile AG



People Mover bieten viel Stehfläche, haben aber auch Sitzplätze an Bord

© Rüdiger Schreiber

rechtlich maximal erlaubten 25 km/h werden ebenso erwartet wie eine größere Batteriereichweite.

Eine Erneuerung der kompletten Verkehrsinfrastruktur ist nicht erforderlich, wohl aber deren beständige Pflege. Je nach Einsatzort muss Ladeinfrastruktur angepasst oder ausgebaut werden. Für die stetige Verfügbarkeit und Aktualisierung digitaler Karten und die Lokalisierung der Fahrzeuge muss eine IT-Infrastruktur

(WLAN und/oder Mobilfunk) und GPS-Abdeckung großflächig verfügbar sein.

**In selbstfahrende Kleinbusse** werden große Hoffnungen gesetzt. Zu Recht, denn sie werden effizientes Fahren vor allem in den autoverstopften Städten ermöglichen und als Ergänzung des öffentlichen Nahverkehrs auf kurzen oder schwach ausgelasteten Strecken oder als Zubringer fahren.

Die benötigte Technologie für Level 5 ist extrem teuer und komplex. Zulieferer der Automobilindustrie haben sich auf die benötigten Bauteile spezialisiert und kooperieren mit den Herstellern. Trotz aller Tests ist nicht klar, wann die höchste Stufe, also der selbstfahrende und fahrerlose Kleinbus erreicht wird. Bei dem das einzige, was die Fahrgäste bei der Fahrt selbst bestimmen, der Abholort und das Fahrziel sein werden. *Rüdiger Schreiber*

# Die Zukunft kommt durch die Tür



Eine Bode Innenschwenktür. Sie kommt in allen Stadtbussen zum Einsatz und zeichnet sich durch hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit aus

Foto: Bode

Wie Smart Doors den Omnibusmarkt revolutionieren, erklärt Dr. Jörg Willert, Geschäftsführer bei der Gebr. Bode GmbH & Co. KG und verantwortlich für den Bereich Straßenfahrzeuge (Omnibusse & Automotive). Außerdem im Gespräch: der globale Boom im Omnibusmarkt und wie Bode mit innovativen, zuverlässigen Produkten zurück an die Spitze kommen will. Mit den neuen Türsystemen könnte der Ausruf „Die Fahrkarten bitte!“ bald Geschichte sein.

**OR:** Dr. Willert, erklären Sie unseren Lesern bitte kurz, was die Gebr. Bode GmbH & Co. KG macht?

**Dr. Jörg Willert:** Gerne: Bode ist einer der weltweit führenden Anbieter von innovativen Tür- und Zustiegssystemen für Bahnen, Busse, Nutz- und Elektrofahrzeuge und die Nummer eins in Europa. Jeder, der schon einmal in Deutschland Zug gefahren ist, ist mit unseren Türsystemen in Berührung gekommen. Unser größter Geschäftszweig derzeit ist der Schienenverkehr. Das soll sich ändern. Beide Bereiche, Bahn und Busse werden gleichwertig gestärkt. Unser besonderer Vorteil ist, dass wir auf die Kompetenz beider Bereiche zurückgreifen und Synergien im Sinne unserer Kunden nutzen können.

**OR:** Wie entwickelt sich der Omnibusmarkt?

**JW:** Zukunftsträchtig! Da muss man unter-

scheiden zwischen unserem Kernmarkt Europa, inklusive der Türkei, und den globalen Märkten. Im etablierten Kernmarkt rechnen wir in den kommenden Jahren mit einem jährlichen Marktwachstum von circa zwei Prozent. In Deutschland kommt der Branche die Liberalisierung des Reisebusmarktes entgegen. Sie hat dafür gesorgt, dass der Bus auf der Langstrecke zu einer echten Alternative zu Bahn- und Flugverkehr avanciert ist. Der steigende Bedarf nach Stadtbussen im ÖPNV tut sein Übriges – unabhängig davon, ob diese Fahrzeuge verbrennungsmotorisch, hybridisiert oder rein elektrisch angetrieben werden.

Die Wachstumsprognose für den weltweiten, globalen Markt fällt noch deutlicher aus: Mehr als fünf Prozent jährliches Wachstum in den nächsten fünf Jahren! Hier wollen wir unser Geschäft stark ausweiten, um von



Foto: Bode

**Dr. Jörg Willert** verantwortet bei der Gebr. Bode GmbH & Co.KG den Bereich Straßenfahrzeuge

dem regelrechten Boom in Ländern wie China, Indien, Brasilien oder Mexiko zu profitieren. Dabei erfüllen wir als Bode-Gruppe mit internationalen Standorten und mit unseren Tochtergesellschaften bereits heute die erforderlichen Voraussetzungen, um den globalen Marktanforderungen gerecht zu werden.

**OR:** Welche Strategie verfolgen Sie dabei?

**JW:** Wir möchten vor allen Dingen auf zwei Wegen unsere führende Position bei Türsystemen für Premium- und Volumen-Busse ausbauen und wachsen: Zum einen über eine stärkere Kundenorientierung. Die Bedürfnisse und Produkthanforderungen unserer Kunden noch schneller, besser zu bedienen

und exzellenten Service zu bieten, hat für uns oberste Priorität. Die hohe Verfügbarkeit unserer Türsysteme im täglichen Busbetrieb, die Wartungsarmut beziehungsweise Wartungsfreiheit und Servicefreundlichkeit unserer Bode-Produkte sind hier ganz wesentliche Merkmale, welche unsere Kunden wertschätzen.

Zum anderen arbeiten unsere Ingenieure an innovativen Produkten, die unsere Art, Bus zu fahren und Bus-Türen zu betreiben, revolutionieren wird.

**OR:** Das klingt spannend! Von welchen Innovationen sprechen Sie?

**JW:** Diese Innovationen sind in den Bereichen Elektrifizierung und Digitalisierung verortet. Im Wesentlichen geht es momentan um die Entwicklung neuer, hoch verfügbarer, elektrischer Antriebstechniken für Omnibusse. So entwickeln wir derzeit eine neue Generation elektrischer Schwenk-Schiebe- sowie Innen-Schwenk-Türsysteme, die auch in zehn bis zwanzig Jahren den Anforderungen des Stadtbus-Marktes gewachsen sein werden.

Darüber hinaus werden wir in Kooperation mit dem Automobilzulieferer Brose eine vollkommen neue Art von Zugangssystemen für neue Mobilitätskonzepte wie zum Beispiel People Mover entwickeln. Derartige Türsysteme sind smart, das heißt sie können je nach Kundenanforderung vielfältige Aufgaben im Bereich Transfertechnologie übernehmen: von der Einstiegsüberwachung per LIDAR-System, über Zugangskontrolle, Ticketing, Monitoring bis hin zur Beleuchtung. Hier helfen uns neben der Kooperation mit Brose vor allem auch die bereits erwähnten Entwicklungssynergien mit unseren Kollegen aus dem Bahnbereich.

Ein technologischer Abstrahleffekt auf unsere Omnibus-Produkte wird dabei die logische Konsequenz derartiger Innovationen sein.

Diese neuen, digitalen Türsysteme werden Prozesse im öffentlichen Nahverkehr vereinfachen, die Sicherheit der Fahrgäste erheblich erhöhen und durch ihre zustandsbasierte Wartungsprognose den Service bei den Betreibern deutlich verbessern. So werden sie zu einem echten Wertschöpfungsfaktor im Geschäftsmodell der Mobilitätsanbieter.

**OR:** Wie ist Ihre Planung für die Marktreife der neuen Türsysteme?

**JW:** Die neue Schwenk-Schiebe-Tür wird derzeit umfassend erprobt. Ich schätze, Mitte bis Ende des nächsten Jahres werden unsere neuen SST-Systeme für Stadtbusse in der elektrischen Variante die erforderliche Marktreife erzielt haben, um sie unseren Kunden anbieten zu können.

**OR:** Was macht denn eine gute Tür für Bus und Bahn aus Ihrer Sicht aus?

**JW:** Türen im öffentlichen Nahverkehr sind stark beansprucht. Sie müssen robust, zuverlässig, wartungsarm und sicher sein. Eine Türstörung im Omnibus bedeutet, dass der Bus sofort für den weiteren Betrieb ausfällt und zur Reparatur muss, ein sogenannter „Liegenbleiber“. Diese Ausfälle bringen nicht nur den Fahrplan durcheinander, sie kosten die Betreiber-Unternehmen richtig viel Geld. Unsere zukünftigen smarten Türsysteme werden sich selbst überwachen und ihren Wartungsbedarf frühzeitig anmelden können. So verhindern sie unnötige Ausfälle durch technische Defekte, Vandalismus oder Verschleiß.

**Smarte Türsysteme können in Zukunft den Einstieg überwachen sowie Ticketing und Monitoring anbieten**

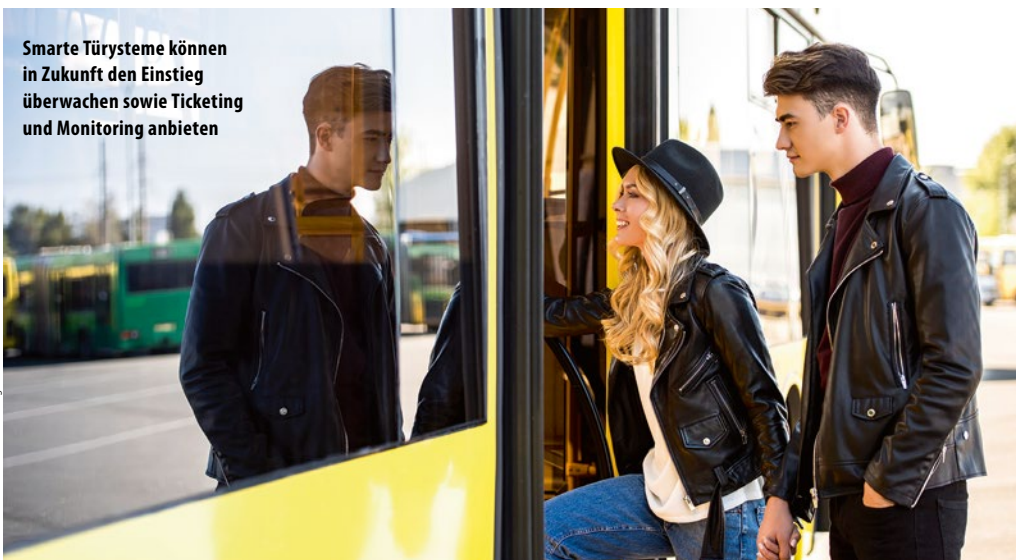


Foto: Lightfield Studios/stock.adobe.com

# Wärme rückgewinnen – der Umwelt zuliebe

**90 Jahre alt und kein bisschen angestaubt: Die HLK-Experten von AURORA senken den Energiehunger von Bussen durch ein ganzheitliches Thermomanagement. Wie das die Busse noch „grüner“ macht, verrät Geschäftsführer Peter Lohse.**

**OR:** Herr Lohse, AURORA feiert 2020 ein schönes Jubiläum. Vor 90 Jahren gründete Konrad G. Schulz das Unternehmen, nachdem er die erste Heizung für Busse entwickelt hatte. Wie hat sich AURORA vom Familienbetrieb zu einem weltweit agierenden Hersteller von Heiz-Klima-Systemen entwickelt?

**Peter Lohse:** In Schkeuditz bei Leipzig wurden zunächst Heizungen für Busse und kurz später auch für Bahnen hergestellt. Nach Kriegsende begann 1952 mit dem Neustart in Krefeld und 1965 mit dem Umzug nach Mudau ein neues Kapitel: Die Produktpalette wurde auf die Klimatisierung mobiler Maschinen mit Kabinen erweitert. So entwickelten wir uns zum anerkannten Partner für HLK-Komplettlösungen jeglicher Einbausituation und Leistungsanforderung. Unterstützend wirkte dabei gewiss 1990 die

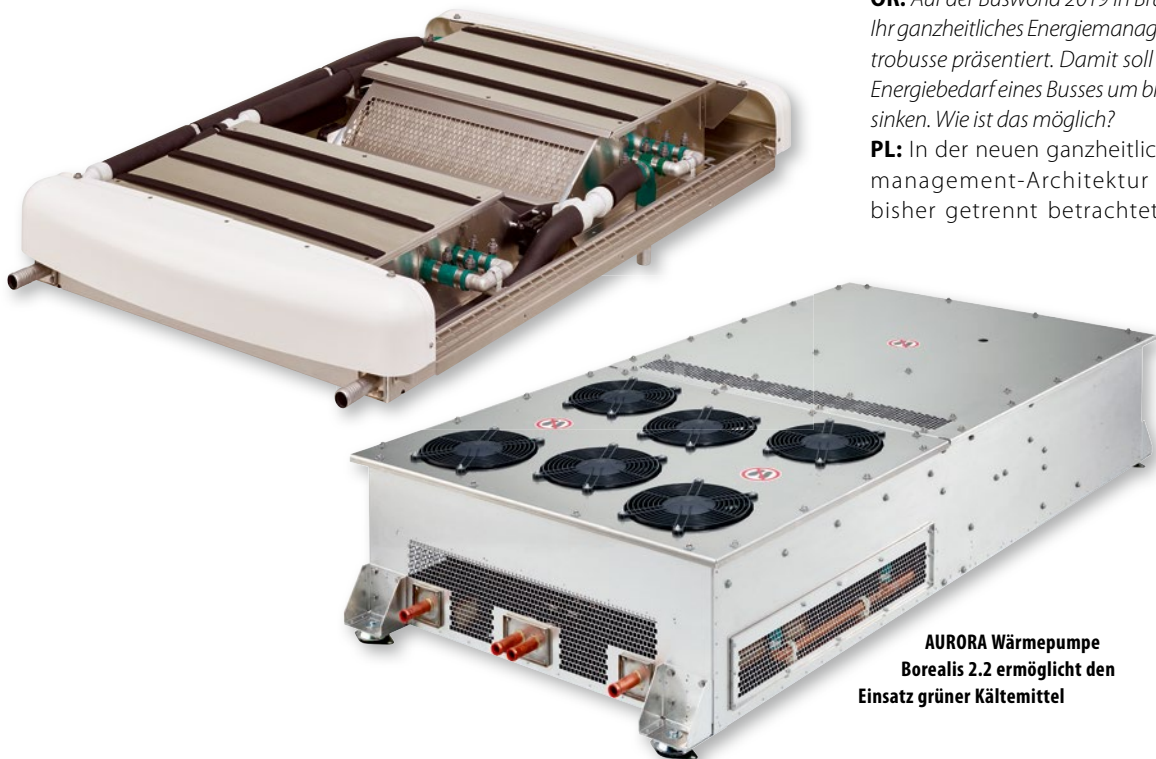
Übernahme durch die INDUS Holding AG: Die INDUS stellt sicher, dass wir unsere mittelständische Identität bewahren und unsere Stärken ausbauen können.

**OR:** Worin heben sich Ihre Systeme von denen der Konkurrenz ab?

**PL:** AURORA setzt mit kompetenten Mitarbeitern komplexe Entwicklungsprojekte schnell um. Daraus entstehen zuverlässige Serienprodukte, die kundenspezifische Lösungen ermöglichen. Die AURORA-Gruppe ist ein Vollanbieter. Wir entwickeln hochkomplexe Klimasysteme und stellen auch die nötigen Komponenten mit einer hohen Fertigungstiefe selbst her. Damit liegt die Qualität unserer Systeme komplett in unserer Hand – und greift vom kleinen Bauteil bis hin zur kompletten HLK-Anlage.

**OR:** Auf der Busworld 2019 in Brüssel haben Sie Ihr ganzheitliches Energiemanagement für Elektrobusse präsentiert. Damit soll der elektrische Energiebedarf eines Busses um bis zu 50 Prozent sinken. Wie ist das möglich?

**PL:** In der neuen ganzheitlichen Energiemanagement-Architektur werden die bisher getrennt betrachteten Bereiche



**AURORA Wärmepumpe Borealis 2.2 ermöglicht den Einsatz grüner Kältemittel**



**Peter Lohse ist Geschäftsführer bei AURORA, dem weltweit agierenden HLK-Spezialisten**

„Heizung – Lüftung – Klima“ und „Motor- und Batteriekühlung“ in ein Thermomanagement-System integriert. So ist es möglich, sämtliche Wärmequellen und -senken einzelner Systeme in einem Gesamtsystem zu betrachten, die thermischen Energieflüsse ganzheitlich zu steuern und ein Maximum an Wärme aus allen Wärmequellen für das Heizen zurückzugewinnen. Durch diese ganzheitliche Wärmerückgewinnung kann der Energiebedarf für Heizung/Klimatisierung über das Jahr um bis zu 50 Prozent gesenkt werden. Bei maximaler Auslegung des Systems könnte so die nötige Batteriekapazität um bis zu 25 Prozent reduziert, oder bei gleicher Batteriekapazität

die Reichweite der Fahrzeuge entsprechend erhöht werden.

**OR:** Für den Betrieb des Wärmepumpensystems Borealis 2.0 ist jetzt auch der Einsatz des Kältemittels R290 möglich. Welchen Vorteil bringt das?

**PL:** Dank seiner hervorragenden thermodynamischen Eigenschaften ist R290 ein besonders energieeffizientes Kältemittel. R290 bietet im Vergleich zu CO<sub>2</sub> eine wesentlich höhere Effizienz beim Heizen und Kühlen. Die Borealis 2.2 wurde bereits im Konzept darauf ausgelegt, die Vorteile von Propan zu nutzen, ohne Abstriche an der Sicherheit zu machen. Ein hermetisch geschlossener Kältemittelkreislauf und ein belüfteter kältemittelführender Bereich ohne Zündquellen und ohne Verbindung zum Fahrgastraum wurden hierfür umgesetzt. Zudem benötigt die Anlage eine sehr geringe Kältemittelfüllmenge.

**OR:** In Zeiten eines neuen Umwelt- und Klimabewusstseins: Welchen Wert messen Sie der Umweltverträglichkeit Ihrer Systeme bei?

**PL:** Bei immer schärfer werdenden Klimaschutzdiskussionen mit Fokus auf die Reduzierung der Fahrzeugemissionen sehen wir unsere Verantwortung darin, alle Systeme und Komponenten auf optimale Umweltverträglichkeit zu entwickeln: Neben dem Einsatz von natürlichen, halogenfreien Kältemitteln sind dies nachhaltige Fertigungsprozesse und langlebige Komponenten. Damit unterstützen wir die OEMs in ihren Bemühungen, emissionsfreie Maschinen

und Fahrzeuge zu entwickeln, die die Anforderungen der Betreiber erfüllen.

**OR:** Welche Neuheiten wird AURORA dieses Jahr auf den Markt bringen?

**PL:** Ermöglicht durch die Erfolge bei Elektrobussen werden wir uns verstärkt im Schienenbereich engagieren. Da hier der Energieverbrauch für die Traktion weitgehend optimiert ist, rückt die HLK-Technik in den Vordergrund. Wir arbeiten an einer Applikation der Borealis Wärmepumpe für Light-Rail-Fahrzeuge und an der Anpassung vieler Komponenten für Bahnanwendungen. Zudem entwickeln wir eine neue Generation von Aufdachklimaanlagen. Optimiert in Gewicht und Leistung werden diese in absehbarer Zeit in verschiedenen Leistungsstärken angeboten.

**OR:** Richten wir den Blick in die Zukunft: Welche Herausforderungen kommen auf AURORA durch die zunehmende Elektrifizierung der Linienbusse zu?

**PL:** Es überwiegen eindeutig die Chancen. Im Elektrobuss-Bereich sehen wir eine fast disruptive Entwicklung: Neue, kleinere Marktteilnehmer dominierten in den letzten Jahren den E-Busmarkt. In diesem Marktumfeld können wir unsere Stärken ideal einbringen und entwickeln integrierte Systemlösungen für den spezifischen Einsatz. Besonders für das ganzheitliche Energiemanagement signalisieren unsere Kunden, dass kaum ein Wettbewerber das Potential der Wärmerückgewinnung so konsequent nutzt wie wir.

**AURORA**   
Advanced HVAC Solutions

**Grünes  
Klima!**

Weitere  
Informationen  
auf der ElekBu  
2020



## Hocheffiziente BOREALIS 2.2

- nur 1,5 kg R290, natürliches, halogenfreies Kältemittel mit geringem GWP
- Vollklimatisierung bei Zero-Emission von -15° bis + 40°C
- Effizienz durch ganzheitliche Vernetzung mit dem Fahrzeug-Energiemanagement
- Ganzjährig praxistaugliche Reichweiten

# Emissionsfreie Fahrzeuge sind die Zukunft des ÖPNV

**Solaris bringt die Elektromobilität im Busbereich auf die Überholspur. Mateusz Figaszewski erläutert, wie Solaris Betreiber über den Fahrzeugkauf hinaus unterstützt.**

**OR:** Herr Figaszewski, Solaris ist heute einer der Marktführer für die Elektromobilität in der Busbranche in Europa. Wie kam es dazu?

**Mateusz Figaszewski:** Bereits vor einem Jahrzehnt haben wir uns Richtung des elektrisch betriebenen öffentlichen Verkehrs aufgemacht und sind konsequent bei diesem Weg geblieben. Die anderen Hersteller in der Branche haben inzwischen ebenso den Weg eingeschlagen. Langfristige Investitionen in die Entwicklung der Elektromobilität haben sich gelohnt. Das Unternehmen Solaris ist heute tatsächlich einer der wichtigsten Akteure des Wandels des öffentlichen Verkehrs in Europa und 2019 bekam es den Zuschlag für die größte Anzahl von Aufträgen über Batteriebusse.

**OR:** Wie unterstützt Solaris Busunternehmen in diesem Prozess?

**MF:** Für viele Betreiber, sowohl für die großen, als auch für die kleineren, sind wir Partner in diesem anspruchsvollen Prozess, daher haben wir unser Angebot so gestaltet, dass es umfassende Lösungen nicht nur im Bereich Fahrzeuge, sondern auch im Bereich Infrastruktur beinhaltet. Wir sind Partner in diesem Bereich nicht nur bei der Lieferung von Fahrzeugen und Anlagen, sondern auch in Bezug auf ihre mehrjährige Wartung und Aftersales-Services. Wir bieten unseren Kunden einen bewährten, innovativen Bus mit einem modernen Design an, der mit den modernsten technischen Lösungen ausgestattet ist. Wir fertigen ihn

ganz nach Kundenanforderungen, was seine Ausstattung wie auch Ladesysteme anbelangt. Darüber hinaus sind wir auch bereit, die für seine Ladung notwendige Infrastruktur aufzubauen. Für noch mehr Effizienz unserer Batteriebusse bieten wir unseren Kunden auch die von uns entwickelte Software zum Flottenmanagement eSConnect an.

**OR:** Wie kann man diese Position behalten, insbesondere heute, wenn, um mit der Entwicklung und anderen Wettbewerbern mithalten zu können, es nicht nur reicht, nach vorne zu gehen, sondern man schnell vorwärts laufen muss?

**MF:** Kontinuierlich entwickeln wir unser Portfolio an Fahrzeugen mit Elektroantrieb. Dieses Jahr feierten wir einige Premieren: eine neue Generation des Wasserstoffbusses, Batterien der neuen Generation, dank denen ein Bus eine Reichweite von mindestens 200 Kilometern unter allen geographischen und klimatischen Bedingungen erreichen kann, und einen doppelgelenkigen O-Bus, der auch Batterien besitzt. Wir arbeiten auch an der Einführung autonomer Lösungen in unsere Fahrzeuge. Die neuesten Fahrerassistenzsysteme ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) sind bereits in unserem Angebot vorhanden.





Foto: Solaris

**Mateusz Figaszewski, Bevollmächtigter des Vorstands für Elektromobilität und PR bei Solaris**

**OR:** Mit welchen Eigenschaften wusste Solaris bisher zu gefallen?

**MF:** Die Position des Marktführers der Elektromobilität haben wir vor allem dank der

Zuverlässigkeit unserer Produkte und einer hervorragenden Einsatzfähigkeit unserer Batteriebusse erreicht. Unsere Fahrzeuge sind eine bewährte und zuverlässige Technologie. Eben diese Eigenschaften wussten die Jury-Mitglieder zu schätzen, als sie den Solaris Urbino 12 electric zum Stadtbus des Jahres „Bus of the Year“ gekürt haben. Unsere Batteriebusse Urbino verkehren in 17 Ländern Europas und haben bereits insgesamt über 25 Millionen Kilometer zurückgelegt. Das sind eben die wertvollen Kilometer der Erfahrung, die uns ermöglichen, Busse zu bauen, die sowohl im frostigen Finnland als auch im heißen Barcelona ihren Dienst erfolgreich leisten können.

**OR:** Bemerken Sie schon veränderte Erwartungen auf Kundenseite?

**MF:** Im Zeitalter, in dem die Elektromobilität immer mehr zum Thema und für öffentliche Verkehrsbetreiber immer erschwinglicher wird, wachsen auch die Erwartungen der Betreiber an die bestellten Produkte. Unsere Erfahrung, Zuverlässigkeit unserer Produkte und umfassendes Angebot lassen uns diesen Anforderungen gerecht werden.

**OR:** Das heißt, der Elektromobilität gehört die Zukunft?

**MF:** Ich glaube, heute zweifelt niemand mehr daran. Marktprognosen bestätigen diese Richtung – Schätzungen zufolge soll der Anteil an emissionsfreien Bussen in den nächsten zehn Jahren über die Hälfte der neu erworbenen Flotte ausmachen.

Solaris verfügt heute über ein sich ergänzendes emissionsfreies Portfolio, dank dem es sich auf moderne Herausforderungen und verschiedene Kundenbedürfnisse vorbereiten kann. Wir bieten Batteriebusse von verschiedener Länge und mit verschiedenen Batteriearten, die unterschiedlich geladen werden können.

In unserem Angebot finden sich zudem auch O-Busse, die auch keine Schadstoffe emittieren und wenn wir sie mit Batterien ausstatten, können sie auch dort verkehren, wo keine Oberleitungsinfrastruktur vorhanden ist. Wir sollen dabei Wasserstoffbusse nicht vergessen. Emissionsfreie Wasserstoffbusse haben wir bis dato unter anderem nach Hamburg und Riga ausgeliefert. Geplant sind in Kürze die Lieferungen nach Bozen in Italien. Das ist auch einer der Richtungen der Entwicklung der Elektromobilität.

**OR:** Stehen diese Technologien im Widerstreit miteinander?

**MF:** Unserer Ansicht nach soll die Entwicklung all dieser Technologien synergetisch verlaufen – sowohl der batteriebetriebenen Fahrzeuge, als auch der O-Busse und Wasserstoffmodelle. Sie sollten nicht miteinander konkurrieren. Ganz im Gegenteil – all diese Technologien ergänzen sich perfekt und können aus dem technischen Fortschritt schöpfen. Wir glauben daran, das ist ein Prozess, der für die Gewährleistung eines nachhaltigen, lokal emissionsfreien Verkehrs der Zukunft unerlässlich ist und zur Verbesserung der Klimasituation beitragen kann.

**OR:** Welche mittel- und langfristigen Ziele strebt Solaris in Zukunft an?

**MF:** Wir ruhen uns sicherlich nicht auf den Lorbeeren aus und werden unsere Busse weiterentwickeln. Der öffentliche Nahverkehr erlebt gerade einen dynamischen Wandel, was die Einstellung von Fahrgästen und Technologie anbelangt. Wir versuchen darauf zu reagieren, oder diesen sogar voraus zu sein. Heute haben wir nur ein Ziel – keine Emissionen. Wir hoffen, dass dies bald ein gemeinsames Ziel in ganz Europa sein wird.



Die Zukunft ist elektrisch, gerade im urbanen Verkehr. O-Busse, batteriebetriebene Busse und Wasserstoffbusse konkurrieren nicht, sondern ergänzen sich

Foto: Solaris



**SOLARIS**  
CAF GROUP COMPANY

# RICHTUNG > E-Mobilität

Wir geben dem ÖPNV ein neues Bild

[www.solarisbus.com](http://www.solarisbus.com)



**CAF** | GROUP