

# OMNIBUSREVUE

Branchenkompass  
2019

extra





Depot-/Overnight-Charging benötigt flexible und zuverlässige Ladestromzuführungen.

...und wir nennen sie beim Namen:

# ChargingREEL.com

# ChargingSTINGER.com

## Vor dem großen Wurf

MICHAEL SIMON

Aufmerksamen Lesern der OMNIBUS-REVUE sind die redaktionellen Sonderhefte geläufig. Beinahe monatlich liegt der regulären Ausgabe ein interessantes, monothematisches Sonderheft bei – in dieser Ausgabe sogar zwei. Meistens sind diese dem Touristik-Bereich zuzuordnen. Nicht so in diesem Fall. Mit dem Branchenkompass hebt die Redaktion ein neues publizistisches Baby aus der Taufe, das eindeutig technische Gene hat.

**Die Nadel** des Branchenkompasses möchte Omnibusunternehmern anzeigen, welchen Kurs Bushersteller, Zulieferer sowie Nah- und Fernverkehrsanbieter, kurz: die Branche, eingeschlagen haben. In dieser ersten Ausgabe haben sich unsere Autoren der spannenden Entwicklung rund um das Thema Elektromobilität angenommen. Sie werden beim Lesen wohl

merken, dass manches vage ist, vieles noch Zeit braucht und einiges in den Sternen steht. Das ist richtig. Dennoch möchten wir es nicht versäumen, Sie über Entwicklungen, kurz bevorstehende Markteinführungen und realistische Visionen zu informieren – noch bevor einer Technik oder einem Unternehmen der große Wurf gelingt. Apropos Unternehmen: Im hinteren Heftteil informiert Sie die Industrie, wie sie sich auf die Zukunft im Busgeschäft einstellt. Dabei wünsche ich Ihnen gute Erkenntnisse und eine kurzweilige Lektüre!



### Inhalt

#### Trends in der Elektromobilität

- 4 E-Bus-Betriebshöfe**  
Die E-Mobilität braucht neue Konzepte für Betriebshöfe, um effiziente Prozesse sicherzustellen. Eine Tour durch Europa
- 8 Strategien der Hersteller**  
Welche Pläne haben die großen OEM in der Schublade? Welche Modelle sind schon auf dem Markt? Ein Abriss
- 12 Elektrische Fernbusse**  
Flixbus setzt einen E-Bus ein. Der Durchbruch im Fernbusmarkt oder lediglich PR-Aktion? Eine Einschätzung
- 14 Batterie made in Germany**  
Das deutsche Unternehmen Akasol entwickelt Batterien für Hybrid- und Elektrobusse. Ein Vor-Ort-Gespräch

#### Advertorials aus dem Markt: Anregungen für das Jahr 2019

- 18 Stromübertragungslösungen**  
Timo Staubach erklärt, wie die Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH den Stand der E-Mobilität einschätzt
- 20 Wasserstoffbusse**  
Der Wasserstoffbus hat signifikante Vorteile gegenüber dem E-Bus, ist das Unternehmen KEYOU überzeugt
- 22 Passagiersitze**  
GRAMMER ist zurück im Geschäft mit den Passagiersitzen. Timo Bauer legt dar, was dahintersteckt

### 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  
vertriebsservice@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

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

**Grafik und Layout**  
Lena Amberger, Sabine Spanner

**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

**Anzeigenverkauf Touristik**  
Doris Kester-Frey  
Tel. 0 89/20 30 43-16 71  
doris.kester-frey@springernature.com

Anna Roßmeier  
Tel. 0 89/20 30 43-12 08  
anna.rossmeier@springernature.com

Marco van Belle (BeNeLux)  
Tel. 00 31/1 18 65 09 87  
marco@mcomm.nl  
Veronika Kiszal (PL, CZ, SK, A, SLO, HR, H)  
Tel. 00 36/27 30 31 55  
omnibus1@invitel.hu

Alfonso d'Angelo (IT)  
Tel. 00 39/33 41 01 01 10  
alfonso.dangelo.consultant@springernature.com

# Beginn einer neuen Ära

Wie gelingt dem ÖPNV der Umstieg in das **Zeitalter der Elektromobilität**? Den Bus einfach nur mit dem Stecker anzuschließen, reicht nicht. Norddeutsche und europäische Vorreiter zeigen, wie entscheidend ein ausgeklügeltes Management des Betriebshofs wird.

**M**it dem Kauf eines Elektrobusses allein ist der Umstieg in die Welt der Elektromobilität nicht abgeschlossen. Im Gegenteil, damit fängt die neue Ära erst an. Verkehrsbetriebe müssen ein Gesamtkonzept entwickeln, das neben dem Einsatz von elektrischen Fahrzeugen auch berücksichtigt, dass das Laden nichts mehr mit dem Tanken gemeinsam hat. Spätestens jetzt wird deutlich, dass mit dem Beginn einer neuen, im wahrsten Sinne spannenden Ära auch die Betriebshöfe berücksichtigt werden müssen.

Das alles kostet Geld, viel Geld. Nach der erfolgreichen Förderung von Hybridbussen im öffentlichen Nahverkehr und der Erkenntnis, dass Batteriebusse für bestimmte Einsatzbereiche inzwischen serienreif sind, fördert das Bundesumweltministerium nun auch die Anschaffung von Elektrobussen mit Mitteln des Energie- und Klimafonds. Bis zu 80 Prozent der In-

## BUNDESUMWELTMINISTERIUM FÖRDERT DIE ANSCHAFFUNG VON ELEKTROBussen AUS MITTELN DES ENERGIE- UND KLIMAFONDS

vestitionsmehrkosten gibt es vom Staat, wenn mehr als fünf Elektrobusse beschafft werden.

In den nächsten Jahren bleiben fossile Kraftstoffe unter rein wirtschaftlichen Ge-

sichtspunkten die erste Wahl. Und auch im Regional- und Fernbusverkehr bleibt der Verbrennungsmotor mittelfristig die wirtschaftlichste Antriebsform, Experten sehen hier künftig Hybridantriebe im Vorteil. Nicht wegen der Kraftstoffeinsparung, sondern wegen der Möglichkeit, damit rein elektrisch in die Städte hinein- und hinausfahren zu können. In der Stadt jedoch wird die Elektromobilität im Personenverkehr insbesondere durch die vom Bund und von den Ländern ausgerufenen Förderprojekte voranschreiten.

### Förderung auch für Schulungsmaßnahmen.

Förderfähig sind zudem die dazugehörige Ladeinfrastruktur sowie weitere Maßnahmen, die zur Inbetriebnahme von Elektrobussen nötig sind, wie zum Beispiel Schulungen und Werkstatteinrichtungen. So hat Volvo beispielsweise in Göteborg eine Lehrwerkstatt eingerichtet, in der Kunden des schwedischen Herstellers geschult werden, um die neuen Elektrobusse sicher warten zu können.

Die Komplexität der Elektromobilität sollte nicht unterschätzt werden – neben neuen Handgriffen, Werkzeugen und Abläufen in der Werkstatt führen mit dem Beginn der neuen Ära scheinbar einfache Planungs-

und Prozessabläufe auf den Betriebshöfen zu immer mehr integrierten Lösungsansätzen, denn für alle Verkehrsbetriebe gilt, dass sie auf dem Weg in das neue Zeitalter eine Übergangsphase zu bewältigen haben, in der verschiedenste Antriebstechnologien auf einem Betriebshof beheimatet sein werden.

Die Hamburger Hochbahn hat im Dezember 2018 die ersten in Serie gebauten eCitaro von Mercedes-Benz in Dienst gestellt. Damit wurde in der Hansestadt das sogenannte Tor zur E-Bus-Welt geöffnet. Ab 2020 sollen die Hamburger nur noch rein elektrisch angetriebene Omnibusse beschaffen, so ein Beschluss der Politik. Damit alles problemlos klappt, wurde schon vor sechs Jahren die Innovationslinie 109 ins Leben gerufen. Verschiedene neue, elektrische Antriebstechnologien konnten von der Hamburger Hochbahn unter identischen Rahmenbedingungen eingesetzt und getestet werden. Das nutzten neben Mercedes-Benz auch Solaris und Volvo, um wichtige Erkenntnisse im Echtbetrieb zu sammeln und gezielt die Weiterentwicklung der Technologie zu forcieren.

**Hamburgs neuer E-Bus-Betriebshof.** Parallel liefen Planungen für die Ausrüstung der notwendigen Infrastruktur einer rein elektrischen Zukunft im Busbereich. Ein Herzstück ist der neue Betriebshof für 240



Aus der Grube rauf aufs Dach: Weil die Antriebskomponenten beim E-Bus größtenteils im Dach verbaut sind, arbeiten die Techniker von oben

Elektrobusse, der vollständig auf einen rein elektrischen Busbetrieb ausgerichtet ist. Noch in diesem Jahr geht der neue Standort in Betrieb, alle neuen Elektrobusse der Hochbahn werden hier gereinigt, gewartet, instand gehalten und auf ihren täglichen Einsatz vorbereitet. Rund 600 Busfahrerinnen und Busfahrer gehen künftig von hier aus auf ihre täglichen Touren. Auch wenn die Anzahl der Elektrobusse im ersten Betriebsjahr mit 30 Stromern überschaubar ist, die Hochbahn handelt langfristig: In den darauffolgenden Jahren werden nach und nach alle weiteren Standorte für den Einsatz von Elektrobusen umgebaut.

**Dacharbeitsplätze für die Wartung.** Auch die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein, nach der Hochbahn der zweitgrößte ÖPNV-Dienstleister in Norddeutschland, baut um: Gut zehn Millionen Euro investiert das im Besitz der Hansestadt befindliche Unternehmen in die Infrastruktur, die für Elektromobilität erforderlich ist. Eine neue Halle, rund 2.700 Quadratmeter groß und zehn Meter hoch, bietet fünf Busspuren. Beidseitig gibt es Dacharbeitsplätze und

Kranbahnen, da die Komponenten des Antriebs eines Elektrobusses größtenteils auf dem Fahrzeugdach verbaut sind. Gleichzeitig mit dem Neubau wurde auch mit den Arbeiten zur Installation der Ladeinfrastruktur begonnen: Über eine redundant ausgelegte Ringleitung, eine Trafostation und mehrere Wallboxen werden die Elektrobusse mit Strom – selbstverständlich aus regenerativen Quellen – mit neuer Energie versorgt.

Den Wandel macht ein Blick hinter die Kulissen besonders deutlich: Mit dem Einzug der Elektromobilität in die Verkehrsunternehmen werden neue Technologien der Prozesssteuerung und -optimierung auf den Betriebshöfen verbaut. Die heute schon bereits bei vielen Unternehmen verfügbaren Betriebshofinformations- und -managementsysteme werden um zahlreiche Features ergänzt werden (müssen) – und erhalten so einen völlig neuen Stellenwert für die Sicherung der hocheffizienten Prozesse auf den Betriebshöfen.

**Managementsysteme sind unverzichtbar.** Weil die Energieressourcen im Bereich der Elektromobilität im Tagesgeschäft durchaus endlich sind, vor allem dann, wenn die ganze Mobilität der Stadt Hamburg rein elektrisch abgewickelt werden soll, sind Betriebshofmanagementsysteme ein zwingendes Instrumentarium, um den Energie-

## BETRIEBSHOFMANAGEMENTSYSTEME MÜSSEN UM ZAHLREICHE FEATURES ERGÄNZT WERDEN, UM DIE EFFIZIENZ DER PROZESSE ZU SICHERN

fluss für alle Beteiligten sinnvoll zu steuern. Nur so können gleichzeitige Begehrlichkeiten und Bedürfnisse durchaus parallel befriedigt werden.

Das beginnt beim Verkehrsbetrieb beim Lademanagement und reicht über die Fahrzeugversorgung von Autos aus einem zukünftigen Carsharing-Angebot bis hin zur Werkstatt. Die unterschiedlichsten betrieblichen Anforderungen auch im kleinen Maßstab müssen beherrscht werden, damit das System im großen Ganzen funktioniert.



Die Hamburger Hochbahn stellt E-Busse unter begrünten Carports ab



Werkstatt und Stellplatz liegen direkt nebeneinander



Für Wartungs- und Servicearbeiten eines Elektrobusses wird man in der Werkstatt neue Wege gehen

»Arbeitsgruppe denkt das Gesamtkonzept neu. Generell ist das Denken ein neues: Das System Elektromobilität ist ein Gesamtkonzept, das von Grund auf neu gedacht wird. Hierfür hat die Hamburger Hochbahn eine Arbeitsgruppe von 20 Mitarbeitern zusammengestellt, die die Strategie für die elektrische Zukunft in den verschiedensten Bereichen im Vorfeld recherchiert und strategisch geplant

### KONZEPTE VOM BETRIEB EINER DIESELFLOTTE SIND NICHT MIT DER E-MOBILITÄT VEREINBAR – FOLGLICH BRAUCHT ES NEUE ABLÄUFE

hat. Das nötige Wissen brachten sie aus ihren jeweiligen Fachbereichen mit und tauschten sich in unzähligen Gesprächen untereinander aus.

Eines der wichtigsten Themen der Elektromobilität ist zweifelsohne die Versorgung der Fahrzeuge und des Betriebshofes mit Strom. Die Umstellung der kompletten Infrastruktur gehört – neben der Anschaffung der Elektrobusse – zu den herausforderndsten

Hausaufgaben, wie die Hamburger schnell gemerkt haben. Nicht nur für die Hansestadt gilt: Betriebshöfe müssen mit Ladeinfrastruktur und ausreichender Stromversorgung ausgerüstet werden. Der neue Betriebshof der Hochbahn wurde beispielsweise mit einem 110-Volt-Hochspannungsanschluss ausgerüstet.

Mit dem neuen Busbetriebshof Gleisdreieck erweitern die Hanseaten auch ihre Buskapazitäten: Aufgrund steigender Fahrgastzahlen wird die Anzahl der Busse in den kommenden Jahren um rund 15 Prozent

auf eine Gesamtzahl von dann rund 1.200 ansteigen. Die dafür nötige Ladeinfrastruktur ist nicht nur etwas Neues, sondern etwas, was einem schnellen Wandel unterliegt. Deshalb wird die benötigte Technik immer mit der Indienststellung neuer Elektrobusse angeschafft.

Damit auch die neuere Technik einen reibungslosen Ablauf garantiert, investiert die Hochbahn in eine Software für die

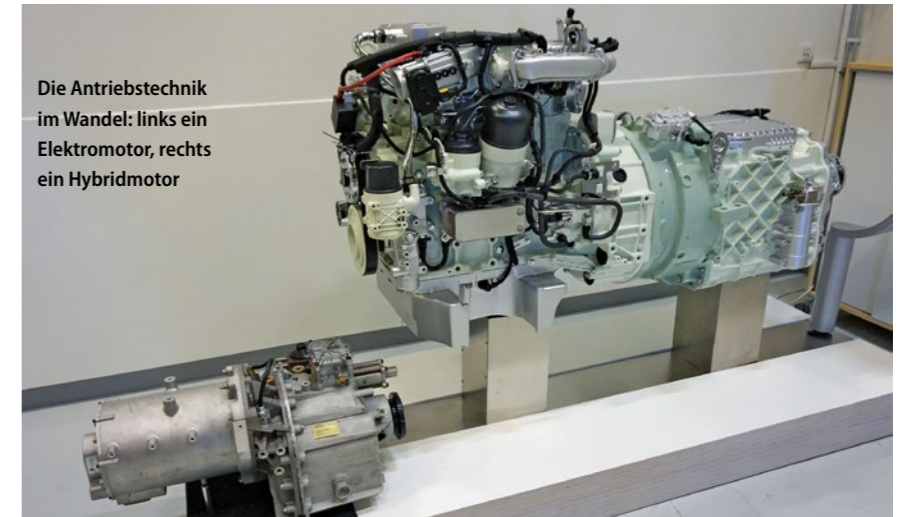
Betriebssteuerung, denn die Arbeitsgruppe hat im Vorfeld ermittelt, dass das Lademanagement eines Elektrobusses ganz andere Rahmenbedingungen mit sich bringt und nicht mit den Abläufen des Betankens eines Dieselmotors zu vergleichen ist. Neben den neuen IT-Systemen für die Fahrzeugüberwachung stehen umfangreiche Qualifizierungsprogramme für die Mitarbeiter des Unternehmens an, denn auch sie betreten Neuland. Fahrer und Werkstattpersonal werden Schritt für Schritt an die neue Technik herangeführt, denn es ist mehr als nur Technisches, was die Mitarbeiter lernen müssen, wie es seitens der Hochbahn heißt. Die Hamburger sprechen in diesem Zusammenhang von einem komplexen System.

**Volvo entwickelt ein neues Geschäftsmodell.** Dabei denken aber auch die Hersteller neu: Volvo beispielsweise hat im Zusammenhang mit der Vorstellung des Elektrobusses ein neues Geschäftsmodell angedacht: So philosophieren die Schweden über eine Generalunternehmenschaft, bei

der der Busersteller nicht nur Elektrobusse verkauft, sondern wie ein ÖPNV-Betreiber agiert. „Wir wollen uns als Hersteller von Elektrobussen zukünftig auch im Betrieb engagieren“, berichtet Hakan Agnevall, der Präsident der Volvo Bus Corporation. Das Geschäftsmodell geht über das Fahrzeug hinaus und stellt eine komplette Anlage, ein System, zur Verfügung. Volvo rechnet dabei dann gefahrene Kilometer ab.

In Hamburg hält man sich mit Zahlen bedeckt, zur Premiere des ersten eCitaro von Mercedes-Benz gab es zumindest eine: 600.000 Euro, etwa doppelt so viel wie ein dieseltreibender Citaro, kostet der Stromer mit Stern. Langfristig sollen die Kosten jedoch gesenkt werden, wie Henrik Falk, Vorstandsvorsitzender der Hamburger Hochbahn, versichert. Die Investitionssumme von 18 Millionen Euro für die ersten 30 Elektrobusse der Hochbahn werden vom Bund gefördert, denn ohne ein gemeinsames Miteinander sei Elektromobilität unter den jetzigen Rahmenbedingungen nicht kostendeckend zu realisieren.

**Hamburg kostet Bundesförderung aus.** Aus dem Sofortprogramm „Saubere Luft 2017–2020“ erhält die Hochbahn zusammen mit den Verkehrsbetrieben Hamburg-Holstein insgesamt 25 Millionen Euro von der Bundesregierung für die erste Phase der Umstellung. Vorerst bleibt es bei Solobussen mit zwölf Meter Länge, ab dem Jahr 2021 sollen aber auch Elektrotrolleybusse in der Hansestadt fahren. Zur Erinnerung: 2017 hatte die Hochbahn die Lieferung von insgesamt 60 Elektrobussen für 2019 und 2020 europaweit ausgeschrieben. Im Mai erteilte die Hochbahn den Zuschlag für die ersten 30 Busse an Mercedes-Benz (20 eCitaro) und Solaris (zehn Urbino 12 electric). Insgesamt sei man in Deutschland auf dem richtigen Weg, glaubt auch Hakan Agnevall von Volvo Bus, man könne hier binnen eines Jahres bei jedem Verkehrsbetrieb ein Elektrobussystem auf die Räder stellen – inklusive der Genehmigung. Nur: Die Größe des Fuhrparks sei entscheidend. Könnte man die Elektrobusse an einer Hand abzählen, dann rechne sich das Ansinnen nicht. Synergien müssten besonders im Elektrobusssegment mehr denn je genutzt werden, findet Volvo Bus Präsident Agnevall.



Die Antriebstechnik im Wandel: links ein Elektromotor, rechts ein Hybridmotor

Und in diesem Zusammenhang kommt auch wieder das komplexe oder auch vernetzte Denken ins Spiel: Geofencing nennen die Schweden das, was sie in Hamburg schon erprobt haben. Ein Zonenmanage-

ment verwaltet nicht nur bestimmte Bereiche in einer Stadt und sorgt für die Einhaltung von Verkehrsregeln. So könne man die Batterie und deren Energie auch effizienter nutzen.

Wie komplex es werden kann, wird deutlich, wenn man an die erfassten Verkehrsdaten des Busses für die Berechnung des voraussichtlichen Energieverbrauchs denkt: Entsprechend in das betriebliche Managementsystem eingepflegt und ausgewertet, informiert die Software den Disponenten, wie schnell und wie umfangreich der Elektrobuss wieder aufgeladen werden muss. Denn nicht jeder Elektrobuss muss mit komplett vollgeladenen Batterien unverzüglich wieder auf die Strecke geschickt werden.



Stecker (o.) oder Pantograf: Das Laden eines Elektrobusses folgt dem Einsatzplan und ist im Depot oder auf der Strecke möglich

**Software hilft bei der Werkstattplanung.** Und wenn der Bus nicht auf die Linie, sondern in die Werkstatt geht, dann ist das auch schon eingeplant. Das Zeitalter des einfachen über der Grube Parkens ist nämlich auch vorbei. Heute sind Dacharbeitsplätze ein Muss, denn Elektrobusse haben, wie gesagt, einen großen Teil der Technik unter dem Fahrzeugdach verbaut. Alles muss auch mit einer ganz anderen Antriebsart einen betriebssicheren und einfach zu handhabenden Ablauf für das Wartungspersonal garantieren. Es bleibt spannend mitzuerfolgen, wie es nun rein elektrisch in die Zukunft geht. Hamburg steht sichtbar am Anfang einer ausschließlich elektrischen Mobilität im Nahverkehr und lässt die Technik im Hintergrund entsprechend mitwachsen.

Rüdiger Schreiber

# Die Elektrostrategen

Wohl kaum eine Antriebsart polarisiert derzeit so wie der Elektromotor. Während es den Befürwortern der E-Mobilität nicht schnell genug gehen kann, fordern Verkehrsplaner einen differenzierten Blick, der nach allen Seiten offen ist. Die Bushersteller setzen mittlerweile auf den E-Bus, allerdings nicht nur.

Der Weg ist das Ziel, doch die Richtung ist noch nicht ganz klar. Zwar nehmen immer mehr Elektrobusse an Fahrt auf und mit Mercedes-Benz ist nun endlich auch ein deutscher Bushersteller mit an Bord, doch damit aus dem Traum vom emissionsfreien ÖPNV kein Altraum wird, gilt es, mit dem nötigen Weitblick zu agieren. Welche Schwierigkeiten dabei auftreten können – sowohl hersteller- als auch betreiberseitig –, zeigt die Praxis. Das beginnt bei der Beschaffung der Elektrobusse. 1:1 gegen Diesel lassen sich diese nämlich nicht ersetzen. Dafür fehlt es einfach an der nötigen Reichweite. Spätestens nach 150 bis 200 Kilometern ist nämlich Schluss, dann muss das Fahrzeug für etliche Stunden an die Ladestation. Zwar gibt es auch die Möglichkeit des Nachladens an der Strecke, doch selbst bei diesem Konzept sind Ladezeiten einzuplanen, die dann durch „Füll-Busse“ kompensiert werden müssen.

**Bestes Beispiel** hierfür ist die niederländische Elektro-Vorzeigestadt Eindhoven. Um ehemals 33 Dieselmotoren durch reine E-Busse zu ersetzen, benötigt der Busbetreiber Hermes 43 Elektrobusse. Diese wie im Übrigen die komplette Elektro-Infrastruktur liefert der niederländische Busbauer VDL. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um schnellladefähige Gelenkbusse. Davon sind ebenfalls 33 für den Linieneinsatz vorgesehen – plus sieben Busse, die notwendig sind, um die Zeiten des Nachladens zu kompensieren. Drei Busse stehen als technische Reserve bereit. Nun sind die Infrastrukturvoraussetzungen in Eindhoven recht günstig, das Busdepot befindet sich fast in Sichtweite vom zentralen Busbahnhof, an dem die Linien beginnen bzw. enden. Von hier setzen die nachzuladenden Busse aus, um im Depot innerhalb von 30 Minuten per 300 kW-Schnelllader wieder mit für die nächsten Runden ausreichender Energie

versehen zu werden. In dieser Nachladezeit kommt dann bei Bedarf einer der sieben zusätzlichen Busse zum Einsatz.

**Kein Wunder also**, dass Mercedes-Benz beim eCitaro vorerst nur das Über-Nacht-Laden anbietet. Der Hersteller setzt von Beginn an auf ausreichend groß dimensionierte Batterien, mit denen ein Teil der Dienste abgedeckt werden kann. Für viele Anwendungsfälle wird diese

Über-Nacht-Ladung sicher die erste Wahl sein, doch bis die Batterielieferanten ihre Technik derart verbessert haben, dass sich mit einer Batterieladung sämtliche Linien abdecken lassen, wird es noch dauern. Die Alternativen nennen sich Gelegenheitsladung, Brennstoffzelle oder auch partielle Oberleitung. Und bevor man sich für ein oder mehrere Systeme entscheidet, müssen im Vorfeld zahlreiche technische Parameter untersucht werden,

© Sascha Böhnke



- 1) Für MAN ist im Vorfeld eine komplexe Beratung für den Aufbau der E-Bus-Flotte wichtig
- 2) Bei aller E-Mobilität setzt der schwedische Busbauer Scania auf das Hybrid-Thema
- 3) Auch türkische Bushersteller wie Temsa bieten längst batterieelektrische Busse

zu denen der Energieverbrauch, die Reichweite und die Ladeleistung zählen, aber auch betriebliche Parameter wie ein möglicher Fahrzeugmehrbedarf oder

Zusatzkosten infolge geänderter Betriebsabläufe. Ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden dürfen wirtschaftliche Parameter wie

Anfangsinvestitionen und laufende Kosten. Und plötzlich spielt der energiebasierte Umlauf eine wesentliche Rolle. Hierbei ist dann auch von Interesse, wo

Der niederländische Busbauer VDL kann bereits auf eine langjährige Erfahrung mit E-Bussen verweisen. Er bietet den Betreibern Komplettlösungen an. Die E-Technik der Busse ist relativ einfach gehalten





Volvo setzt auf die offene Ladeschnittstelle OppCharge. Vereinheitlichung ist wichtig

Der eCitaro hat seine Akkus im Heck und auf dem Dach

› Ladestationen installiert werden können, wie lange die Standzeiten ausfallen, die für Zwischenladungen genutzt werden müssen, oder auch, ob es Überschneidungen gibt, sodass mit zusätzlichen Bussen gearbeitet werden muss. Ein höherer Fahrzeugbedarf beeinflusst dann zum einen die Anfangsinvestitionen, auf der anderen Seite müssen aber auch Folgefaktoren mit einkalkuliert werden, zu denen die notwendig werdenden Leerkilometer, die Fahrerzeiten und der Mehrbedarf an Stellfläche zählen.

Unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten ist die Anschaffung und das Betreiben von Batteriebussen derzeit nicht wirtschaftlich. So geht der VDV davon aus, dass ein Elektrobuss über die gesamte Nutzungsdauer pro 100 Kilometer zwischen

#### UNTER REIN BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHEN GESICHTSPUNKTEN SIND ANSCHAFFUNG UND BETREIBEN VON ELEKTROBUSSEN ZU TEUER

40 und 60 Euro teurer ist als sein Diesel-Pendant. Dazu kommt, dass E-Busse im Augenblick noch recht wartungsintensiv sind und die technische Verfügbarkeit deutlich schlechter ist.

Eine ähnliche Strategie wie Mercedes-Benz will auch MAN fahren, wenn der elektrische Lion's City nächstes Jahr in die Produktion gehen soll. Also Batterien für eine möglichst hohe Reichweite, Opportunity-Charging nur, wenn es der Kunde ausdrücklich wünscht. Denn bei allen Vortei-

len, die das Nachladen auf der Strecke bringt, die Nachteile wie die enorm hohen Ladeinfrastruktur-Investitionen sind ein erheblicher Faktor. Damit das Verkehrsunternehmen bei seinen Überlegungen nicht allein gelassen wird, bieten Hersteller wie MAN schon heute die Bewertung und Anpassung von Umlaufplänen mithilfe von entsprechenden Softwaretools an, bei denen auch die Betrachtung von Gesamtnetzen möglich ist.

Eine spannende Alternative zum batterieelektrischen Bus bietet das Start-up Keyou. Die Münchener wollen bestehende Dieselmotoren einfach um- beziehungsweise aufrüsten, sodass statt Diesel Wasserstoff als Energiequelle dient. Grundsätzlich ist es ein sauberes Verfahren – bei der Verbrennung von Wasserstoff zusammen mit Sauerstoff entsteht nur Wasser. Natürlich fallen kleine Mengen Kohlendioxid

durch die eingesetzten Schmiermittel an. Im Brennraum entstehen giftige Stickoxide. Diese bekämpft Keyou durch Luftüberschuss: Die Stickoxide werden mit einer Abgasrückführung und einem neu entwickelten H<sub>2</sub>-SCR-Katalysator bekämpft. Was bleibt, ist laut Keyou kaum nachweisbar.

Das Start-up will nun einen Wasserstoffmotor in Form eines Umbaukits für herkömmliche Verbrennungsmotoren anbieten. In etwa lässt sich die Umrüstung mit dem Umbau eines Dieselmotors für den

Betrieb mit Erdgas zum Ottomotor vergleichen, bei dem eine Zündanlage zum Einsatz kommt. Die technischen Unterschiede sind gering. Für den praktischen Fahrbetrieb ist vorgesehen, den Tank mit einem Druck von 350 bar zu befüllen, das sollte für eine Reichweite von 250 Kilometern reichen.

Die Volvo Bus Corporation führt eine neue Version des vollelektrischen Volvo 7900 E ein. Insbesondere wurde die Batteriekapazität im Vergleich zum Vorgänger ausgeweitet. Zugleich hat Volvo Bus auch die möglichen Optionen zur Aufladung der Batterien ausgeweitet. Wie schon zuvor gibt es beim neuen Volvo 7900 E die Möglichkeit zur Schnellaufladung der Batterien an den Endhaltestellen der Linie. Die Zwischenladung erfolgt mittels der offenen OppCharge-Schnittstelle. Außerdem können die Batterien jetzt auch per Kabel über das kombinierte Ladesystem CCS geladen werden. Damit kommt Volvo den Wünschen vieler Betreiber nach einer Über-Nacht-Ladung nach.

Solaris stellt wie gehabt beide Lademöglichkeiten zur Verfügung. Das gilt auch für den neuen Urbino 18 electric. Das Fahrzeug basiert auf der Konstruktion der neuen Generation des Urbino und besitzt einen 240 kW leistenden Traktionsmotor. Als Energiespeicher dienen High-Power-Batterien mit einer Kapazität von 240 kWh. Sie können über einen Plug-in-Anschluss oder über ein auf dem Dach angebrachtes Pantograf-System geladen werden. *sab*

© Sascha Böhnke

## OMNIBUSREVUE + BUSFahrer



### DIE PERFEKTE KOMBINATION!

Wir geben für Sie Vollgas – OMNIBUSREVUE

Das Rundum-Sorglos-Paket für Busunternehmen.  
Im Magazin, E-Paper, Online und als Newsletter.

Wir lieben Busse – BUSFahrer

Das Magazin für Fans, Fahrer und Unternehmer.  
Im Magazin, Online und als Newsletter.



Das geballte Wissen der Bus-Branche. Mehr Infos unter [www.omnibusrevue.de/abo](http://www.omnibusrevue.de/abo)



# Vision und Realität

**Mit dem ersten elektrischen Fernbus für Deutschland keimt eine Frage auf: Folgen Fernbusse den Linienbussen? **Fahren auch sie künftig rein elektrisch?****

Die E-Mobilität erreichte im Oktober 2018 das Fernbus-Geschäft: Seither fährt ein chinesischer Reisebus rein elektrisch auf der Linie E01 viermal pro Tag zwischen Frankfurt und Mannheim, ganz normal als einer von vielen grünen Flixbussen. Wobei grün ist er nicht, denn der Stromer wechselt die Farbe: Je nach Lichteinfall ist es ein Grün oder Blau. Blau versteht FlixBus als Statement: Künftig sollen Fernbusse elektrisch fahren. Wann genau das sein wird, weiß keiner der Beteiligten, denn vorerst will der Marktführer im Fernbusbereich seine Hausaufgaben machen. Weil die Kosten zumindest für die Anschaffung eines rein elektrisch angetriebenen Reisebusses ebenso wie die Verfügbarkeit entsprechender Fahrzeuge noch nicht dem entspricht, was die Branche gewohnt ist, werden zunächst einmal die Grundlagen ermittelt.

Und weil der eingesetzte C9 von BYD trotz seiner Herkunft aus dem Reich der

Mitte relativ teuer ist, wurde er entgegen der Geschäftsphilosophie dann doch von FlixBus und keinem der Partner, die die Omnibusse sonst stellen, angeschafft. Zum genauen Preis für den Elektrobuss und die benötigte Ladeinfrastruktur hüllt sich das Unternehmen in Schweigen. „Rechnen Sie etwa mit dem doppelten Investment im direkten Vergleich zu einem entsprechenden Dieselbus“, sagt Fabian Stenger. Der Geschäftsführer der FlixBus Dachgesellschaft, der das Busgeschäft

**DER E-FERNBUS VON BYD KOSTET RUND DAS DOPPELTE IM VERGLEICH ZU EINEM DIESELBUS, SEINE REICHWEITE: 200 KILOMETER**

verantwortet, geht davon aus, dass Elektrobusse mittel- oder sogar kurzfristig preiswerter werden.

Stenger hat, wie die FlixBus-Gründer vor sechs Jahren, den gesellschaftlichen Wandel im Blick. Wohin die Reise geht, ist

aber noch nicht auszumachen. Ob rein elektrische Fernbusse für die Zukunft Sinn machen oder, wie in der Branche diskutiert wird, sie reiner Unsinn sind, ist aktuell im Zusammenhang mit dem Schlagwort der Nachhaltigkeit zu sehen. Die Maxime eines nachhaltigen Handlungsprinzips ist nur gegeben, wenn Ressourcen so genutzt werden, dass die natürliche Regenerationsfähigkeit der Systeme gewährleistet wird. Und dazu gehört im Zusammenhang mit Elektromobilität auch die Frage, welchen positiven Einfluss ein Elektrobuss auf das Klima hat.

Keine Frage, schon jetzt ist der Omnibus das umweltfreundlichste Verkehrsmittel mit Blick auf die schädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen: Reise- und Fernlinienbusse stoßen pro Personenkilometer im Vergleich zum Pkw und der Bahn die wenigsten Treibhausgase

aus. Noch einmal 82 Tonnen des schädlichen Kohlendioxids werde der grünblaue Fernbus einsparen, sagt FlixBus. Hierfür haben die grünen Rechenkünstler einen konventionellen, dieselbetriebenen Fernbus zum Vergleich herangezogen.

FlixBus kauft für den elektrischen Fernbus ausschließlich Ökostrom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wasser oder Wind ein, was mit Blick auf Nachhaltigkeit ein Muss ist.

Die Reichweite des eingesetzten BYD C9 liegt ohne Wenn und Aber bei über 200 Kilometern, wie der Fahrer Detlev Barbis bestätigt. Mannheimer Omnibusreisen darf als FlixBus-Partner den einjährigen Test des Elektrobusses fahren. Der Fahrplan des Elektrobusses ist so gestrickt, dass zwischen den vier täglichen Fahrten ausreichend Zeit zum Laden bleibt: Das vollständige Laden der Batteriekapazität von 207 kWh dauert zweieinhalb bis drei Stunden. Geladen wird mit dem Standard Typ 2. Das AC-Laden mit 40 kW ist langsam, aber weil zwei Stecker benutzt werden, kommen so gleichzeitig 80 kW an Bord.

Genau hier setzen die Kritiker von rein elektrischen Fernbussen an, denn ein konventionell angetriebener Reisebus verfüge über die Reichweite, die ein Elektrobuss in diesem Segment nicht bietet. Noch nicht, möchte man meinen, denn kein europäischer Anbieter von Reisebussen hat zum Jahresbeginn ein rein elektrisch angetriebenes Fahrzeug im Angebot. Die Hersteller beäugen eigenen Angaben zufolge die Entwicklung und haben auch schon Konzepte für entsprechende Fahrzeuge in der Schublade. In diesem Zusammenhang ließen einige Bushersteller durchblicken, dass man vom rein elektrischen Fahren Abstand nehmen würde. Stattdessen sei ein Hybrid-Antrieb das, was die Branche wolle.

Dem stimmt FlixBus-Chef Stenger zu, er sieht den Test des chinesischen Elektrobusses als ein Signal an die Busindustrie in Deutschland und Europa, das vorhandene Wissen zu nutzen und eine Alternative zum reinen Dieselantrieb zu entwickeln. „Wir sind in konstruktiven Gesprächen mit der gesamten Busindustrie unterwegs, um künftiges Fahren zu gestalten“, erzählt Stenger.

Der Geschäftsführer des Fernbusriesen macht keinen Hehl daraus, dass er sich zunächst einmal einen Hybridbus für Fernbusfahrten wünscht. Das sehen auch Kritiker und Skeptiker eines rein elektrischen Fernbusses so. Vernünftiger scheint es, mit einem sauberen Verbrennungsmotor über die Autobahn und dann zum Omnibusbahnhof im Zentrum der Stadt rein elektrisch zu fahren. Das ist sicherlich nicht nur für das Fernbusgeschäft ein interessanter Ansatz.

Die Reaktionen der Fahrgäste von FlixBus und der Öffentlichkeit auf den Elektrobuss zeigen, dass aus der Vision einer rein elektrischen Busfahrt auch im Fernbussegment Realität werden kann, die dem Denken an eine nachhaltigere Verkehrswende entspricht. Jetzt gilt es, in Zusammenarbeit mit Politik und Herstellern das Produkt Elektrofernbus und die dafür notwendige Infrastruktur konsequent weiterzuentwickeln. „Wir sind fest davon über-

zeugt, dass der Einsatz von E-Bussen eine Investition in die Zukunft des Fernverkehrs ist, die sich lohnt“, meint Stenger.

Bei der Premiere des ersten Elektrobusses sprach man bei FlixBus schon über Pläne für den Einsatz zwischen Hamburg und Berlin

**„DER EINSATZ VON E-BUSSEN IST EINE LOHNENDE INVESTITION IN DEN FERNVERKEHR“**

Fabian Stenger, Geschäftsführer FlixBus Dach GmbH



sowie Hannover. Eine konkrete Roadmap dafür gebe es jedoch laut FlixBus noch nicht. „Wir testen E-Busse im Fernbuslinienbetrieb nun zunächst auf deren Einsatzfähigkeit“, erklärt Stenger. Und mit einem Blick in die Zukunft verrät der Geschäftsführer: „Im Fernbusgeschäft sind in unserem Haus größere Reichweiten mehr als wünschenswert. Für diese Linien müssen dann aber rein elektrische Reisebusse eine Distanz von 400 Kilometern bewältigen.“

Wie aus einer Vision nun Realität wird, hängt von der Entwicklung ab: Herzstück eines rein elektrischen oder auch hybriden Reisebusses ist die Batterie. Und hier zeichnet sich in den nächsten Jahren zwar mit mehr Kapazität und mit der Feststoffbatterie eine noch größere Energiedichte ab, einen Abgang auf den Dieselmotor im Fernbus sollte die Branche aber nicht antimmen. Durch Abgasnachbehandlungssysteme sind Dieselmotoren mehr als nur fit für die nächsten Normen, Euro 6c steht, in einem Jahr sind wir bei Euro 6d angekommen. In Zeiten der CO<sub>2</sub>-Probleme braucht die Umwelt den Diesel dringender denn je. Und der hat, beispielsweise auch als Generator in einem Hybridbus, eine Berechtigung.

Die Busbranche jedenfalls ist elektrisiert, auch wenn es im Jahr 2019 weder serienreife Elektrobusse noch eine entsprechende Ladeinfrastruktur gibt. Die Weichen sind aber gestellt. Auch Omnibusse außerhalb städtischer Beförderungskonzepte werden Teil des Wandels der Mobilität sein.

Rüdiger Schreiber



Die Batterie für den E-FlixBus von Hersteller BYD macht sich in einem kompletten Kofferraum breit

# Die den Strom bändigenden

Erst vor Kurzem startete die Serienfertigung des eCitaro von Mercedes-Benz. **Mit an Bord: die Batteriesysteme von Akasol aus Darmstadt.** Damit liefern die Energie-Experten eines der wesentlichsten Bauteile in diesem Bus. Doch wer steckt eigentlich hinter Akasol, und wie funktioniert die Batterieproduktion?

**B**egonnen hat alles 1990 an der Technischen Universität Darmstadt, die zu diesem Zeitpunkt noch eine technische Hochschule war, mit einem solarangetriebenen Rennwagen, den Studenten einer eigens eingerichteten technischen Arbeitsgruppe entwickelt hatten. Organisiert war das Ganze im Verein „Akasol“. 2008 wurde der Verein in die Akasol GmbH umgewandelt. Auslöser war die damals beginnende Zusammenarbeit mit der Schulz Group GmbH, vertreten durch den heutigen Vorstand Sven Schulz, der mittelbar über die Schulz Group weiterhin Mehrheitsaktionär ist. Seit Ende Juni 2018 werden die Aktien der Akasol AG an der Börse gehandelt. Selbst-

verständlich war diese Entwicklung nicht, doch der enorme Bedarf, besonders im Nutzfahrzeugsektor, an alternativ angetriebenen Fahrzeugen beeinflusste den Werdegang des Unternehmens natürlich enorm. Das derzeitige Ringen um Diesel-fahrverbote spielt Akasol zusätzlich in die Hände, speziell für Stadtbusse passende Batteriesysteme zu entwickeln.

**So gilt der Markt** für Elektrobusse als primärer Treiber für das wachsende Batteriesegment in der Elektromobilität. Und CEO Schulz erklärte erst kürzlich in einem Interview, dass es für ihn durchaus vorstellbar sei, dass es schon 2025 nur noch elektrische Stadtbusse geben könnte.

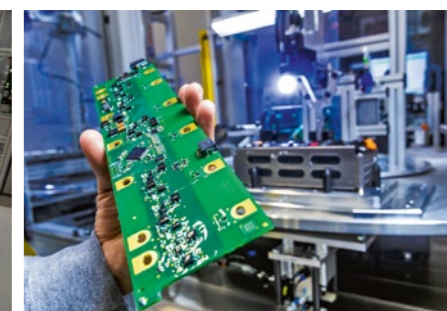
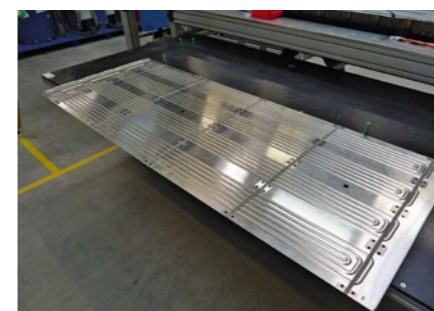
Mit der Weltpremiere des Mercedes-Benz eCitaro auf der IAA Nutzfahrzeuge im September letzten Jahres fiel dann auch der Startschuss für die Serienfertigung der Batteriesysteme. AKA OEM nennen sich die maßgeschneiderten Batteriesysteme, die am neuen Produktionsstandort im hessischen Langen hergestellt werden. Notwendig wurde die Produktionsverlagerung, da der Hauptstandort Darmstadt aus allen Nähten platzte. Insgesamt 110 Mitarbeiter beschäftigt das Unternehmen, allein in Langen können derzeit Batteriesysteme für bis zu 1.500 vollelektrische Busse oder bis zu 6.000 Nutzfahrzeuge pro Jahr produziert werden. Die Fertigungskapazität soll bis 2020 von derzeit 300 MWh auf 600 MWh verdoppelt werden. Neben Daimler Buses zählen zu den aktuellen Kunden Volvo Bus, VDL Bus & Coach, Alexander Dennis, Alstom, Bombardier und Bucher Municipal.

**Akasol stellt zwar** die Batteriezellen nicht selbst her (diese kommen aus Fernost), das eigentliche Know-how steckt allerdings im Zusammenfügen des kompletten Batteriesystems, der Elektronik, der Kühlung, der Verschaltung. Und hier kann das Unternehmen auf jahrzehntelange Erfahrungen zurückgreifen, was einen enormen Vorteil bedeutet. Von Anfang an musste Akasol seine Produkte komplett selbst entwickeln.

**25 Kilowattstunden** Speicherkapazität bieten die aktuellen OEM-Batteriepakete. Doch schon in Kürze sollen diese in einer zweiten Generation 33 Kilowattstunden speichern können. Und Akasol arbeitet bereits an der nächsten Stufe, an sogenannten Hochenergie-Batteriesystemen (AKASYSTEM AKM CYC), die das Unternehmen mit Batteriemodulen auf Basis von Rundzellen statt wie bisher prismatischen (rechteckigen) Zellen präsentiert: „Wir verwenden hierfür die allerneueste Generation der Rundzellen, die nicht nur



Nachdem die Module und die Schützbox verschraubt wurden, erfolgt die Montage des Batteriesystems



Links zu sehen: die Platte mit den Kühlkanälen. Auf dieser werden die Module montiert. Diese Art der Flüssigkeitskühlung ist äußerst effektiv und ermöglicht eine maximale Nutzung der Batteriemodule. Das mittlere Bild zeigt die Kühlplatte im System, das rechte einen Teil der Modul-Elektronik

die bekannt hohe Energiedichte mitbringen, sondern – das ist der Unterschied zu entsprechenden Produkten vor zwei Jahren – sich auch bei der Zyklenzahl deutlich verbessert haben“, erklärt Sven Schulz. Durch die Aufwärtskompatibilität beispielsweise des eCitaro verbessert sich der Energiegehalt bis 2020 mit dem Hochenergie-Batteriesystem bereits auf 42 Kilowattstunden. Der Nachteil von Rundzellen soll allerdings auch nicht verschwiegen werden. Zwar besitzen die neuen Hochenergiesysteme mit zylindrischen Zellen eine Energiedichte von bis zu 200 Wattstunden pro Kilogramm auf Systemebene, allerdings leidet die Schnellladefähigkeit. Solche Batteriepacks sind dann für eine Übernachtladung prädestiniert.

**Wie aber muss man sich** die Herstellung der Batteriesysteme vorstellen? Am Beispiel in Langen kann das einfach erklärt werden.

Das Gebäude selbst befindet sich eher unscheinbar in einem Industriegebiet. Wer die Produktionshalle betritt, ist erst einmal verblüfft, wie klein und überschaubar die Produktion wirkt. Hier befindet sich die nach eigenen Angaben größte Batterieproduktion Europas? So ist es, denn die

## DURCH DIE AUFWÄRTSKOMPATIBILITÄT DES ECITARO KANN DIESER AUCH MIT NEUEN BATTERIEN BESTÜCKT WERDEN

Arbeitsabläufe wurden effizient gestaltet, und eine zweite Halle, in der dann mit kürzeren Taktzeiten gearbeitet wird, befindet sich im Aufbau. Für die Batteriesysteme kauft Akasol im Gegensatz zu anderen selbst produzierten Systemen nicht nur die einzelnen Zellen in Fernost zu, sondern gleich komplette Module. Das spart Kosten, was gerade in diesem ohne-

hin preisintensiven Segment nicht ohne Bedeutung ist.

Die einzelnen Module befinden sich in einem großen Behälter. Dieser wird in einem ersten Schritt mit einem Sandwich-Kern verklebt. Dieser beinhaltet eine thermische Isolation. In das Unterteil kommen zudem noch eine Kühl- sowie eine Montageplatte hinein. Auf der Montageplatte werden die einzelnen Module verschraubt. Das Verkleben dient gleichzeitig der Stabili-

sierung. Das Auftragen des Klebers geschieht vollautomatisch. Anschließend werden die Platten in einer beheizten Presse mit einem Druck von 80 Kilonewton verklebt.

Druck und Wärme sorgen dafür, dass der Klebeprozess von ursprünglich vier auf nur noch eine halbe Stunde reduziert werden konnte. Dadurch ergibt sich für den



An dieser Station erfolgt die Verschraubung der einzelnen Module mit dem Batteriesystem





Die Evobus-Module werden zugeliefert, normalerweise werden nur die Zellen bezogen



Das Bestücken des Systems erfolgt nach dem Auflegen des Batterie-Managementsystems halbauto-matisch. Die Verschraubung wird für jede einzelne Schraube elektronisch dokumentiert



Einbau der Schützbox in ein Evobus-Batteriesystem. In diesem Fall befindet sich die Schützbox im Trog. Es gibt aber auch andere Systeme, in denen diese Batterie-Fahrzeug-Schnittstellen außen liegen



Vier solcher Testboxen befinden sich derzeit am Produktionsstandort Langen

In diesem Zustand ist das Batteriesystem noch nicht im Hochvolt-Zustand, also sicher



› kompletten Montageprozess eine Taktzeit von 30 Minuten.

**Unter der Montageplatte** befindet sich die Platte mit den Kühlkanälen. Diese Aka-

sol-Entwicklung sorgt für eine optimale Kühlung der Module – entscheidend für die Leistungsfähigkeit. Nachdem auf die einzelnen Module das Batterie-Managementssystem aufgelegt wurde, werden diese

im Batterie-Trog verschraubt. Dabei wird jede einzelne Schraube vollautomatisch angezogen, sämtliche Daten wie Drehwinkel und Einschraubmomente werden digital dokumentiert. In einem nächsten Schritt wird automatisch getestet, ob die einzelnen Zellen eine ähnliche Spannung haben. Wäre das nicht der Fall, würde die Gesamtkapazität des Moduls niedriger ausfallen als gewünscht. Der Grund ist einfach: Ein Modul kann nur so weit entladen werden, wie es die Zelle mit der niedrigsten Spannung zulässt.

Im nächsten Schritt erfolgen der Einbau der Verkabelung sowie der Einbau der

© Sascha Böhme, Akasol (o.r.)

Schützbox. Diese Box stellt einfach erläutert die Verbindung der Batterien zum Fahrzeug her. In ihr befindet sich auch die Elektronik, die das gesamte System steuert. Hier werden also die Informationen der Einzelmodule gesammelt, aus denen sich der Ladezustand berechnet. Zudem wird hier festgelegt, wie schnell das System geladen oder entladen werden darf. In diesem Arbeitsschritt sind die Batterien noch nicht verschaltet, befinden sich also noch nicht im Hochvolt(HV)-Bereich.

**Nach der Verschaltung der Module** befinden sich Batteriesysteme im HV-Bereich, was

bedeutet, dass die Spannungen so hoch sind, dass das gesamte System nicht mehr berührungssicher ist. Dass die Zellen nur leicht vorgeladen sind, spielt dabei keine Rolle. Erst nach der nächsten Station, in der die Systeme endmontiert werden, also ihren Deckel erhalten haben, sind sie von außen berührungssicher; selbst an den Anschlüssen lässt sich kein Kurzschluss provozieren. Nun werden die Halterungen an die Box montiert, mit denen sie mit dem Bus verbunden werden, sowie ein Dichtigkeitstest durchgeführt.

Letzte und ebenfalls sehr wichtige Station ist die Teststation. Diese arbeitet vollauto-

matisch. Geprüft werden hier die Kommunikation, die Entladung, die Isolierung und die Funktionen des Batterie-Management-systems. Etwa 15 Batterie-Packs werden derzeit in zwei Schichten gefertigt, die Produktionskapazität soll aber schon bald auf 45 Systeme pro Tag erweitert werden. Produziert werden Batteriesysteme nicht auf Vorrat, sondern ausschließlich auf Lieferabruf durch den Kunden.

**Der Erfolg der Elektromobilität** wird von vielen Faktoren abhängen. Einer davon ist die Reichweite der Fahrzeuge, für die in erster Linie die Batterien verantwortlich sind. Die Entwicklungen sind vielversprechend, doch riesige Kapazitätssprünge sollte man realistischerweise kurz- und mittelfristig nicht erwarten. Umso wichtiger ist es, dass auch die Fahrzeughersteller selbst mit der zur Verfügung stehenden Energie wirtschaftlich haushalten. Wie so etwas aussieht, zeigt der eCitaro. *sab*



Die drei Fotos hier zeigen die Einbauorte der Akasol-Batteriesysteme beim eCitaro. Sie befinden sich standardmäßig im Heck und bei Bedarf auf dem Dach im vorderen Bereich. Gut zu erkennen ist die Anbindung des Kühlsystems



# „Dem Elektroantrieb gehört die Zukunft“

Für das schnelle, sichere Aufladen von Elektrobatterien sind die innovativen Stromübertragungslösungen der Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH marktführend. Produktmanager Timo Staubach erklärt, wo die Elektromobilität heute steht und was er für die nahe Zukunft erwartet.

**OR:** Herr Staubach, Ihr Unternehmen bietet bereits seit 2014 ausgereifte Ladetechnologien für Elektrobusse. Die Branche arbeitet derzeit noch mit zwei unterschiedlichen Ladekonzepten: der Gelegenheitsladung auf der Strecke und der Depotladung. Wie unterscheiden sich diese?

**Timo Staubach:** Die Gelegenheitsladung, das sogenannte Opportunity Charging, findet an strategischen Haltestellen statt. Dazu kontaktiert der auf dem Fahrzeugdach befestigte Pantograph eine am Haltepunkt montierte Gegenstelle. Der Vorteil liegt darin, dass eine vergleichsweise kleinere Batterie eingebaut werden kann, weil immer nur verhältnismäßig wenig Energie gespeichert werden muss – bis zum nächsten Stopp. Besonders geeignet ist diese Variante für Städte mit Linien mit hohen Reichweiten. Die Nachtladung, das Depot Charging, findet dagegen nach Dienstende im Fahrzeugdepot statt. Die deutlich größeren Batterien mit entsprechenden Ladekapazitäten brauchen mehr Platz und erzeugen schnell mal einige Tonnen Zusatzgewicht je nach Reichweitenbedarf. Dadurch haben weniger Fahrgäste Platz im Bus. Für

kleinere Gemeinden mit geringeren Reichweiten ist das aber eine praktikable Lösung.

**OR:** Für beide Konzepte bietet Schunk Stromabnehmer an, die erwähnten Pantographen. Welchen Vorteil bieten die gegenüber der herkömmlichen Stecker-Lösung?

**TS:** Unsere Pantographen eignen sich sowohl zum Nachladen an Haltestellen als auch zur Übernachtladung im Depot – statt an der Haltestelle findet sich der Kontakt dann eben in den Betriebshallen. Betreiber mit vielen Bussen wollen abends natürlich nicht mehr jeden Bus einzeln „anstöpseln“. Deswegen sind wir davon überzeugt, dass die manuellen Steckerlösungen keine Zukunft haben. Ob sich aber Opportunity oder Depot Charging besser eignet, hängt häufig von der jeweiligen Ladestrategie, der Anzahl der zu elektrifizierenden Fahrzeuge, der Linienwahl und den Linienanforderungen ab. Hier gilt es immer, die individuellen Anforderungen der Kunden zu berücksichtigen.

**OR:** Im laufenden Betrieb hat die Einhaltung des Busfahrplans oberste Priorität. Welche technischen Herausforderungen mussten Sie als Anbieter meistern, um das zu gewährleisten?

**TS:** Beim Parken eines Busses an der Ladestation müssen die Toleranzen möglichst groß gewählt werden. Im Alltag können Busfahrer ja nicht millimetergenau parken. Die von Schunk entwickelten Dachladestromabnehmer bieten sehr hohe Parktoleranzen. Eine visuelle Orientierungshilfe reicht bereits aus, um das Fahrzeug in die entsprechende Position zu bringen. Außerdem verbindet sich der Stromabnehmer in nur fünf Sekunden automatisch mit der Ladeinfrastruktur und macht mit 800 Ampere eine hohe Stromübertragung möglich. Dadurch gehören unsere Systeme zur derzeit führenden und ausgereiftesten Nachladetechnologie im öffentlichen Nahverkehr mit batteriebetriebenen Elektrobusen. Der sogenannte Kneeling-Effekt, also das seitliche Neigen des Busses beim Halten, wird durch die Wippenkonstruktion des Dachstromabnehmers kompensiert, sodass es zu keinen Ladeunterbrechungen kommen kann. Zu sehen ist das übrigens heute schon in vielen Städten weltweit, beispielsweise in Amsterdam in den Niederlanden, wo bereits 100 Busse in dieser Konfiguration serienmäßig betrieben werden und der Einsatz weiterer Busse in Planung ist.

Der Dachstromabnehmer SLS 102 ist so konstruiert, dass er das seitliche Neigen des Busses beim Halten ausgleicht. So wird der Ladevorgang nicht unterbrochen



Foto: Schunk



» Der Anteil der Dieselsebusse im innerstädtischen Betrieb ist rückläufig, Elektrobusse sind auf dem Vormarsch – dennoch müssen Betreiber und Städte mutiger werden. «

Timo Staubach, Key Account/Produktmanagement  
Ladesysteme für batteriebetriebene Fahrzeuge,  
Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH

benen Elektrobusen. Der sogenannte Kneeling-Effekt, also das seitliche Neigen des Busses beim Halten, wird durch die Wippenkonstruktion des Dachstromabnehmers kompensiert, sodass es zu keinen Ladeunterbrechungen kommen kann. Zu sehen ist das übrigens heute schon in vielen Städten weltweit, beispielsweise in Amsterdam in den Niederlanden, wo bereits 100 Busse in dieser Konfiguration serienmäßig betrieben werden und der Einsatz weiterer Busse in Planung ist.

**OR:** Zeit für einen Ausblick: Was erwarten Sie vom Jahr 2019 in Sachen Elektromobilität?

**TS:** Ich erwarte, dass wir bis Ende 2019 einen gemeinsamen Standard für Stecker und Schnittstellen verabschiedet haben. Daran arbeitet Schunk zusammen mit anderen Anbietern bereits in verschiedenen Standardisierungskomitees. Und ich wünsche mir, dass Städte, Kommunen und Betreiber in Deutschland insgesamt mutiger werden. Von unseren europäischen Nachbarn könnten deutsche Städte einiges lernen. Als Anbieter haben wir jahrelange Erfahrung und längst den Status des Ausprobierens und der Serienbetrieb angekommen. Definitiv wer-

den aber auch hierzulande 2019 deutlich mehr Elektrobusse fahren. Nicht nur wegen der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, sondern auch, weil sie weniger Geruch und Lärm in den Innenstädten produzieren. Dem Elektroantrieb gehört sicherlich die Zukunft!

Mehr Informationen:  
[www.schunk-smartcharging.com](http://www.schunk-smartcharging.com)

Folgen Sie uns auf LinkedIn (QR-Code).



## Charging Up the Future

Führende Ladetechnologien für E-Busse

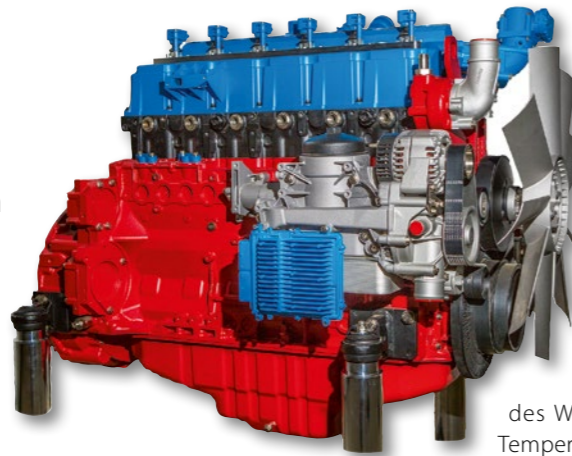
Schunk Smart Charging ist eine der weltweit führenden Ladetechnologien für Opportunity-Charging von batteriebetriebenen Elektrobusen. Mit unseren wegbereitenden Lösungen tragen wir maßgeblich dazu bei, Elektromobilität effektiv auf die Straße zu bringen. Steigen Sie ein!

[schunk-carbontechnology.com](http://schunk-carbontechnology.com)

Besuchen Sie uns auf der ElekBu in Berlin  
5.-6. Februar 2019  
Estrel Congress Center | Stand 18

# „Keine Kompromisse mehr bei Reichweite und Ökonomie“

Die Zukunft gehört dem Wasserstoffbus, ist das Unternehmen KEYOU überzeugt. CEO Tom Korn hat gegenüber dem Elektromotor signifikante Vorteile ausgemacht.



**OR:** Alle Welt spricht vom Elektrobus. Sie bringen den Wasserstoffmotor und damit den Wasserstoffbus zurück ins Rennen um den Null-Emissions-Antrieb der Zukunft. Warum?

**Tom Korn:** Effektiver Klimaschutz muss sofort stattfinden. Der Klimaschutzbeitrag im Lebenszyklus von Elektrofahrzeugen ist aufgrund ihrer Rohstoffintensität und des hohen Energiebedarfs in der Herstellung und im Recycling sehr beschränkt. Volllastzyklen, Schnellladung und Winterbetrieb werden ihren Preis fordern. Müssen zweieinhalb bis vier Tonnen Batterien im Lebenszyklus eines Busses auch nur einmal getauscht werden, ist die Ökobilanz selbst bei der Nutzung von grünem Strom dahin. Wir dagegen wollen Busse mit einer alternativen Antriebstechnologie ausstatten, die über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ökologisch sinnvoll ist. Die Technik muss aber auch alltagstauglich und wirtschaftlich attraktiv sein. Und das ist ein Wasserstoffbus mit KEYOU-inside Technik.

**OR:** Welche Vorteile hat ein Wasserstoffbus?

**TK:** Der Kundennutzen moderner Fahrzeuge wird zukünftig von der Leistungsfähigkeit des Energiespeichers bestimmt. Und hier ist der Wasserstoffspeicher dem batterieelektrischen Speicher um Jahrzehnte voraus. Reichweiten von 300 bis 400 Kilometern sind deshalb ebenso kein Problem wie die gewohnte Heiz- und Klimaleistung. Kurze Betankungszeiten bieten außerdem flexible

Gemeinsam mit der Firma DEUTZ entwickelte KEYOU aus einem Dieselmotor diesen Zero-Emission-Wasserstoffmotor für Nutzfahrzeuge

Einsatzmöglichkeiten, ein Mehrschichtbetrieb ist möglich. Der Endkunde profitiert darüber hinaus von der Zuverlässigkeit und Dauerhaltbarkeit, die er von seinem Dieselpendant gewohnt ist. Klarer Vorteil auch bei den Kosten: Ein Bus mit Wasserstoffmotor wird nach erfolgreicher Markteinführung etwa auf dem Preisniveau von Erdgasfahrzeugen liegen, ist in der Anschaffung also deutlich kostengünstiger als der Batterie- oder Brennstoffzellenbus.

**OR:** Was macht Sie so sicher, dass sich diese Technik durchsetzen wird?

**TK:** Die Anforderungen des Kunden. Denn ein Busbetreiber will nicht auf hohe Verfügbarkeiten, die entsprechende Reichweite und Alltagsstauglichkeit – Stichwort „normale“ Betankungszeiten – verzichten. Und am Ende müssen neue Technologien auch ohne Förderung bezahlbar sein.

**OR:** Gibt es schon konkrete Nachfrage am Markt?

**TK:** Unsere Gespräche mit Flottenbetreibern und ÖPNV stimmen uns extrem zuversichtlich. Am Ende geht es den Kunden weniger um das „ob“, sondern vielmehr um das

„wann“, das heißt sie wollen wissen, wann man die ersten Wasserstoffbusse mit KEYOU-inside Technik kaufen kann.

**OR:** Wie sauber sind Wasserstoffbusse wirklich?

**TK:** Extrem sauber. Mit unserer KEYOU-inside Technologie verschieben wir den Arbeitsbereich des Wasserstoffmotors außerhalb der Temperaturbereiche, in denen Stickoxide entstehen. Aufgrund des fehlenden Kohlenstoffs im Kraftstoff entsteht bei der Verbrennung von Wasserstoff auch kein schädliches Klimagas CO<sub>2</sub>. Aus dem Auspuff entweicht am Ende nur harmloser Wasserdampf.

„wann“, das heißt sie wollen wissen, wann man die ersten Wasserstoffbusse mit KEYOU-inside Technik kaufen kann.

**OR:** Politik und Industrie sehen die neuen CO<sub>2</sub>-Vorgaben für Bus und Lkw skeptisch. Was bedeutet das für den Wasserstoffbus?



Tom Korn ist Gründer und CEO von KEYOU. Zuvor arbeitete der Ingenieur zehn Jahre in der Forschung und Entwicklung von alternativen Antrieben bei BMW

**TK:** Die Klimaeffektivität des Wasserstoffmotors wurde nun auch von der EU-Kommission erkannt. Demnach würden Wasserstoffbusse mit KEYOU-inside Technik alle Anforderungen an „Zero-Emission-Fahrzeuge“ erfüllen, wie sie die EU in ihren Entwürfen zur CO<sub>2</sub>-Regulierung vorsieht. Ein Meilenstein für KEYOU und zugleich ein Paukenschlag in der Branche, denn damit fließt zukünftig der Wasserstoffverbrennungsmotor als einzige Technologie – neben Batterie- und Brenn-

stoffzellenfahrzeugen – positiv in die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Fahrzeughersteller mit ein.

**OR:** Wie weit sind Sie in der Praxis und wann rechnen Sie mit der Einführung erster Serienfahrzeuge?

**TK:** Mit der Firma DEUTZ haben wir erstmals einen Dieselmotor zu einem Zero-Emission-Wasserstoffmotor weiterentwickelt. Der DEUTZ 7.8 TCG H ist bereits heute der weltweit leistungsstärkste und effizienteste Wasserstoffnutzfahrzeugmotor der Entwicklungsgeschichte. Die finale Reifegradentwicklung haben wir aber noch vor uns, das heißt der Motor wird in diesem Jahr in ersten Fahrzeugprototypen zum Einsatz kommen. Erste Vorserienbusse sind Ende 2020 zu erwarten. Daneben freuen wir uns, im ersten Halbjahr 2019 weitere Projekte mit führenden Motor- und Fahrzeugherstellern ankündigen zu können.

**OR:** Sind Weiterentwicklungen der Wasserstofftechnologie vorstellbar, etwa in Richtung Hybrid?

**TK:** Im nächsten Jahr starten wir die erste H<sub>2</sub>-Motorentwicklung mit Direkteinblasung, wodurch wir einen weiteren Zuwachs an spezifischer Leistungsdichte und Wirkungsgrad erreichen werden. Daneben machen wir uns in der Tat Gedanken über eine Hybridvariante, mit der wir weitere 25 Prozent an Kraftstoff einsparen können. Damit würden wir auf dem Verbrauchsniveau von aktuellen Brennstoffzellenbussen

liegen – und das zu signifikant niedrigeren Kosten.

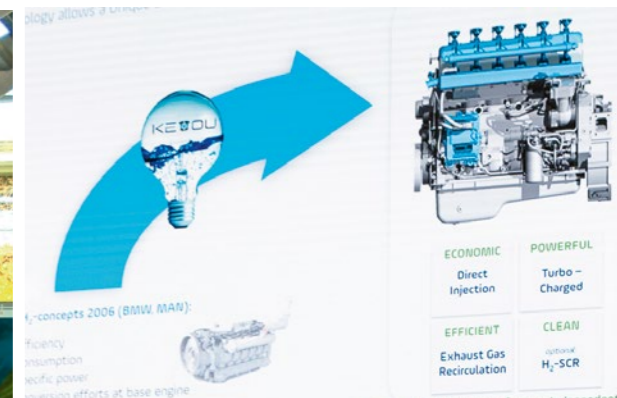
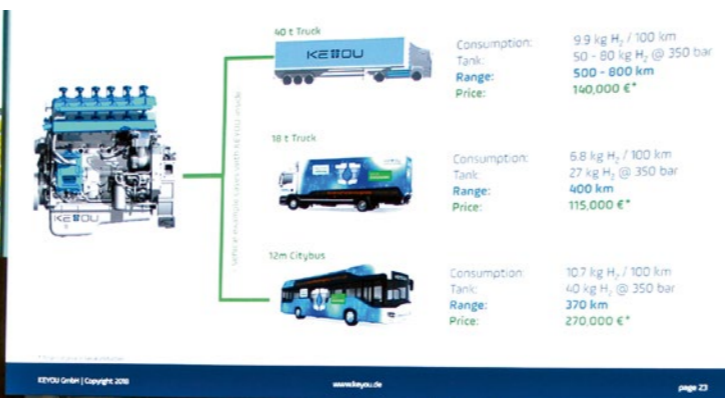
**OR:** Es gibt derzeit noch nicht viele Wasserstofftankstellen in Deutschland. Ist das nicht ein Problem?

**TK:** Aktuell gibt es 48 Wasserstofftankstellen in Deutschland, weitere 50 befinden sich im Aufbau. Bis 2023 sollen es 400 Tankstellen sein, ein Anfang ist also gemacht. Bei KEYOU haben wir kürzlich die neue Geschäftseinheit „Solutions“ gegründet, um Busflottenbetreiber bei Fragen zur Betankung oder zum Service von Wasserstoffbussen nicht alleine zu lassen. Dies wird so weit gehen, dass wir uns gemeinsam mit Partnern bei Bedarf sogar um den Bau einer Tankstelle sowie die komplette H<sub>2</sub>-Versorgung kümmern werden. Noch in diesem Jahr werden wir hierfür erste Pilotprojekte definieren. Wir wollen dabei sowohl die Alltagstauglichkeit der Technik als auch die Machbarkeit einer attraktiven H<sub>2</sub>-Gesamtlösung aufzeigen.

**OR:** Sind die Produktionskosten und damit die Verbraucherpreise von Wasserstoff im Vergleich zu Diesel nicht zu teuer?

**TK:** Aufgrund des geringen Anspruchs an die Reinheit von Wasserstoff bei Wasserstoffmotoren und des im Nutzfahrzeugbereich niedrigeren Tankspeicherdrucks von 350 bar kann bei entsprechender Auslastung der Tankstelle bereits heute ein akzeptabler Wasserstoffpreis angeboten werden.

Im Rahmen des New Mobility World Forum präsentierte sich KEYOU 2018 auf der IAA Nutzfahrzeuge



# Dienst am Gast und am Fahrer

**GRAMMER steigt wieder ins Passagiersitz-Geschäft ein. Timo Bauer, Vice President PMS Rail|Bus erklärt, was das Unternehmen zum idealen Partner für die Branche macht.**

**OR:** Herr Bauer, warum ist GRAMMER wieder im Busbereich aktiv?

**Timo Bauer:** Wir sind „Full Line Supplier“ und Marktführer für Bahnsitze. Mit unseren Passagier- und Fahrersitzen sind wir global sehr erfolgreich. Jetzt sind wir auch wieder im Bereich Bus tätig – „Back on road“ also. Die Intention für die Ausweitung unseres Business auf das Geschäftsfeld Bus ist zum einen, dass wir bereits lange Jahre Busfahrersitze herstellen und uns hier als Qualitätslieferant etabliert haben. Zum anderen hat GRAMMER auch in der Vergangenheit Passagiersitze für Busse hergestellt und verkauft. An diese Zeit wollen wir anknüpfen und zu unserem Fahrersitzportfolio neue, innovative Passagiersitze für Busse für alle Bereiche anbieten. Die Vision ist, auch „Full Line Supplier“ im Bereich Bus zu sein.

**OR:** Wodurch zeichnen sich Bussitze von GRAMMER aus?

**TB:** Für uns sind Themen wie Modularität, Ergonomie, Qualität, Sicherheit und Design for Use essenziell bei der Entwicklung unserer Produkte. Wir bieten Möglichkeiten für die kundenspezifische Zusammenstellung und Gestaltung der Sitze, setzen auf Qualität und entwickeln unsere Produkte im Hinblick auf nachhaltige Körpergesundheit und Funktionalität. Unser Ziel ist es schließlich, die Arbeit für den Busfahrer zu erleichtern und dem Fahrgast eine angenehme Reise zu ermöglichen.

**OR:** Wie sieht das neue Produktportfolio aus?

**TB:** Unser Ziel ist es, wie schon erwähnt, auch im Busbereich zum „Full Line Supplier“ zu werden. Diese Vision setzen wir nun Schritt für Schritt um und planen in den kommenden drei Jahren neue Produkte für alle Segmente im Bereich Bus zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Anfang 2019



**Timo Bauer**  
Vice President PMS Rail|Bus  
GRAMMER Railway Interior GmbH

wird der neue INNERCITY3000 verfügbar sein. Dieser Schalenstuhl für den City Traffic überzeugt mit attraktivem Design, schlanken Linien und Leichtbau. 2019 werden wir auch den neuen, innovativen PREMIUM3000, der für Bus und Bahn einsetzbar ist, vorstellen. 2020 darf sich der Regional- und Intercity-Verkehr für einen neuen Sitz bereit machen.

**OR:** Was macht GRAMMER zum idealen Partner für Kunden im Bereich Bus?

**TB:** Unser fundiertes Know-how aus dem Bereich Bahn können wir auf den Busbereich übertragen und nutzen, um künftig das komplette Spektrum an Bussitzen anbieten zu können und uns gezielt in diesem Marktsegment zu positionieren. Die bestehenden und starken Vernetzungen zu Kunden, Lieferanten und anderen Marktteilnehmern, nicht nur aus dem Bahnbereich, sondern auch aus unseren anderen Geschäftsbereichen, sind uns von Nutzen. Aufgrund des globalen GRAMMER Footprints stellt auch die Zusammenarbeit mit internationalen Partnern keinerlei Hindernis dar.

**OR:** Worin unterscheiden sich Ihre Fahrersitze von anderen Anbietern?

**TB:** Unsere Fahrersitzmodelle sind bei unseren Kunden aufgrund ihrer Qualität,

der Modellauswahl für Nah- und Fernverkehr und ihrer modularen Struktur, durch die sich der Sitz anwenderspezifisch konfigurieren lässt, sehr beliebt. Viele Busfahrer sind von unseren Sitzen überzeugt.

Die Bedienelemente am Sitz sind nach dem GRAMMER Prinzip „Design for Use“ konzipiert: Die Griffe teilen ihre Funktion durch die Formgebung mit und sind durch die eigenständige Gestaltung verwechslungssicher und benutzerfreundlich platziert. Bei Busfahrern spielt zudem selbstverständlich die Thematik Körpergesundheit eine wichtige Rolle. Unsere Sitze sind unter Berücksichtigung ergonomischer Gesichtspunkte entwickelt.

In unserem Fachbereich Ergonomie werden Methoden entwickelt, um die Interaktion zwischen Nutzer und Produkt zu analysieren, zu bewerten und zu optimieren. Dieser Bereich beschäftigt sich auch intensiv mit der Gesunderhaltung der Wirbelsäule. Die Erkenntnisse fließen in die Produktentwicklung von GRAMMER ein.

Zudem werden unsere Produkte kontinuierlich hinsichtlich Sicherheit, Design und Innovation weiterentwickelt. So ist beispielsweise unser Haptic Warning System mit sofort spürbaren Vibrationen aus dem Busverkehr nicht mehr wegzudenken.

Foto: GRAMMER

## INNOVATIVE PASSAGIERSITZE

**GRAMMER Rail | Bus**  
der führende Anbieter von Sitzsystemen  
für Bahnen und Busse.

Als Full-Line Anbieter von Passagier- und Fahrersitzen für öffentliche Personentransportmittel liefern wir das komplette Spektrum an Sitzen für die Segmente Premium, High Distance, Regional & Intercity und City.

Wir bieten individuelle Lösungen für alle Kundenanforderungen und setzen mit unseren Produkten Maßstäbe im Hinblick auf Komfort, Ergonomie, Design, Modularität und Sicherheit.



# UNSERE KUNDEN SIND KAPITÄNE DER LANDSTRASSE.

## UND WIR FINANZIEREN IHNEN GANZE FLOTTEN.



**GEFA BANK – WIR SCHAFFEN ECHTE WERTE.**

---

**WIR BEWEGEN DEN MITTELSTAND.** MIT PRAXISGERECHTEN UND MASSGESCHNEIDERTEN FINANZIERUNGSLÖSUNGEN FÜR DIE FUHRPARKS VON OMNIBUSBETRIEBEN UND GRÖSSTMÖGLICHER FLEXIBILITÄT HINSICHTLICH DER RATEN UND LAUFZEITEN. KALKULIEREN SIE EINFACH UND UNVERBINDLICH IHRE ANFRAGE ONLINE ODER RUFEN SIE UNS AN: 0202 3820.

---

[WWW.GEFA-BANK.DE](http://WWW.GEFA-BANK.DE)

---

 **GEFA BANK**

SOCIETE GENERALE GROUP