



Mercedes-Benz

Mercedes-Benz Citaro mit vollelektrischem Antrieb

Presse-Information

## **eWorkshop: Der Mercedes-Benz Citaro fährt elektrisch**

5. März 2018

### **Inhalt**

### **Seite**

Kurzfassung

2

Mercedes-Benz Citaro unter Strom

5

Viel mehr als ein Stadtbus:

Der vollelektrische Mercedes-Benz Citaro als Teil der eMobility

14

Glossar:

Begriffe und Komponenten aus der Welt der Elektromobilität kurz erklärt

17

Weitere Informationen und Pressematerial finden Sie auf beigefügtem

USB-Stick, unter **d.ai/eWorkshopCitaro** sowie unter

**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

## **Lokal emissionsfrei und fast geräuschlos durch die City**

- **Citaro: vom Niedrig-Emissionsbus zum Null-Emissionsbus**
- **Elektrische Portalachse, Modulkonzept der Batterien, flexible Ladetechnik**
- **Thermomanagement: neue Wege für Heizung und Klimatisierung**
- **Urbane Mobilität neu denken: das Gesamtsystem eMobility**

Stuttgart - Der vollelektrisch angetriebene Mercedes-Benz Citaro fährt lokal abgasfrei, fast geräuschlos und hebt Elektromobilität mit Stadtbussen auf ein neues Niveau. Ihre Weltpremiere wird die 12 m-Variante im September auf der IAA Nutzfahrzeuge erleben, Serienstart ist noch dieses Jahr. Der neue Citaro besticht durch eine bislang noch nicht bekannte Energie-Effizienz. Darüber hinaus überzeugt das intelligente Modulkonzept aus Batterie- und Ladetechnik.

### **Citaro: vom Niedrig-Emissionsbus zum Null-Emissionsbus**

Mit emissionsarmen und künftig lokal emissionsfreien Stadtbussen liefert Mercedes-Benz die Antworten auf die Fragen nach einem umweltschonenden ÖPNV. Alle basieren auf dem Weltbestseller Citaro, im Jahr 2012 der erste Stadtbus der Welt nach der aktuell schärfsten Abgasstufe Euro VI. Vollends zum Niedrig-Emissionsbus wird der Citaro hybrid mit abermals gesenktem Kraftstoffverbrauch. Und der gasbetriebene Citaro NGT fährt mit Bio-Erdgas annähernd CO<sub>2</sub>-neutral. Der vollelektrisch angetriebene Citaro absolviert nun den Schritt vom Niedrig-Emissionsbus zum lokalen Null-Emissionsbus.

### **Elektrische Portalachse, Modulkonzept der Batterien, flexible Ladetechnik**

Sein Antrieb stützt sich auf eine elektrische Portalachse mit Elektromotoren an den Radnaben. Die Peakleistung der Motoren beläuft sich auf 2 x 125 kW, das Drehmoment auf 2 x 485 Nm. Es steht systembedingt vom Start weg voll zur Verfügung und sichert eine angemessene Dynamik selbst bei voller Besetzung.

Lithium-Ionen-Batterien mit einer Gesamtkapazität von bis zu rund 243 kWh übernehmen die Stromversorgung. Sie teilen sich in maximal zehn Module. Neben zwei Batteriemodulen auf dem Fahrzeugdach gehören vier Module im Heck zur Grundausstattung. Hinzu kommen je nach Kundenwunsch zwei oder vier weitere Batteriemodule auf dem Dach.

Flexibel ist ebenfalls die Ladetechnik. Zum Serienanlauf ist eine Ladung über Combo-2-Stecker vorgesehen. Ist zur Vergrößerung der Reichweite eine Zwischenladung gewünscht, kann der Citaro künftig außerdem optional per Stromabnehmer geladen werden. Somit deckt der Citaro alle gängigen Varianten ab.

Mit diesem intelligenten Modulkonzept aus Batterie- und Ladetechnik eröffnet Mercedes-Benz den Verkehrsbetrieben die Möglichkeit, den Citaro exakt auf den individuellen Bedarf des Betriebs oder sogar einzelner Linien auszurichten.

### **Thermomanagement: neue Wege für Heizung und Klimatisierung**

Der Energieverbrauch eines vollelektrisch angetriebenen Stadtbusses wird entscheidend durch die Kühlung und vor allem die Heizung des großen Innenraums beeinflusst. Daher gehört das Thermomanagement zu den herausragenden Merkmalen des Citaro: Seine außergewöhnliche Energieeffizienz legt die Basis für eine praxisgerechte Reichweite des Citaro.

Der Fahrgastraum des Citaro wird energiesparend durch eine Wärmepumpe beheizt. Hinzu kommen ebenso die gewohnten Seitenwandheizer mit Gebläse und das Frontheizgerät. Sämtliche Wärme abgebenden Komponenten sind miteinander vernetzt, um den Energieaufwand für deren Kühlung auf ein Minimum zu reduzieren. Die Dachklimaanlage wird in der kalten Jahreszeit zusätzlich als Wärmepumpe genutzt. Weitere Vorzüge bietet die Verwendung des Kältemittels CO<sub>2</sub>. Es überzeugt durch einen besonders effizienten Einsatz der Wärmepumpe auch bei sehr tiefen Temperaturen.

Ein weiteres Plus: Bereits während der Ladung der Batterien im Depot kann der Innenraum auf die gewünschte Temperatur vor- und sogar

überkonditioniert werden. Somit startet der Bus bereits geheizt oder gekühlt in den Einsatz.

Seite 4

### **Praxisgerechte Reichweite unter schweren Bedingungen**

Für die Reichweitenangabe bevorzugt Mercedes-Benz ein Worst-Case-Szenario und orientiert sich am anspruchsvollen normierten Stadtfahrzyklus SORT2. Danach erreicht der Citaro mit Batterie-Vollbestückung eine Reichweite von rund 150 Kilometern im Sommer. Damit können Teilnetze im Tagespensum eines Stadtbusses bereits heute ohne Zwischenladung bedient werden.

### **Urbane Mobilität neu denken: das Gesamtsystem eMobility**

Elektromobilität bedeutet, urbane Mobilität mit Omnibussen neu zu denken. Der vollelektrisch angetriebene Citaro ist Teil des Gesamtsystems eMobility von Daimler Buses. Vor der Beschaffung steht die fachkundige Beratung eConsulting. Fachleute analysieren jede Linie, bewerten die Einsätze und verknüpfen sie. Ein Simulationsprogramm errechnet dann den Energiebedarf. Ergebnis sind präzise Empfehlungen und Kalkulationen zu Lade-Infrastruktur, Energieverbrauch, Anschlussleistung der Stromversorgung des Depots und Lademanagement.

Service, Wartung und Reparatur verändern sich mit Elektromobilität. Der eMobility Service der Servicemarke Omniplus bietet daher maßgeschneiderte Servicekonzepte an. Dies beginnt mit der klassischen Betreuung der Kundenwerkstatt, geht weiter über Werkstattleistungen in Verbindung mit Serviceverträgen in werksseitigen Kompetenzzentren und mündet im BusDepot Management: Hier übernehmen Mitarbeiter von Omniplus festgelegte Arbeiten bis zur Rundumbetreuung der Fahrzeuge direkt in der Kundenwerkstatt.

## **Mercedes-Benz Citaro unter Strom**

- **Citaro: vom Niedrig-Emissionsbus zum Null-Emissionsbus**
- **Flexible Ladetechnik: Serie Steckerladung, optional Stromabnehmer-Ladung**
- **Thermomanagement: neue Wege für Heizung und Klimatisierung**
- **Praxisgerechte Reichweite unter schweren Bedingungen**
- **Intensive Sommer- und Wintererprobung**

Er fährt lokal abgasfrei und fast geräuschlos. Er kombiniert die Plattform des meistverkauften Stadtbusses der Welt mit neuen technologischen Lösungen. Der vollelektrisch angetriebene Mercedes-Benz Citaro hebt Elektromobilität mit Stadtbussen auf ein neues Niveau. Ihre Weltpremiere wird die 12 m-Variante im September auf der IAA Nutzfahrzeuge erleben, der Serienstart erfolgt noch in diesem Jahr. Der neue Citaro besticht dank seines innovativen Thermomanagements durch eine bislang noch nicht bekannte Energie-Effizienz. Darüber hinaus überzeugt das intelligente Modulkonzept aus Batterie- und Ladetechnik. Der elektrische Citaro ist außerdem mehr als ein Stadtbus: Mercedes-Benz betrachtet Elektromobilität ganzheitlich, bettet den Citaro in das Gesamtsystem eMobility ein. Dessen Leistungsspektrum reicht von der individuellen und praxisnahen Beratung vor der Anschaffung über Empfehlungen zur Ladeinfrastruktur bis zur Übernahme des Service in der Kundenwerkstatt.

## **Urbanisierung verlangt emissionsarme und lokal emissionsfreie Mobilität**

Die Urbanisierung schreitet rasch voran: Seit zehn Jahren leben erstmals in der Geschichte der Erde weltweit mehr Menschen in Städten als auf dem Land. Laut Prognosen der United Nations Organization (UNO) wird dieser Anteil der Weltbevölkerung bereits bis zum Jahr 2050 auf mehr als zwei Drittel steigen. Ob Megacity, Großstadt oder Kleinstadt, die Herausforderungen und Probleme ähneln sich: Eine wachsende Bevölkerung führt zu wachsender Mobilität in Berufsleben und Freizeit. Das bedeutet Chance und Risiko zugleich für bereits

ausgelastete Verkehrssysteme und potenziell eine größere Umweltbelastung durch Abgas- und Geräuschemissionen. Sowohl die Bevölkerung als auch die Politik reagieren jedoch zunehmend sensibler auf die damit verbundenen Nachteile und Einschränkungen.

Ein Lösungsweg ist ein gut ausgebauter Öffentlicher Personen-Nahverkehr (ÖPNV) mit emissionsarmen und lokal emissionsfreien Omnibussen. Das Schlagwort der Stunde heißt daher Elektromobilität. Der neue vollelektrisch angetriebene Mercedes-Benz Citaro ist dabei ein wichtiger Baustein: Er fährt vor Ort völlig abgasfrei und nahezu geräuschlos.

Der Citaro erreicht mit neuen technologischen Lösungen eine herausragende Leistungsfähigkeit. Gleichzeitig passt er sich mit seiner Variabilität perfekt an die enormen Anforderungen der Verkehrsbetriebe mit ihren komplexen Systemen von Liniennetzen und Fahrplänen an. Von Vorteil ist die bewährte und in jeder Hinsicht tragfähige Basis: Mit mehr als 50 000 Einheiten ist der Citaro der meistverkaufte Stadtbus der Welt.

### **Citaro: vom Niedrig-Emissionsbus zum Null-Emissionsbus**

Mit einer großen Bandbreite an emissionsarmen und künftig emissionsfreien Stadtbussen liefert Mercedes-Benz die passenden Antworten auf die Fragen nach einem umweltschonenden ÖPNV. Alle Varianten basieren auf dem Weltbestseller Citaro. Er war im Jahr 2012 der erste Stadtbus der Welt nach der aktuell schärfsten Abgasstufe Euro VI.

Vollends zum Niedrig-Emissionsbus wird die Variante Citaro hybrid. Vorge stellt im vergangenen Herbst, optimiert ein Hybridmodul den Verbrennungsmotor nochmals und senkt den ohnehin niedrigen Kraftstoffverbrauch abermals um bis zu 8,5 Prozent. Im Vergleich zu einem Stadtbus nach Abgasstufe Euro V sind damit in wenigen Jahren die CO<sub>2</sub>-Emissionen um fast 20 Prozent und die Stickoxid-Emissionen um bis zu 98 Prozent gesunken, die Partikelemissionen gar an der Nachweisgrenze angelangt. Der Citaro hybrid mit innovativer 48-Volt-Technik verzichtet auf ein Hochvoltnetz und ist als Sonderausstattung für einen Großteil der Ausführungen des Citaro lieferbar,

darunter den gasbetriebenen Citaro NGT. Er fährt besonders leise und emissionsarm und mit Bio-Erdgas sogar annähernd CO<sub>2</sub>-neutral.

Seite 7

Der Citaro und der Großraumbus CapaCity sowie Citaro hybrid und Citaro NGT belegen jeden Tag tausendfach im Einsatz den hoch entwickelten Stand von Antrieben mit Verbrennungsmotor. Sie arbeiten sowohl wirtschaftlich als auch emissionsarm. Der vollelektrisch angetriebene Citaro absolviert nun den Schritt vom Niedrig-Emissionsbus zum lokalen Null-Emissionsbus. Er erweitert die Palette um eine Ausführung, die neue Maßstäbe für Elektromobilität setzt.

### **Bewährte elektrische Achse, neues Modulkonzept der Batterien**

Der Antrieb des neuen vollelektrisch angetriebenen Citaro stützt sich auf die bewährte Elektroportalachse ZF AVE 130 mit Elektromotoren an den Radnaben, die bereits in anderen Citaro-Varianten zum Einsatz kam. Die Peakleistung der Motoren beläuft sich auf 2 x 125 kW, das Drehmoment auf 2 x 485 Nm. Es steht systembedingt vom Start weg voll zur Verfügung und sichert eine angemessene Dynamik selbst bei voller Besetzung.

Lithium-Ionen-Batterien mit einer Gesamtkapazität von bis zu rund 243 kWh übernehmen die Stromversorgung. Sie sind modular aufgebaut: Die Batterien teilen sich in maximal zehn Module mit jeweils etwa 25 kWh. Neben zwei Batteriemodulen auf dem Fahrzeugdach gehören vier Batteriemodule im Heck zur Grundausstattung. Sie nehmen im Citaro in Fahrtrichtung links die Position der heutigen Antriebskombination aus Verbrennungsmotor und Getriebe ein. Hinzu kommen je nach Kundenwunsch zwei oder vier weitere Batteriemodule auf dem Dach des Citaro.

Jedes Batteriemodul setzt sich aus 15 Zellmodulen sowie einer Steuereinheit zur Überwachung und dem Ladungsausgleich der Batteriezellen zusammen. Die einzelnen Zellmodule beherbergen jeweils zwölf Batteriezellen. Mercedes-Benz verwendet leicht zu verarbeitende prismatische Zellen mit einer Kapazität von jeweils 37 Ah. Mit minimal sechs bis maximal zehn Batteriemodulen können Verkehrsbetriebe ihre Einsatz- und Ladestrategie exakt dem individuellen Bedarf anpassen. Die Maximalzahl sichert die größtmögliche Reichweite des Busses, eine kleinere Zahl verringert Gewicht

und Anschaffungskosten und vergrößert damit die Fahrgastkapazität – sie erfordert jedoch womöglich aufwendige Zwischenladungen.

Bei Vollbestückung mit zehn Batteriemodulen wiegt der vollelektrisch angetriebene Citaro in Serienausführung etwa 13,7 Tonnen. Das entspricht bei einem zulässigen Gesamtgewicht von 19,5 Tonnen einer Zuladung von 5,8 Tonnen oder rund 80 Fahrgastplätzen – praxisnah auch in Hauptverkehrszeiten.

Die Technik des Citaro ist zukunftssicher. Da die Entwicklung der Batterietechnik mit schnellen Schritten voranschreitet, ist die Umstellung auf die nächste Generation bereits konzeptionell vorgesehen.

### **Flexible Ladetechnik: Serie Depotladung, optional Stromabnehmer-Ladung**

Mit seiner Ladetechnik passt sich der Citaro ebenfalls an die individuellen Wünsche und Erfordernisse der Verkehrsbetriebe an. Zum Serienanlauf ist eine Ladung über Stecker vorgesehen. Hierfür verfügt der Stadtbus serienmäßig über einen Anschluss für Combo-2-Stecker in Fahrtrichtung rechts über dem vorderen Radlauf. Dies entspricht der gewohnten Position des Tankeinfüllstutzens beim Citaro mit Dieselmotor.

Ist zur Vergrößerung der Reichweite eine Zwischenladung gewünscht, kann der vollelektrisch angetriebene Citaro außerdem optional per Stromabnehmer aufgeladen werden. Diese Option wird zeitversetzt nach Serienanlauf zur Verfügung stehen. Zwei Varianten werden möglich sein: In der Stufe 1 ein fahrzeugfester Stromabnehmer auf dem Dach und in der Stufe 2 die Anbringung von Ladeschienen für eine Aufladung mittels ortsfestem Stromabnehmer an einer Ladestation. Der Montageraum befindet sich jeweils in Höhe der Vorderachse.

Somit wird der Citaro alle gängigen Ladevarianten abdecken. Mit diesem intelligenten Modulkonzept aus Batterie- und Ladetechnik eröffnet Mercedes-Benz den Verkehrsbetrieben die Möglichkeit, den Citaro exakt auf



den individuellen Bedarf des Betriebs oder sogar einzelner Linien auszurichten.

Seite 9

Zusätzlich gewinnt der Citaro elektrische Energie durch Rekuperation. Die beiden radnabennahen Elektromotoren der Antriebsachse arbeiten dabei beim Bremsen als Generatoren und wandeln die kinetische Energie des Fahrzeugs in Strom um.

### **Thermomanagement: neue Wege für Heizung und Klimatisierung**

Die Batteriekapazität allein aber sagt wenig über das Leistungsvermögen und vor allem die Reichweite eines vollelektrisch angetriebenen Stadtbusses aus – der wahre Maßstab ist der Energieverbrauch. Er wird bei einem Stadtbus sehr stark durch die klimatischen Verhältnisse und damit durch die Kühlung und vor allem durch die Heizung des Innenraums beeinflusst.

Bei einer Außentemperatur von minus zehn Grad Celsius verdoppelt sich der Energieverbrauch eines Stadtbusses im Vergleich zu Fahrten, bei denen nicht geheizt werden muss – damit halbiert sich die Reichweite. Ursache: Aufgrund des hohen Wirkungsgrads eines Elektromotors entsteht im Unterschied zu Verbrennungsmotoren kaum nutzbare Abwärme. Die Heizung muss daher durch die Energieversorgung des Fahrzeugs gespeist werden. Hinzu kommt der große Innenraum. Auch öffnen bei üblichen Haltestellenabständen von rund 400 Metern regelmäßig bis zu drei doppeltbreite Türen und lassen Außenluft herein.

Daher haben die Ingenieure ein wesentliches Augenmerk auf das Thermomanagement gelegt. Es gehört zu den herausragenden Merkmalen des Citaro und ist bis ins Detail optimiert: Im Vergleich zum aktuellen Citaro mit Verbrennungsmotor sinkt der Energiebedarf für Heizung, Lüftung und Klimatisierung um rund 40 Prozent. Hinter dieser außergewöhnlichen Energieeffizienz steckt hoher Aufwand, er aber legt die Basis für eine praxisgerechte Reichweite des Citaro selbst unter ungünstigen Bedingungen.

Auch dazu trägt das Thermomanagement bei. So hält Mercedes-Benz die Batterien durch Kühlung auf Idealtemperatur, daraus resultiert ein Maximum an Leistungsfähigkeit und Lebensdauer. Die Kühlung erfolgt durch einen separaten Batteriekühler auf dem Dach. Bei extremen Außentemperaturen unterstützt die serienmäßige Fahrgastraum-Klimaanlage die Kühlung der Batterien.

Eine weitere Flexibilität ermöglicht die Entladetiefe der Batterien. Sie kann in Anforderung an Reichweite und Lebensdauer erweitert werden.

### **Heizung: sogar die Fahrgäste heizen mit**

Der Fahrgastraum des Citaro wird energiesparend durch eine Wärmepumpe beheizt. Für eine homogene Temperaturverteilung kommen die gewohnten Seitenwandheizer mit Gebläse zum Einsatz. Das übliche Frontheizgerät verfügt über einen doppelten Wärmetauscher als Verstärkung. Für den Einsatz bei extremen Witterungsverhältnissen oder zur Verlängerung der Reichweite kann optional eine kraftstoffbetriebene Zusatzheizung verwendet werden.

Wie sorgfältig und detailliert das Thermomanagement ausgearbeitet ist, zeigen gleich mehrere Beispiele. So sind sämtliche Wärme abgebenden Komponenten miteinander vernetzt, um den Energieaufwand für deren Kühlung im Betrieb auf ein Minimum zu reduzieren. Da der menschliche Körper Wärme abgibt, kann bei einem besetzten Bus die Heizleistung frühzeitig etwas zurückgenommen werden. Darüber hinaus variiert Mercedes-Benz die Leistung von Heizung und Klimaanlage in Abhängigkeit von der Zahl der Fahrgäste an Bord: Der Frischluftanteil im Bus wird optimal an die aktuelle Fahrgastzahl angepasst. Die Auslastung des Busses wird dabei über dessen Achslastsensoren ermittelt.

### **Klimaanlage und Wärmepumpe: hohe Effizienz durch CO<sub>2</sub> als Kältemittel**

Die Dachklimaanlage wird in der kalten Jahreszeit zusätzlich als Wärmepumpe genutzt und stellt so eine effektive und effiziente Klimatisierung des Fahrgastinnenraums sicher. Weitere Vorzüge bietet die Verwendung des

Kältemittels CO<sub>2</sub>. Es überzeugt durch einen besonders effizienten Einsatz der Wärmepumpe auch bei sehr tiefen Temperaturen von bis zu minus 10 Grad Celsius. Sollte das Kältemittel freigesetzt werden, ist es im Vergleich zu anderen Mitteln umweltschonend, ungiftig und nicht entflammbar. Mercedes-Benz setzt im Citaro als einer der ersten Omnibus-Hersteller CO<sub>2</sub> als Kältemittel in der Serienanwendung ein.

### **Klimakomfort an die Bedürfnisse der Fahrgäste angepasst**

Ein weiteres Plus: Bereits während der Ladung der Batterien im Depot kann der Innenraum auf die gewünschte Temperatur vor- und sogar überkonditioniert werden. Somit startet der Bus je nach Jahreszeit bereits geheizt oder gekühlt in den Einsatz.

Die Auslegung von Heizung und Klimatisierung orientiert sich an den Vorgaben des Verbands Deutscher Verkehrsbetriebe (VDV). Bei extremen Umgebungstemperaturen wird zugunsten des Energieverbrauchs und damit der Reichweite das Komfortniveau in den Grenzbereichen leicht abgesenkt. Anstelle einer ganzjährig konstanten Innentemperaturvorgabe, orientiert sich diese am situationsangepassten Behaglichkeitsgefühl der Fahrgäste. Da die Fahrgäste in der Regel nur kurze Zeit im Fahrzeug verbringen und ihre Kleidung in aller Regel an die entsprechende Jahreszeit angepasst ist, wird an heißen Sommertagen mit einer höheren und an kalten Wintertagen mit einer geringeren Innentemperaturvorgabe gefahren, ohne dabei den Bereich der Behaglichkeit zu verlassen.

Eine andere Strategie verfolgt Mercedes-Benz beim Fahrer-Arbeitsplatz: Da der Busfahrer seine gesamte Arbeitszeit im Stadtbus verbringt, sind hier die Anforderungen höher, auch muss seine maximale Konditionssicherheit stets gewährleistet sein. Deshalb wird die Klimatisierung des Fahrerplatzes separat geregelt und die Zieltemperatur von 24 Grad auch bei extremen Außentemperaturen angestrebt.

## **Hohe Effizienz heißt praxismgerechte Reichweite unter schweren Bedingungen**

Seite 12

Reichweitenangaben von vollelektrisch angetriebenen Stadtbussen sind häufig schwer vergleichbar und mit Vorsicht zu genießen, da Bezugsgrößen fehlen und sie häufig unter Idealbedingungen ermittelt werden. Anders beim Citaro: Mercedes-Benz bevorzugt zugunsten verlässlicher Angaben ein Worst-Case-Szenario und orientiert sich daher am anspruchsvollen normierten Stadtfahrzyklus SORT2. Mercedes-Benz rechnet sogar erschwerend den Energiebedarf der Nebenverbraucher ein. Nach SORT2 erreicht der Citaro mit Batterie-Vollbestückung eine Reichweite von rund 150 Kilometern im Sommer. Damit können Teilnetze im Tagespensum eines Stadtbusses bereits heute ohne Zwischenladung bedient werden.

## **Mehr Fahrgastplätze durch eine sorgfältige Gewichtsverteilung**

Handicap vollelektrisch angetriebener Stadtbusse ist ihr Mehrgewicht durch die Batterien. Auch der von Haus aus leichte Citaro kann das Gewicht von rund 2,5 Tonnen des maximalen Batteriesatzes nicht vollständig kompensieren. Aber mit durchdachter Gewichtsverteilung nutzt der Citaro die zulässigen Achslasten aus und sichert damit maximale Zuladung und somit Fahrgastplätze.

Die Ingenieure balancieren den Bus durch vier Batteriemodule im hinteren Überhang und bis zu sechs weiteren Batteriemodulen auf dem Dach in Nähe der Vorderachse aus. Diese Achse ist außerdem von acht Tonnen maximaler Tragfähigkeit gekennzeichnet. Daraus resultiert, je nach Ausführung, die angeführte praxismgerechte Zahl von etwa 80 Fahrgastplätzen.

## **Bestuhlung und Sonderausstattungen: der Stadtbus nach Maß**

Da die Entwickler das bewährte Layout des Citaro übernehmen, bleibt die Aufteilung des Fahrgastraums unverändert im Vergleich zum konventionellen Citaro mit stehendem Motor. Die Passagiere müssen sich nicht umgewöhnen. Das Fahrzeug ist mit zwei oder drei Türen erhältlich.

Weiterer Vorteil der Plattform des Citaro: Verkehrsbetriebe können nach wie vor aus einem großen Fundus an Sonderausstattungen wählen und den Bus individualisieren. Ob Fahrgastsitze, Bodenbeläge, Haltestangen, Kommunikationseinrichtungen oder unsichtbare Details wie die Türsteuerung – der Citaro ist und bleibt mit jedem Antrieb ein Stadtbus nach Maß.

### **Intensive Sommer- und Wintererprobung**

Der vollelektrisch angetriebene Citaro geht bereits ausgereift an den Start. Seine Top-Qualität wird durch den schon vielfach im Einsatz bewährten Citaro gewährleistet. Hinzu kommt die Fertigung im Omnibuswerk Mannheim auf der Linie des konventionell angetriebenen Citaro – das gilt bereits für die Erprobungsfahrzeuge. Wesentliche Komponenten wie die Antriebsachse oder die elektrohydraulische Lenkung bewähren sich bereits im strapaziösen Stadtbuseinsatz. Die Dachkonstruktion mit integrierten Schwerlastschienen für die Batterien geht auf den Citaro NGT und dessen Gastanks zurück.

Darüber hinaus hat der vollelektrisch angetriebene Citaro bis zum Serienstart eine umfassende Erprobung absolviert. Der Omnibus muss die gleichen Tests bestehen wie jeder andere Bus mit Stern, denn der Citaro mit vollelektrischem Antrieb wird die gleiche hohe Verfügbarkeit erreichen wie seine geradezu sprichwörtlich zuverlässigen Kollegen mit Verbrennungsmotor.

Alle Komponenten werden einzeln sowie im Zusammenspiel untersucht, auf Prüfständen und in der Praxis im Bus. Mercedes-Benz hat den Citaro bei Temperaturen von unter minus 15 Grad Celsius am Polarkreis und bei mehr als 30 Grad Celsius in der Sommerhitze Spaniens getestet. Zu den Wintertests gehören auch Fahrttests auf glatter Fahrbahn zur Überprüfung von Fahrdynamikregelsystemen und Rekuperation. Sommertests absolvierte der Bus im anstrengenden Stadtverkehr und bei steilen Auf- und Abfahrten in der Sierra Nevada. Zum Test-Programm gehören ebenso Schlechtwege- und Dauerlauf-tests. Insgesamt werden rund ein Dutzend Prototypen auf Herz und Nieren getestet.

## **Viel mehr als ein Stadtbus: Der vollelektrische Mercedes-Benz Citaro als Teil der eMobility**

- **Herausforderung Elektromobilität: urbanen Omnibusverkehr neu denken**
- **eMobility Consulting: gründliche und praxisnahe Beratung der Verkehrsbetriebe**
- **Omnibus Service: neue Konzepte für die Herausforderung Hochvolttechnik**

Der neue vollelektrisch angetriebene Mercedes-Benz Citaro ist viel mehr als ein Stadtbus, er ist Teil des Gesamtsystems eMobility von Daimler Buses. Es umfasst vor einer Beschaffung die fachkundige Beratung eMobility Consulting einschließlich einer tiefgehenden Analyse des Verkehrsbetriebs und seiner einzelnen Linien. Der Omnibus Service bietet den Unternehmen maßgeschneiderte Servicekonzepte für Elektromobilität bis hin zu Dienstleistungen in der Kundenwerkstatt an.

### **Herausforderung Elektromobilität: urbanen Omnibusverkehr neu denken**

Elektromobilität ist eine Herausforderung, das erleben private Pkw-Käufer, die sich über den Weg zur Arbeit oder den Wochenendausflug Gedanken machen. Das erleben Verkehrsbetriebe noch viel intensiver, die mit einem festgefügt und feinstufigen Geflecht aus Liniennetzen und Fahrplänen arbeiten. Ihr Wunsch ist ein 1:1-Tausch von Stadtbussen mit Verbrennungsmotor gegen vollelektrisch angetriebene Busse. Dieser ist aber in der Regel nicht ohne Eingriffe möglich und daher eine gründliche Vorbereitung unabdingbar – Elektromobilität bedeutet, urbane Mobilität mit Omnibussen neu denken.

Neben den höheren Kosten und möglichen Förderungen für elektrisch angetriebene Omnibusse gilt es bei der Umstellung auf Elektromobilität, detailliert den Energieverbrauch und die daraus resultierende Reichweite zu beachten, die Fahrgastkapazität, die Ladestrategie einschließlich der

Energieversorgung und schließlich den Service von der Ausstattung der eigenen Werkstatt bis zur abgestuften Ausbildung von deren Mitarbeitern.

Seite 15

### **eMobility Consulting: gründliche und praxisnahe Beratung der Verkehrsbetriebe**

Hier setzt eMobility Consulting von Daimler Buses an. Erfahrene Mitarbeiter präsentieren den Verkehrsbetrieben zunächst die Leistungsfähigkeit des vollelektrisch angetriebenen Citaro und loten Vorstellungen und Wünsche der Unternehmen aus. Im nächsten Schritt wird Linie für Linie einzeln analysiert, werden umfassende Daten von der Linienlänge über das Fahrgastaufkommen bis zur Durchschnittsgeschwindigkeit erfasst. Selbst die Außentemperaturen spielen eine Rolle, sie sind aufgrund des erhöhten Energieverbrauchs für Heizung und Klimatisierung mitentscheidend für die Reichweite elektrischer Stadtbusse. Ein eigens entwickeltes Simulationsprogramm errechnet dann den Energiebedarf.

Die Experten bewerten die einzelnen Einsätze und verknüpfen sie miteinander. Daraus resultieren unterschiedliche Varianten, von der Standarderfassung mit Reichweitenberechnung über das Thema Lademanagement bis zur Organisation des Betriebshofs. Von Vorteil ist dabei die umfassende Kenntnis der Fachleute ihrer eigenen Omnibusse, der kurze Draht zu den Ingenieuren in der Entwicklung und das professionelle und vertrauensvolle Verhältnis zu den Verkehrsbetrieben – daraus resultiert ein einzigartiges Know-how für das Verkehrssystem Omnibus.

Im Ergebnis können die Experten präzise Empfehlungen und Kalkulationen abgeben, das betrifft die Lade-Infrastruktur, den Energieverbrauch, die Anschlussleistung der Stromversorgung des Depots und das Lademanagement. Die Hinweise gehen praxisnah bis ins Detail, sie umfassen zum Beispiel bei einer hohen Zahl von Tageskilometern auch geteilte Dienste oder Zwischenladungen im Depot als Alternative zu externen Ladestationen.

Service, Wartung und Reparatur verändern sich mit Elektromobilität ebenfalls deutlich. Tätigkeiten rund um Verbrennungsmotor und Automatikgetriebe entfallen, der Fokus liegt jetzt auf Hochvolttechnik.

Die Servicemarke Omnipus von Daimler Buses hat daher ein eMobility-Servicekonzept vorbereitet. Verkehrsbetriebe können sich daraus individuell passende Bausteine wählen. Dies beginnt mit der klassischen Betreuung der Kundenwerkstatt, geht weiter über Werkstattleistungen in Verbindung mit Serviceverträgen in werksseitigen Kompetenzzentren und mündet im BusDepot Management: Hier übernehmen Mitarbeiter von Omnipus festgelegte Arbeiten bis zur Rundumbetreuung der Fahrzeuge direkt in der Kundenwerkstatt. Dieses Verfahren hat sich bereits an mehreren Standorten in Europa bewährt.



## **Begriffe und Komponenten aus der Welt der Elektromobilität kurz erklärt**

### **Batteriezellen**

Die Zellen von Lithium-Ionen-Batterien können unterschiedliche Formen haben, Rundzellen, Pouch-Zellen und prismatische Zellen. Mercedes-Benz hat sich für Batterien mit prismatischen Zellen entschieden. Sie haben etwa Form und Größe eines Taschenbuchs, verfügen jeweils über ein eigenes Gehäuse, sind stabil und leicht zu verarbeiten.

### **Elektromotor**

Während ein Verbrennungsmotor flüssigen oder gasförmigen Kraftstoff durch Verbrennen in mechanische Leistung umwandelt (üblicherweise in eine Hubbewegung), wandelt ein Elektromotor elektrische Energie in eine mechanische Leistung um. Stromdurchflossene Spulen erzeugen Magnetfelder, deren gegenseitige Anziehungs- und Abstoßungskräfte in rotierende Bewegung umgesetzt werden. Mercedes-Benz verwendet im Citaro wassergekühlte Asynchronmotoren. Sie sind robust und drehzahlfest, haben einen hohen Wirkungsgrad und kommen ohne Bürsten aus, die während des Betriebs verschleifen.

### **Emissionsfreies Fahren**

Vollelektrisch angetriebene Fahrzeuge sind lokal emissionsfrei, sie emittieren vor Ort keine Abgase. Emissionen entstehen allerdings je nach Erzeugung des Stroms, zum Beispiel bei Kohle- und Gaskraftwerken. Auch ein vollelektrisch angetriebener Stadtbus ist deshalb nicht völlig emissionsfrei, sondern lokal emissionsfrei.

Sie bezeichnet das Verhältnis der entnommenen Menge zur Gesamtkapazität einer Batterie. Eine sehr große Entladetiefe (auch DoD = Depth of Discharge) erhöht die Reichweite, wirkt sich jedoch negativ auf die Lebensdauer aus. Im Citaro kann daher die Entladetiefe für definierte Anwendungsprofile gewählt werden.

## **Hochvolttechnik**

Ab einer Gleichstromspannung von mehr als 60 Volt spricht man von Hochvolt. Hochvoltkomponenten sind speziell gekennzeichnet, und Hochvolt-Leitungen sind durch eine orangene Ummantelung erkennbar. In vollelektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen sind Spannungen von 600 Volt und mehr üblich. Je nach Tätigkeit sind deshalb für Servicetechniker Einweisungen und Schulungen unterschiedlichen Umfangs vorgeschrieben.

## **Ladestandard nach ISO 15118**

Er sichert die Kommunikation zwischen der Ladestation und dem bordeigenen Ladesteuergerät. Damit bildet er die Basis für eine aktive und intelligente Ladesteuerung – wichtig zur Vermeidung zu großer und teurer Lastspitzen bei einem Fuhrpark – und für Abrechnungssysteme.

## **Ladestecker**

Die europäische Industrie favorisiert den Combo-2-Stecker als Standard. Er ist kommunikationsfähig für hohe Ladeleistungen und Schnellladen (CCS = Combined Charging System) geeignet. Er ermöglicht Ladeleistungen bis zu 150 kW und Stromstärken bis zu 200 A.

## **Ladungsausgleich**

Durch Ladungsausgleich – auch Battery Balancing genannt – werden die Zellen einer Batterie auf einem gleichen Spannungslevel gehalten. Das ist die Basis für einen effizienten Betrieb und eine lange Lebensdauer der Batterie.

Sie enthält in einem Gehäuse mehrere Komponenten. Der Inverter oder Wechselrichter, auch AC/DC-Wandler genannt, wandelt Gleichstrom in Wechselstrom um. Er ist notwendig, weil die Batterien das HV-Bordnetz mit Gleichstrom versorgen, Elektromotoren jedoch mit Wechselstrom betrieben werden. Der Konverter oder Spannungswandler, auch DC/DC-Wandler genannt, wandelt eine eingehende Gleichspannung in eine höhere oder niedrigere Gleichspannung um.

### **Lithium-Ionen-Batterie**

Eine Lithium-Ionen-Batterie ist ein wiederaufladbarer Energiespeicher, der elektrische Energie in chemische Energie umwandelt und diese speichert, um sie bei Bedarf wieder als elektrische Energie abzugeben. Bei der Ladung der Batterie bewegen sich die Lithium-Ionen von der Kathode zur Anode, bei der Entladung von der Anode zur Kathode. Lithium-Ionen-Batterien zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte aus und sind deshalb Stand der Technik für vollelektrisch angetriebene Fahrzeuge.

### **Stromabnehmer**

Der Stromabnehmer oder Pantograf überträgt elektrische Energie von einer Ladestation zu einem Fahrzeug. Bei batterieelektrischen Stadtbussen dient er zur stationären Versorgung vor allem bei Zwischenladungen (Opportunity Charging), seltener bei Depotladung. Möglich ist eine fahrzeugfeste Montage auf dem Dach des Busses oder eine stationsfeste Montage an Ladestationen. In beiden Fällen wird der Stromabnehmer zu Beginn der Aufladung ausgefahren und verbindet dann Fahrzeug und Ladestation.

### **Peakleistung**

Die Peakleistung eines Elektromotors ist vergleichbar mit der Angabe der Nennleistung eines Verbrennungsmotors. Sie bezeichnet die kurzfristig mögliche Maximalleistung. Ein weiterer Wert ist die Dauerleistung, welcher der maximal auf Dauer abrufbaren Leistung entspricht.

Ein Anzeigeelement in der Instrumententafel anstelle des bei Verbrennungsmotoren üblichen Drehzahlmessers. Der Powermeter zeigt die aktuell abgerufene Leistung der Fahrtriebe. Beim Bremsen oder im Schubetrieb zeigt er die Leistung der Rekuperation bzw. Bremsenergie-Rückgewinnung.

## **Radnabennaher Motor**

Im Unterschied zum Verbrennungsmotor kann ein Elektromotor weitgehend frei im Fahrzeug platziert werden. Bei Stadtbussen gibt es unterschiedliche Anordnungen. Mercedes-Benz hat sich für eine kompakte Bauweise entschieden - die bewährte Antriebsachse ZF AVE 130 mit radnabennahen Motoren, die bereits in anderen Citaro-Varianten zum Einsatz kam. In dieser Elektroportalachse sitzt an jedem Rad ein wassergekühlter Asynchronmotor. Die Motoren leisten jeweils 125 kW, insgesamt also 250 kW. Das Drehmoment beträgt daher aus dem Stand  $2 \times 485$  Newtonmeter, wegen des Übersetzungsverhältnisses liegt an den Rädern sogar ein Drehmoment von ca.  $2 \times 11\,000$  Newtonmeter an. Den freiwerdenden Bauraum von Verbrennungsmotor und Getriebe links im Heck nutzt Mercedes-Benz zur Unterbringung von Batteriemodulen.

## **Rekuperation**

Rekuperation ist auch als Bremsenergie-Rückgewinnung oder regeneratives Bremsen bekannt. Dabei wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt. Die radnabennahen Elektromotoren arbeiten in diesem Fall als Generatoren. Dies führt zu einem Bremsmoment. Die entstehende elektrische Energie wird in den Batterien gespeichert und steht dann für den Fahrzeugantrieb wieder zur Verfügung.

Reproduzierbarer Straßentestzyklus zur Ermittlung vergleichbarer Kraftstoffverbrauchswerte für Stadtbusse. SORT (Standardised On-Road Test Cycles) basiert auf Vereinbarungen zwischen Verbänden, Verkehrsbetrieben und führenden europäischen Busherstellern. SORT bildet unterschiedlich anspruchsvolle Stadtverkehre ab (SORT1, SORT2, SORT3). SORT-Werte können beispielsweise bei Ausschreibungen als Kriterium festgelegt werden.

### **Wärmepumpe**

Eine Wärmepumpe nutzt die physikalischen Effekte des Übergangs von Flüssigkeiten in eine gasförmige Phase und umgekehrt. Bekannt ist das Verfahren von modernen stationären Heizungsanlagen in Immobilien. Bei vollelektrischen Fahrzeugen werden Wärmepumpen als alternative Quelle zum energiesparenden Beheizen bzw. Kühlen des Fahrzeugs verwendet.

### **Ansprechpartner:**

Nada Filipovic, +49 (0) 711 17-5 10 91, nada.filipovic@daimler.com

Sandra Idzenga, +49 (0) 711 17-3 35 05, sandra.idzenga@daimler.com

Uta Leitner, +49 (0) 711 17-5 30 58, uta.leitner@daimler.com

Weitere Informationen und Pressematerial finden Sie auf beigefügtem USB-Stick, unter **d.ai/eWorkshopCitaro** sowie unter **[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**