



# Mercedes-Benz eCitaro | Vollelektrischer Stadtbus

Gustav Tuschen

Head of Product Engineering Daimler Buses

Mercedes-Benz

The standard for buses.



# Ein Blick in das Jahr 2030 ...

## Eine Vision?

- Anteil der elektrischen Busse etwa 75 Prozent ...
- Leise und lokal emissionsfrei ...
- Reichweite 400 Kilometer ...
- Elektrischer Strom aus erneuerbarer Energie ...

# Zwei-Säulen-Strategie für den Antriebstrang der Zukunft

## Signifikante Verbesserung hinsichtlich Emissionen

### Nahezu emissionsfrei

Benchmark in CO<sub>2</sub> & TCO  
für Stadtbusverkehr



- **2016: Citaro NGT**
- **2018: Citaro bis zu 8.5 % CO<sub>2</sub>-Reduzierung**  
konventionelle Maßnahmen  
und Mild-Hybrid-Technologie

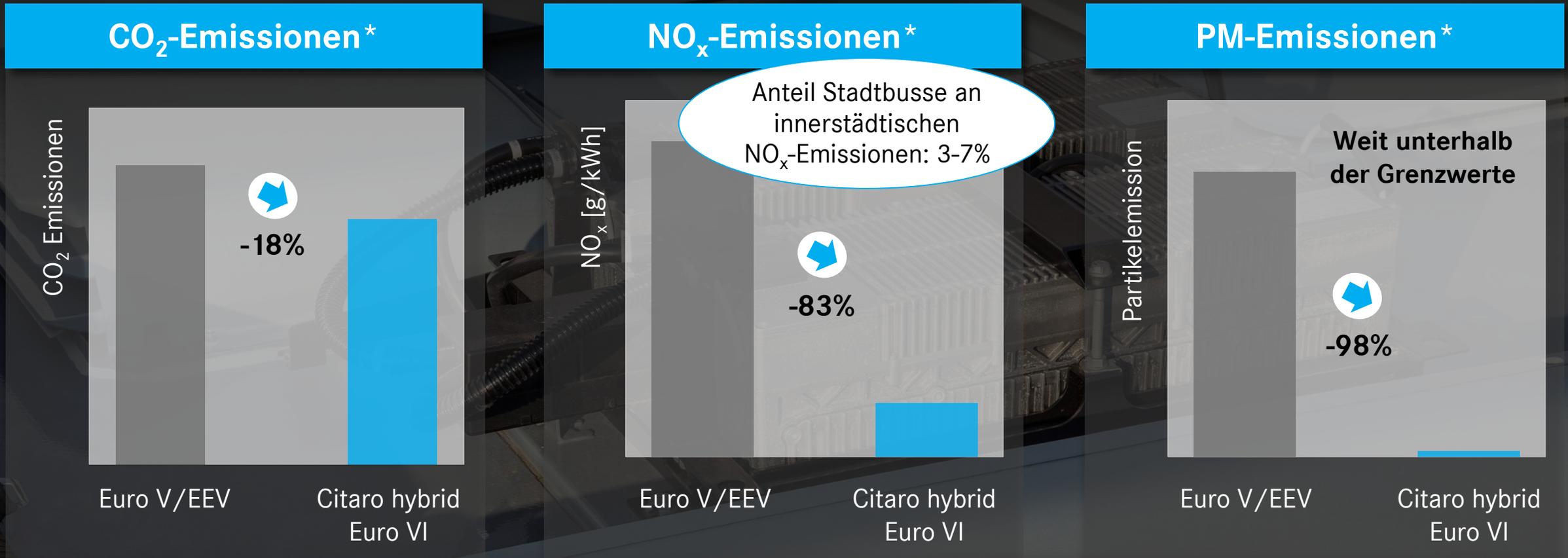
*TCO = Total Cost of Ownership*

### Emissionsfrei



Aktueller Großauftrag:  
950 Mercedes-Benz Citaro für BVG Berlin

# Säule 1 der Mercedes-Benz Antriebsstrategie: Citaro hybrid Euro VI bietet heute nahezu emissionsfreies Fahren



Euro VI-Emissionswerte bestätigt bei "Real Driving Emission" (RDE) Messungen in Berlin

# Säule 2 der Antriebsstrategie 2018 – der vollelektrische eCitaro



15. November 2018:  
Übergabe des ersten eCitaro  
an Kunde Hamburger Hochbahn

## Emissionsfrei

„Zero Emission“  
für Stadtbusverkehr



- 2018: vollelektrischer eCitaro

- 2016: Citaro NGT
- 2018: Citaro bis zu 8.5 % CO<sub>2</sub>-Reduzierung konventionelle Maßnahmen und Mild-Hybrid-Technologie

*TCO = Total Cost of Ownership*

# eCitaro basiert auf der Plattform des tausendfach bewährten Citaro

## Vollelektrische Solo- und Gelenkfahrzeuge

### Technisches Konzept:

- Übernahme und Weiterentwicklung des Citaro-Interieurs
- Elektrische Hinterachse
- Modular aufgebaute Batteriepakete (HVB)

**eCITARO**

A close-up photograph of the front of a Mercedes-Benz eCitaro electric bus. The image shows the front grille, two round headlights, and a large 'eCITARO' badge. The 'e' is in blue, and 'CITARO' is in silver. The background is dark, highlighting the metallic surfaces of the bus.

# Ein Blick von außen – unverkennbar ein Citaro Aber ein ganz Besonderer

## Außen:

- Eine unverwechselbare Front, stilisierter klassischer Mercedes-Benz Grill
- Elegantes Aussehen
- Dachkanten-Abdeckungen
- Zahlreiche Teile aus der bekannten Citaro-Familie



# Ein Blick in das Innere des Fahrzeugs – das bekannte Layout Entsprechend den Wünschen unserer Kunden

## Fahrer und Fahrgäste fühlen sich „zu Hause“ im neuen eCitaro

Verbesserungen im Interieur:

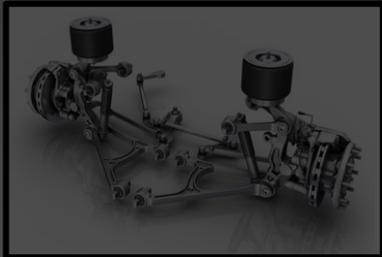
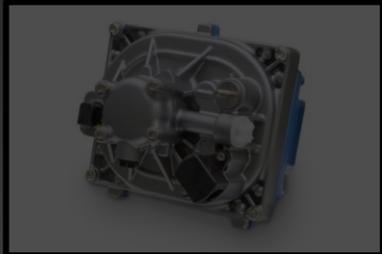
- Neue Innendecke, geringeres Geräusch
- High-Tech LED-Beleuchtung
- Geringeres Gewicht

# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

„intelligent eco steering“ - die elektro-hydraulische Lenkung



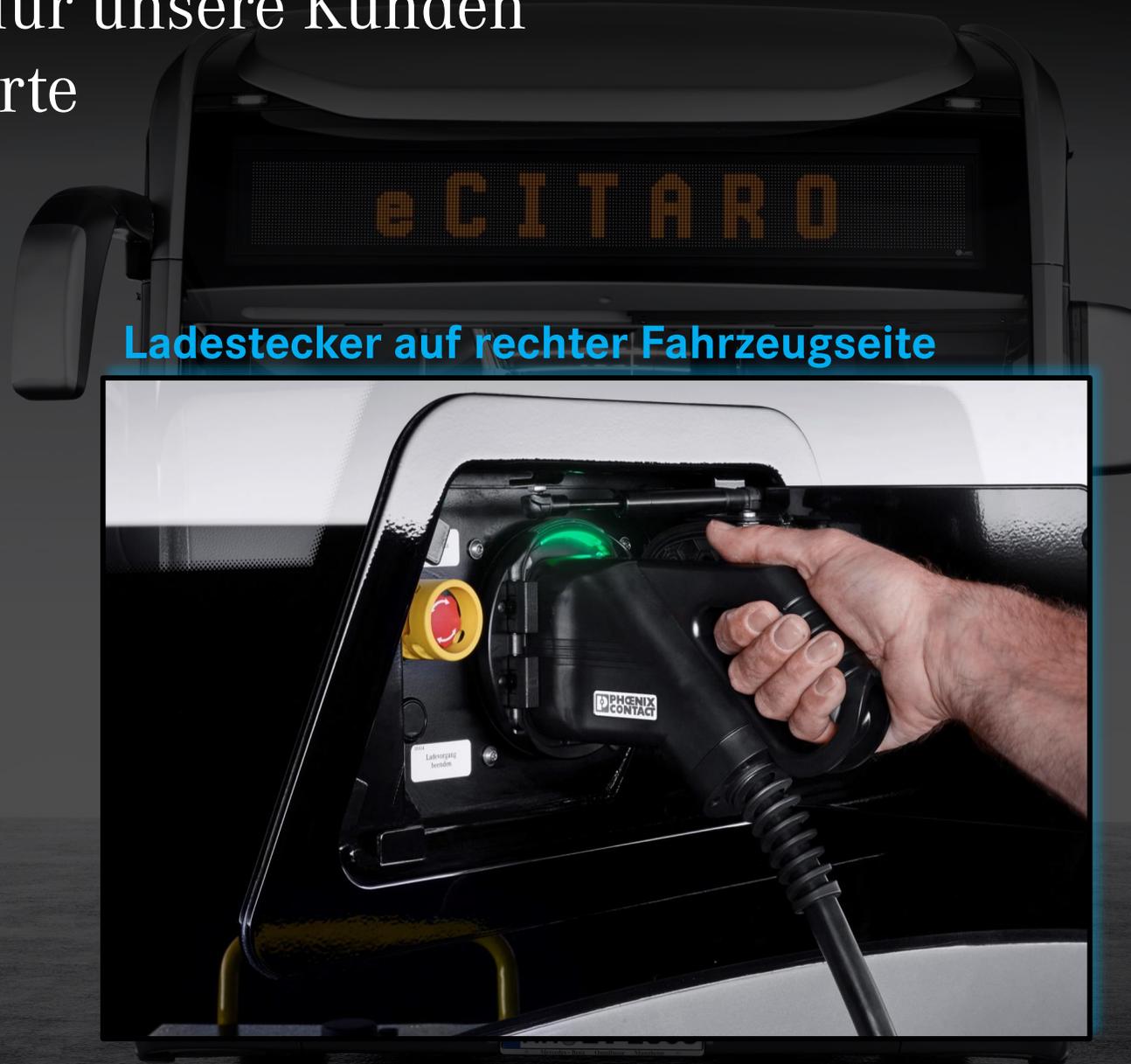
# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte



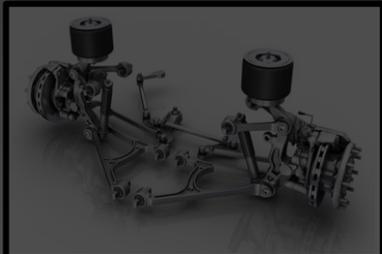
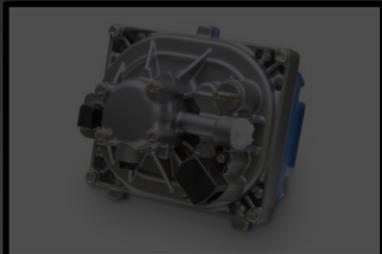
8-Tonnen Vorderachse



# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

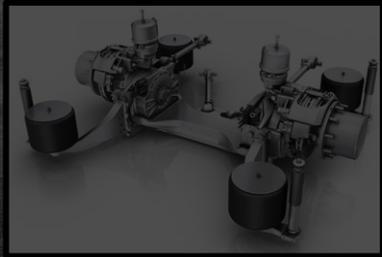
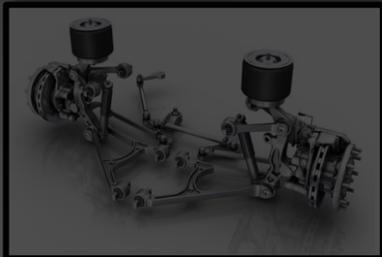
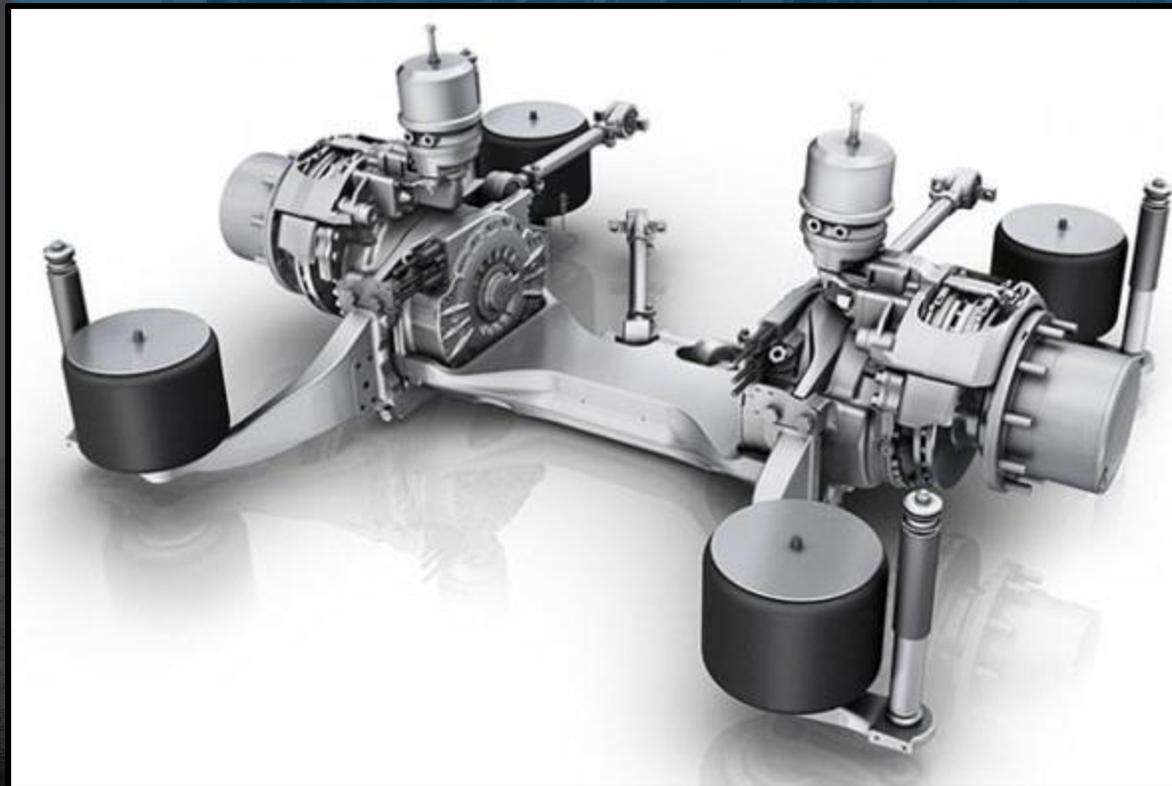


Ladestecker auf rechter Fahrzeugseite

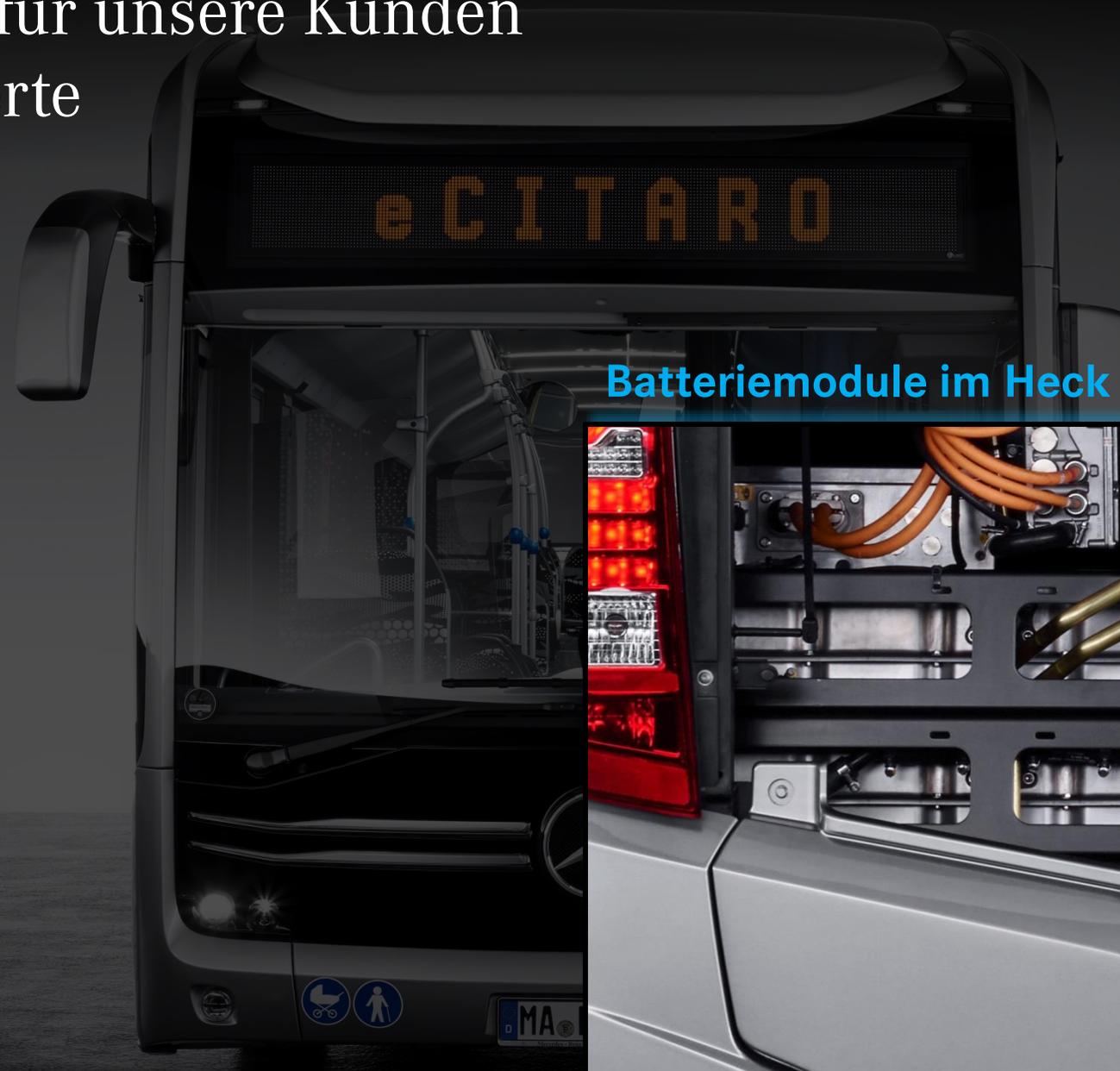
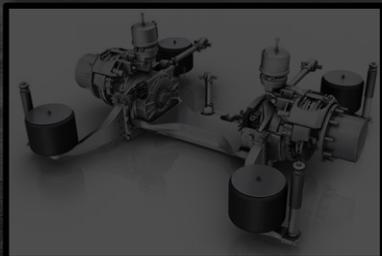
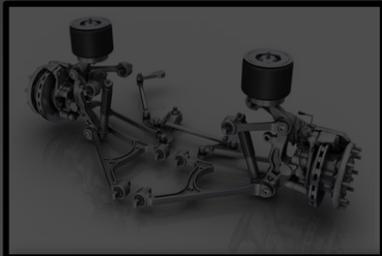
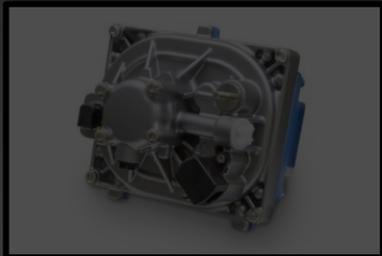


# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

Elektrische Antriebsachse, radnabennahe Motoren

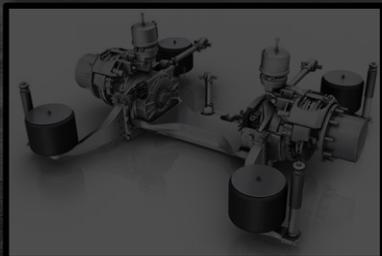
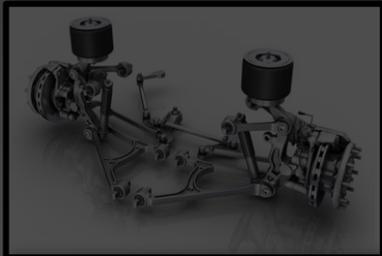
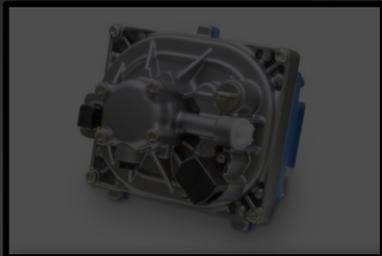


# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte



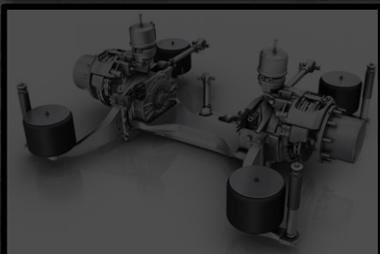
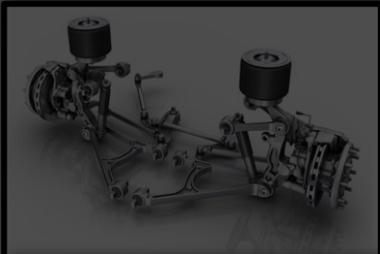
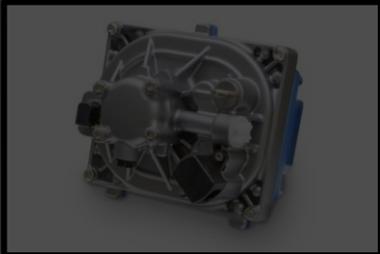
# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

Bauraum für optionalen Pantograph oder Schienen



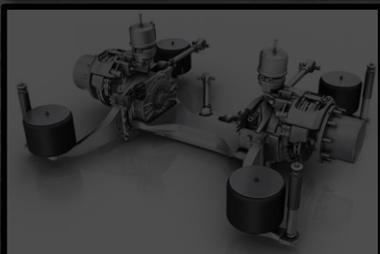
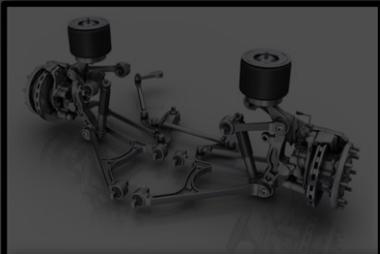
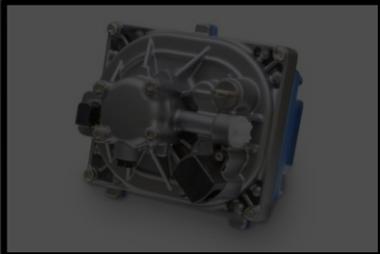
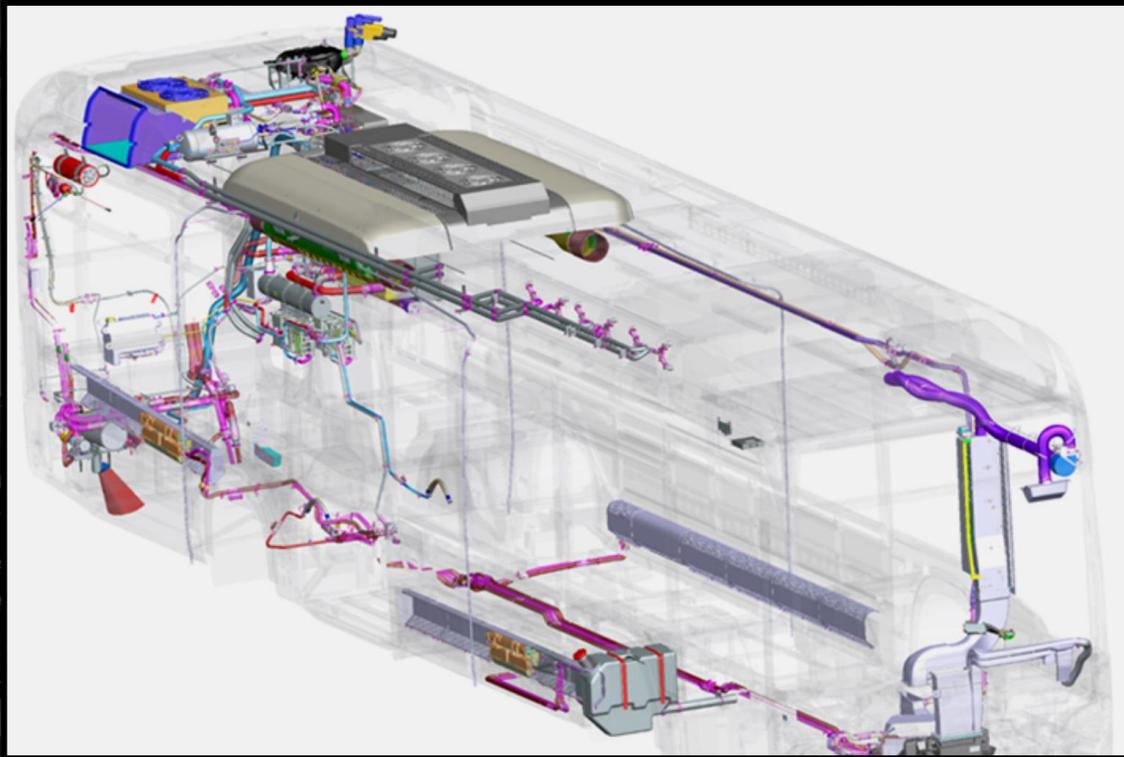
# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

## Batteriepakete und Klimaanlage



# Das wichtigste für unsere Kunden Die inneren Werte

## Thermomanagement-Komponenten

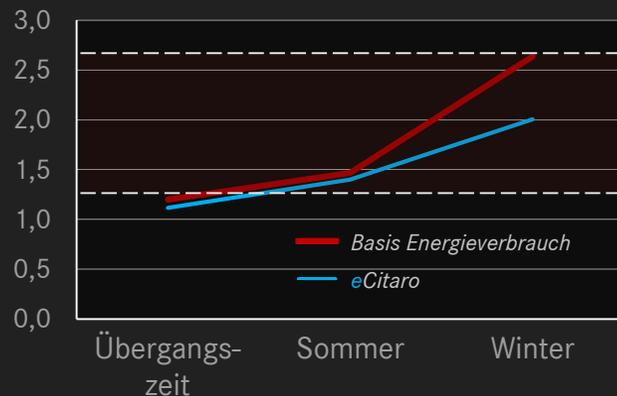


# Schlüsselfaktoren für ein wettbewerbsfähiges eMobility-System

## ÖPNV Einsatzbedingungen (Energiebedarf)

- Etwa 200 km am Tag
- Durchschnittsgeschwindigkeit < 18 km/h
- 3 bis 6 Stopps je Kilometer

Energiebedarf für Betrieb  
(elektrisch beheizt) in kWh/km\*



\* 1000 mal Bremsen und Beschleunigen am Tag

+

## Energiemanagement Fahrzeug (Energieeffizienz)

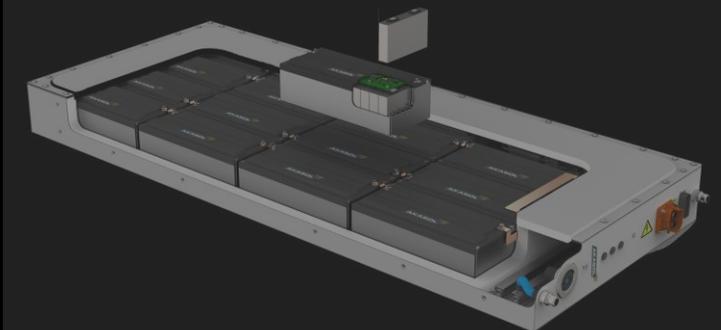
- Temperatursteuerung entsprechend Umgebungstemperatur und Fahrgastzahl
- Separate Temperaturzone für Fahrerplatz
- Wärmepumpe
- CO<sub>2</sub> Klimaanlage
- Vernetzung der Wärmequellen
- Vorkonditionierung

**Σ -40% Energieverbrauch:  
ca. 10% mehr Reichweite**

+

## Batteriestrategie (Energiekapazität)

2018	...
243 kWh	



# Schlüsselfaktoren für ein wettbewerbsfähiges eMobility-System

## Betriebsstrategie (Energieversorgung)

Prädiktiv:

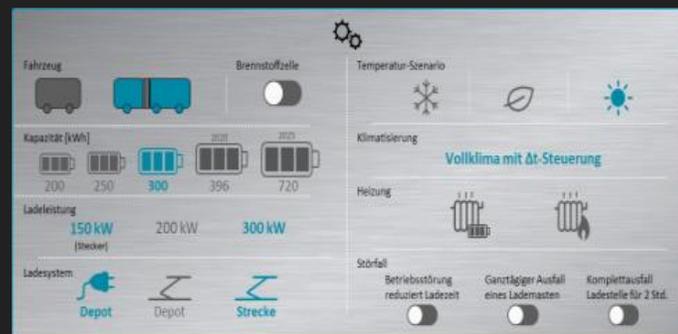
- Reichweiten-Kalkulation
- Max-Reichweiten- Mode



+

## eMobility Consulting

- Analyse der Kundenanforderungen
- Design und Optimierung
- Lade-Infrastruktur
- Smartes Netz-Management



=

## Wettbewerbsfähiges eMobility-System

- Fahrzeugkonzept
- Fahrzeugkonfiguration
- Auslegung der Infrastruktur



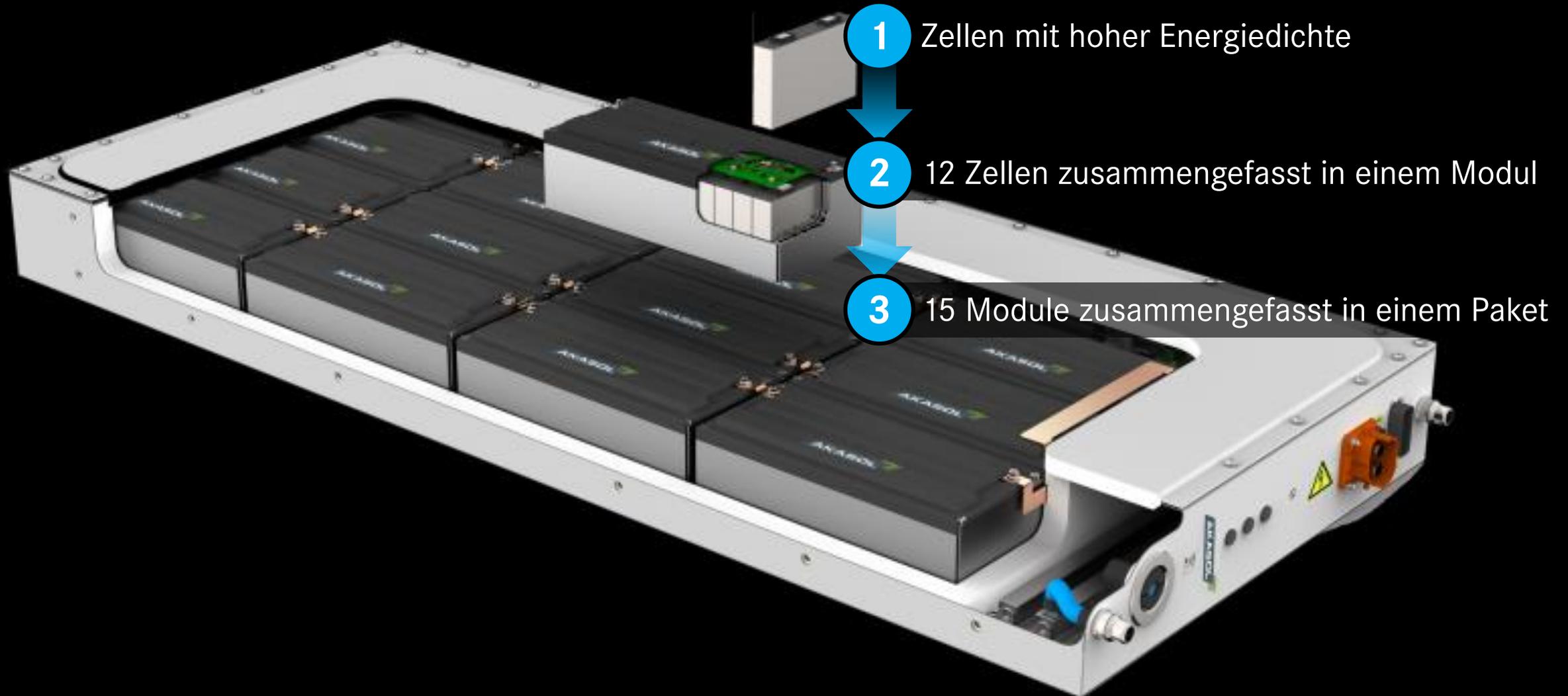
# Kundenanforderungen an elektrische Busse

## Ein komplettes und funktionierendes System



# Modulare Auslegung der Hochvoltbatterien (HVB) in Paketen

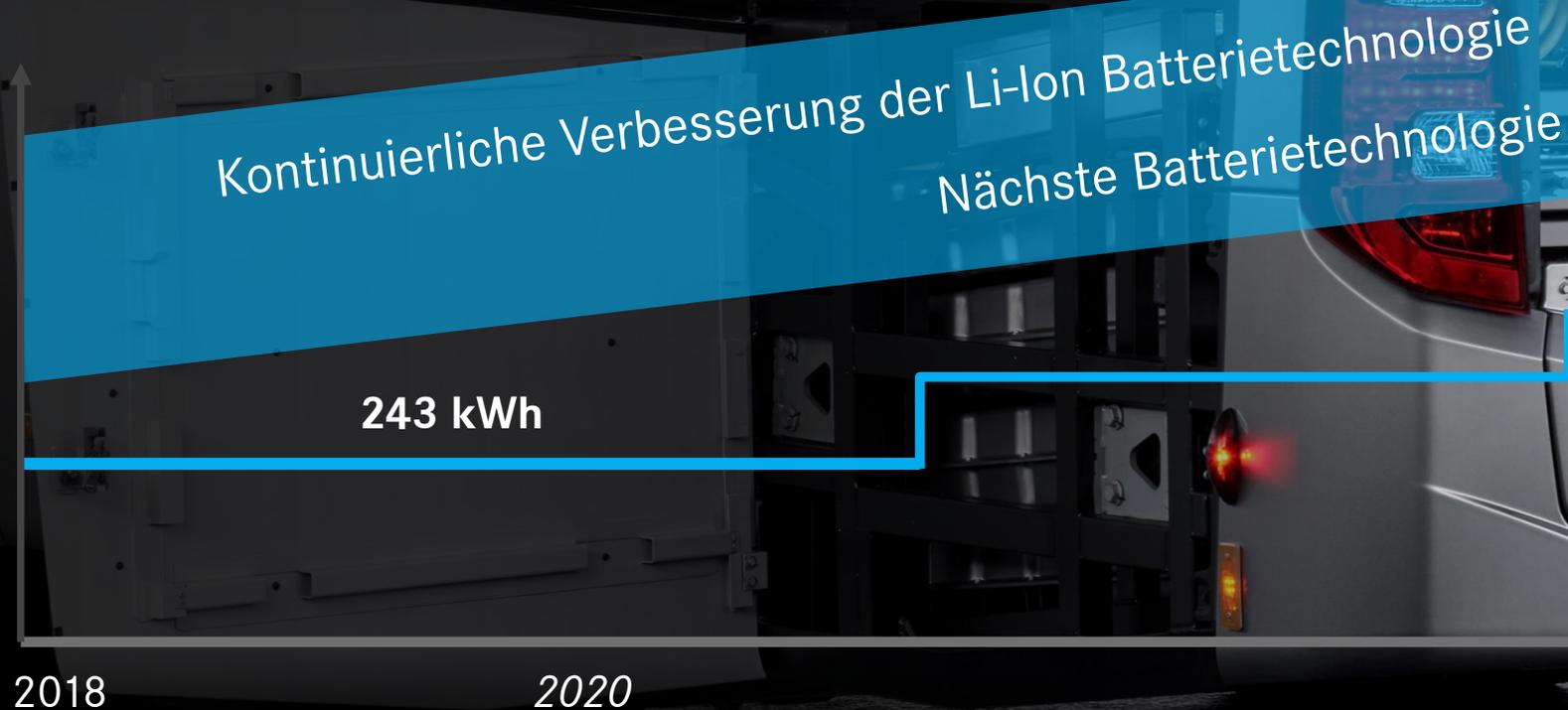
Ein Citaro HVB-Block enthält 15 Module, insgesamt 180 Zellen



# eCitaro – designed to be ‚The Best‘ Unser erster Schritt in Richtung Elektrifizierung des ÖPNV

- **Batterietechnologie entwickelt sich sehr schnell**
- **eCitaro mit einer klaren Strategie**

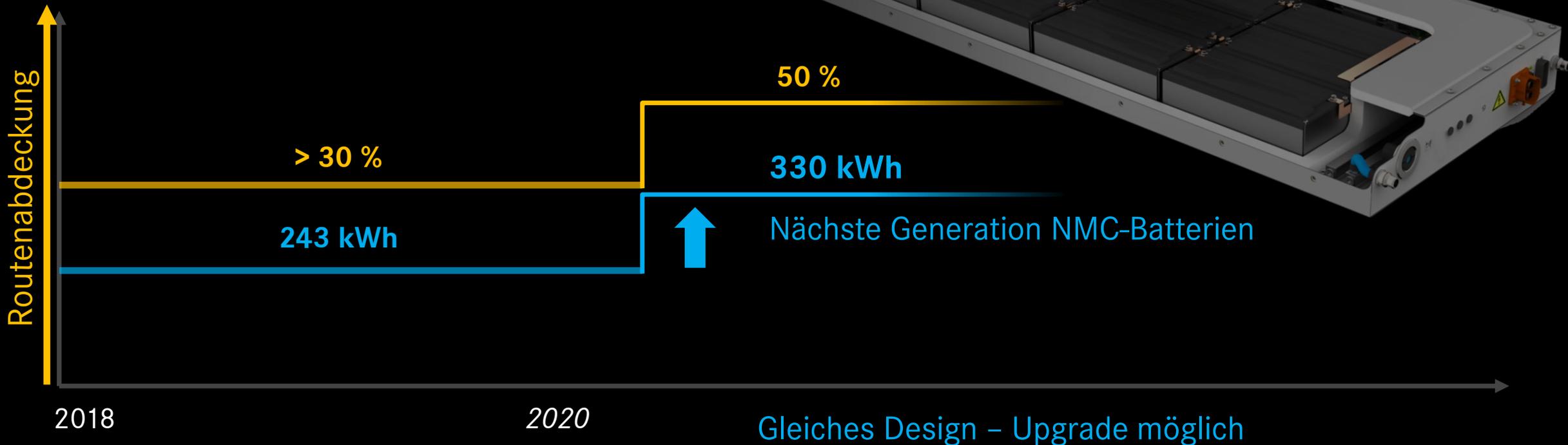
Energiegehalt Batterie



# Routenabdeckung wird mit zunehmender Batteriekapazität steigen

## Lithium-Ionen Batterie Typ NMC:

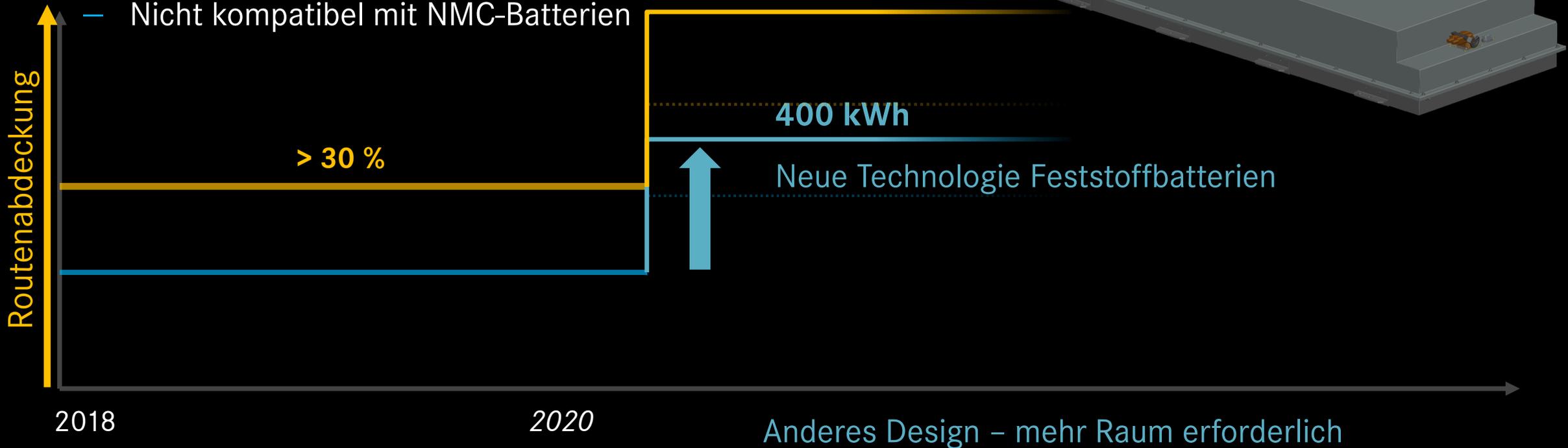
- Hoher Ladestrom für Hochleistungsladen
- Hohe Energiedichte



# Parallel dazu bereiten wir einen zweiten Technologieschritt vor Feststoffbatterien mit längerer Lebensdauer

## Lithium-Polymer Feststoffbatterie:

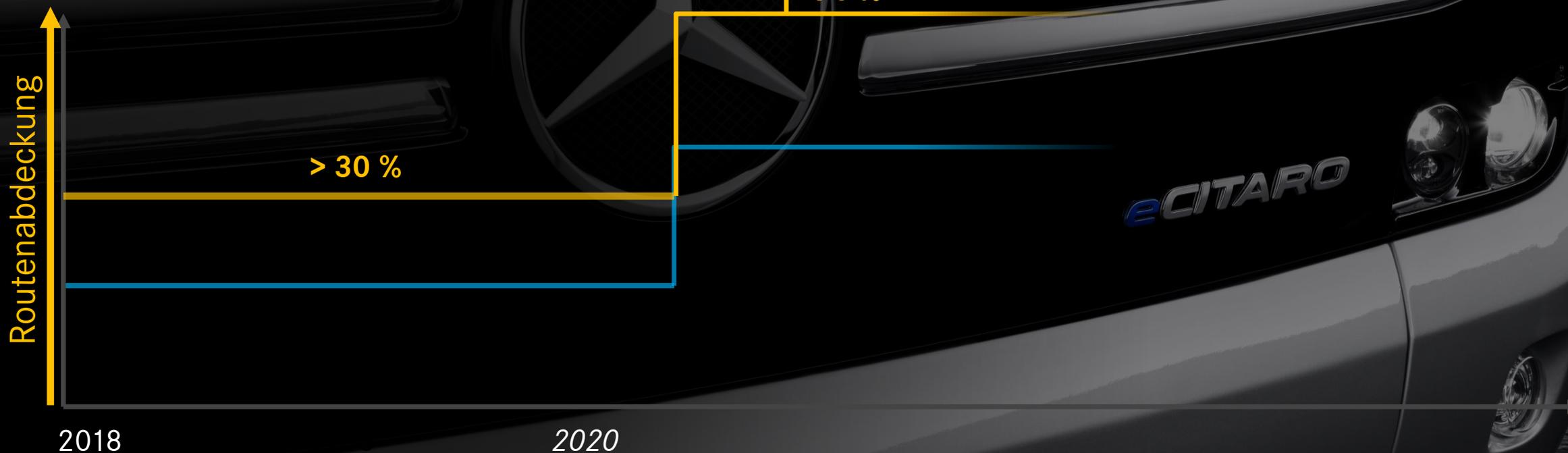
- Gesteigerte Energiedichte
- Ungeeignet für Hochleistungsladen
- Nicht kompatibel mit NMC-Batterien



# Und noch eine weitere Technologie in Vorbereitung eCitaro mit Brennstoffzelle

## Brennstoffzelle als Range Extender:

- Abdeckung nahezu aller Kundenbetriebsansprüche **>90 %**
- Einsetzbar auf nahezu allen Stadtbuslinien **70 %**



# Lademanagement

## Mehrere Optionen für das Laden der Batterien

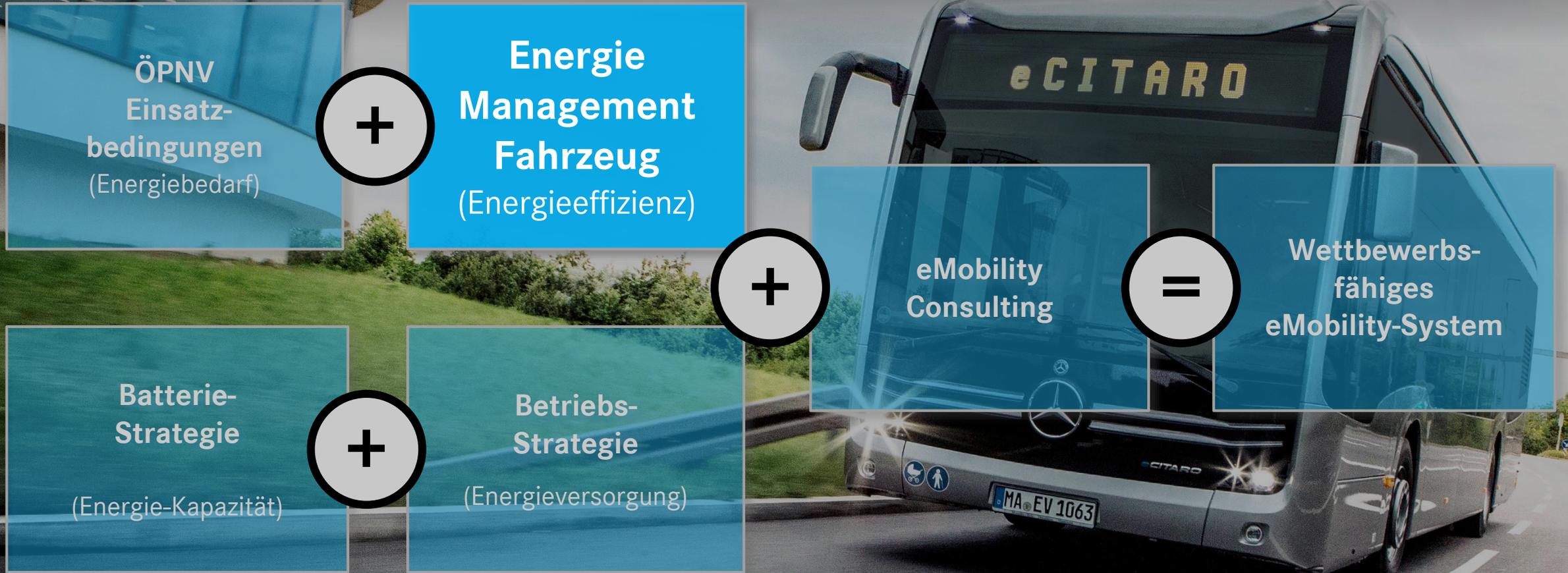
- Mobile Ladegeräte bis zu 80 kW
- Stationäre Ladestationen bis zu 150 kW ermöglichen Vorkonditionierung für maximale Reichweite
- Rekuperation unter Nutzung der Bremsenergie
- Optionales Hochleistungs-Laden mit Pantograf

## Ladestandard: Combined Charging System CCS

- Fahrzeuganschluss auf rechter Seite nach Einstieg 1
- Ladedauer bei leeren Batterien:  
3 bis 11 Stunden (Ladeleistung zwischen 20-80 kW)

# Kundenanforderungen an elektrische Busse

## Ein komplettes und funktionierendes System



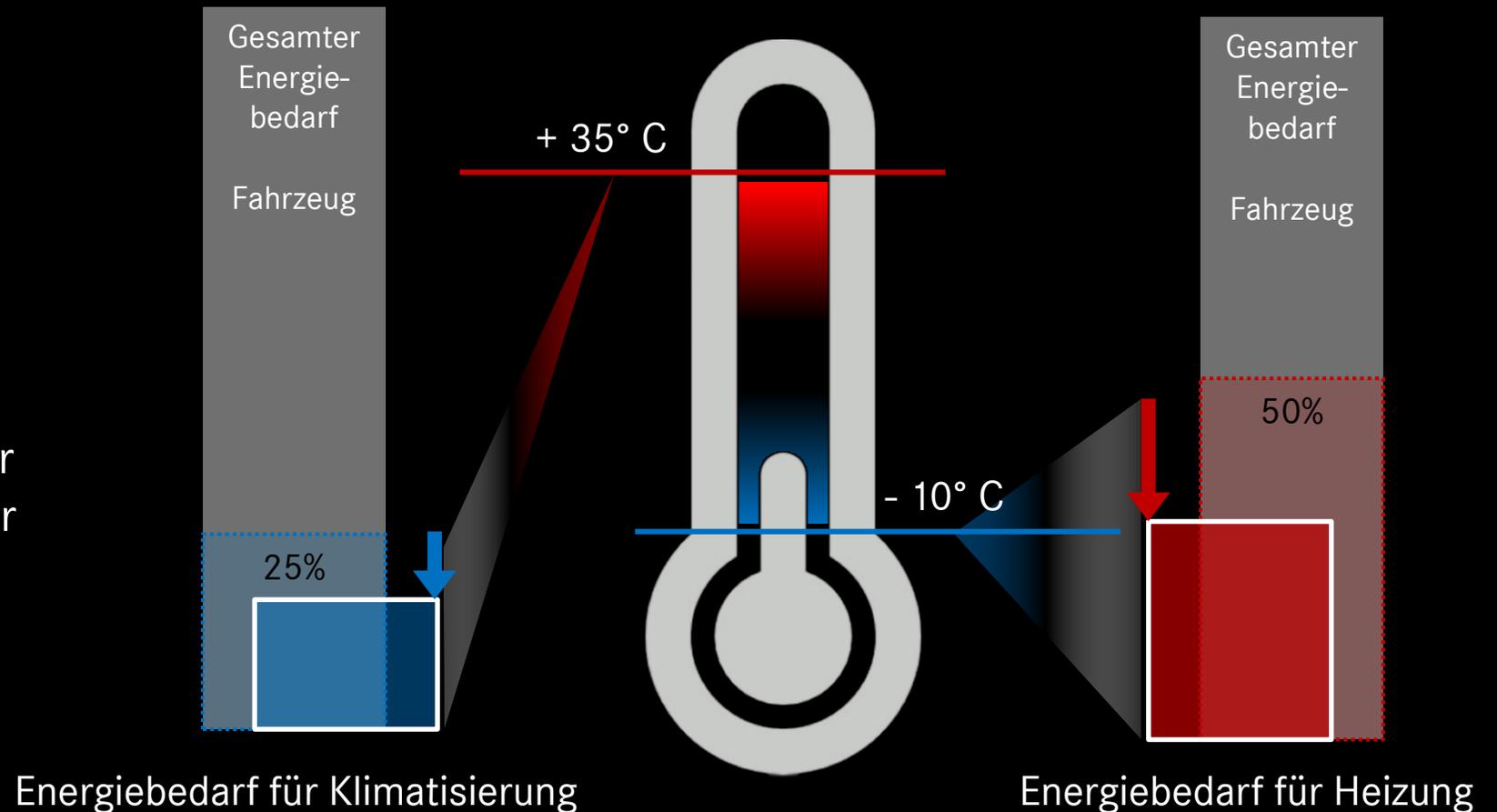
# Lösung für eine effiziente Heizung und Klimaanlage (HLK) Gesamtreduzierung von 40% im Vergleich zum aktuellen Citaro

## Die Herausforderung

Fehlen des Verbrennungsmotors  
als Wärmequelle

## Entwicklungsziel

Reduzierter Energiebedarf  
für HLK verfügbar zur Erhöhung der  
Reichweite – entsprechend weniger  
Batteriekapazität erforderlich



# Kundenanforderungen an elektrische Busse

## Ein komplettes und funktionierendes System



# Der eCitaro – nicht nur emissionsfrei, auch besonders sicher! Der neue Sideguard Assist – auch erhältlich für den eCitaro

## Schutz von Fußgängern und Radfahrern beim Abbiegen nach rechts

2 Radarsensoren für zusätzliche Sicherheit  
in städtischem Umfeld

- Erkennt Personen, Radfahrer und Fahrzeuge,  
sowie Hindernisse und warnt den Fahrer
- Unterstützt beim Einscheren auf Autobahnen  
oder beim Überholen

# Weltpremiere 2018 – auch für den eCitaro: Der Preventive Brake Assist Technologie angepasst an die Anforderungen des Stadtverkehrs

## Funktion

- Erkennung und Bremsung auf bewegte Fußgänger
- Teilbremsung mit bis zu 50% der maximalen Bremskraft
- Fußgängererkennung radarbasiert analog ABA4
- Der Fahrer hat die Wahl, in angemessener Weise zu reagieren

## Keine automatische Vollbremsung

- Sitzende Fahrgäste ohne Sicherheitsgurte
- Berücksichtigung stehender Fahrgäste

# Der neue vollelektrische eCitaro

## Flexibel und maßgeschneidert für Kundeneinsatz

### Flexibilität für Kunden durch individuelle Anpassung an Einsatzspektrum

- Batteriekapazität
- Hochleistungs-Ladetechnologie

### Standardisierte Komponenten für stabile und reife Technologie

- Antriebsstrang-Technologie
- Lade-Technologie
- Klimatisierung



# Haben Sie Fragen?





# eMobility Consulting für den Mercedes-Benz eCitaro

Alexander Pöschl

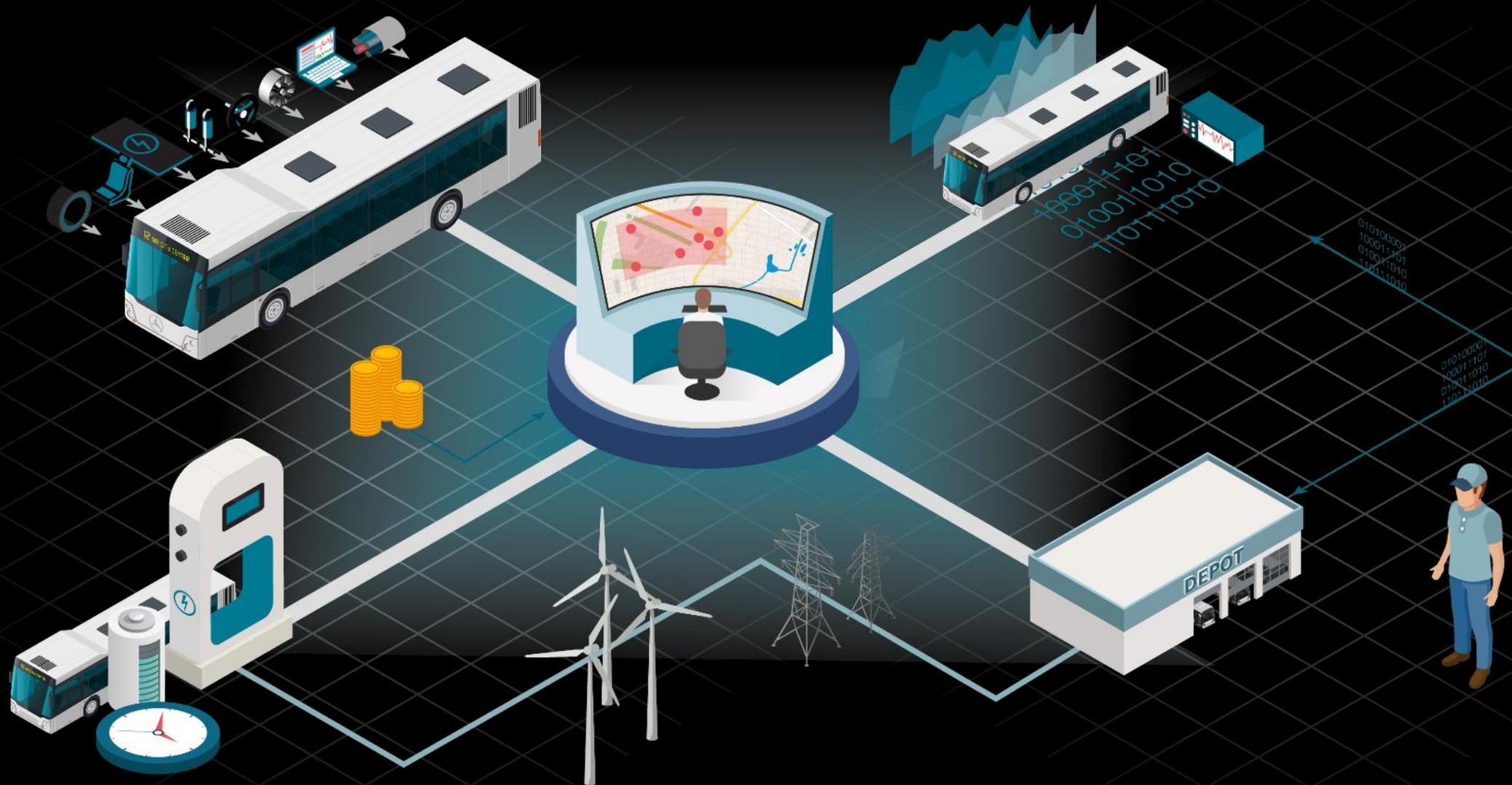
Head of Strategy, Future Topics and Innovation Lab Daimler Buses

Mercedes-Benz

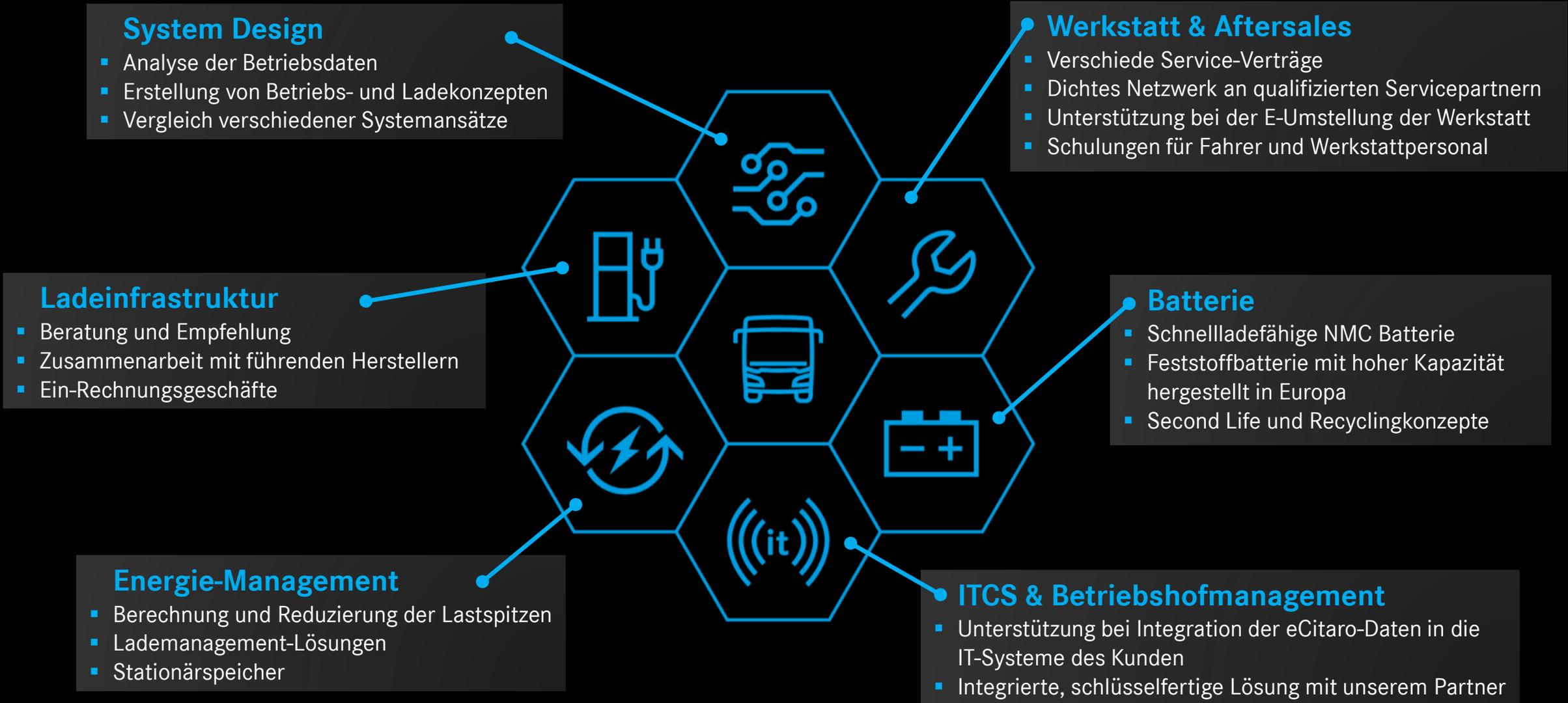
The standard for buses.



eMobility ist mehr als nur ein Bus.  
Wir liefern ein integriertes E-Bus-System.



# Wir unterstützen unsere Kunden effiziente eCitaro-System zu betreiben.



# eMobility Consulting bietet strukturierte Beratungsmodule

## Grundberatung

„Welche Features hat der eCitaro und was benötigt man für effektive eMobility Systeme?“

## Machbarkeitsstudie / Betriebskonzepte

„Wie kann ich meinen Busbetrieb auf den Elektrobus umstellen?“

## Energiekonzept

„Wie kann ich die Energiekosten und Aufwand für Ladeinfrastruktur minimieren?“

## IT-Beratung

„Wie kann ich den Elektrobus-Betrieb und das Laden überwachen und in meine Systeme einbinden?“

## Werkstattkonzept

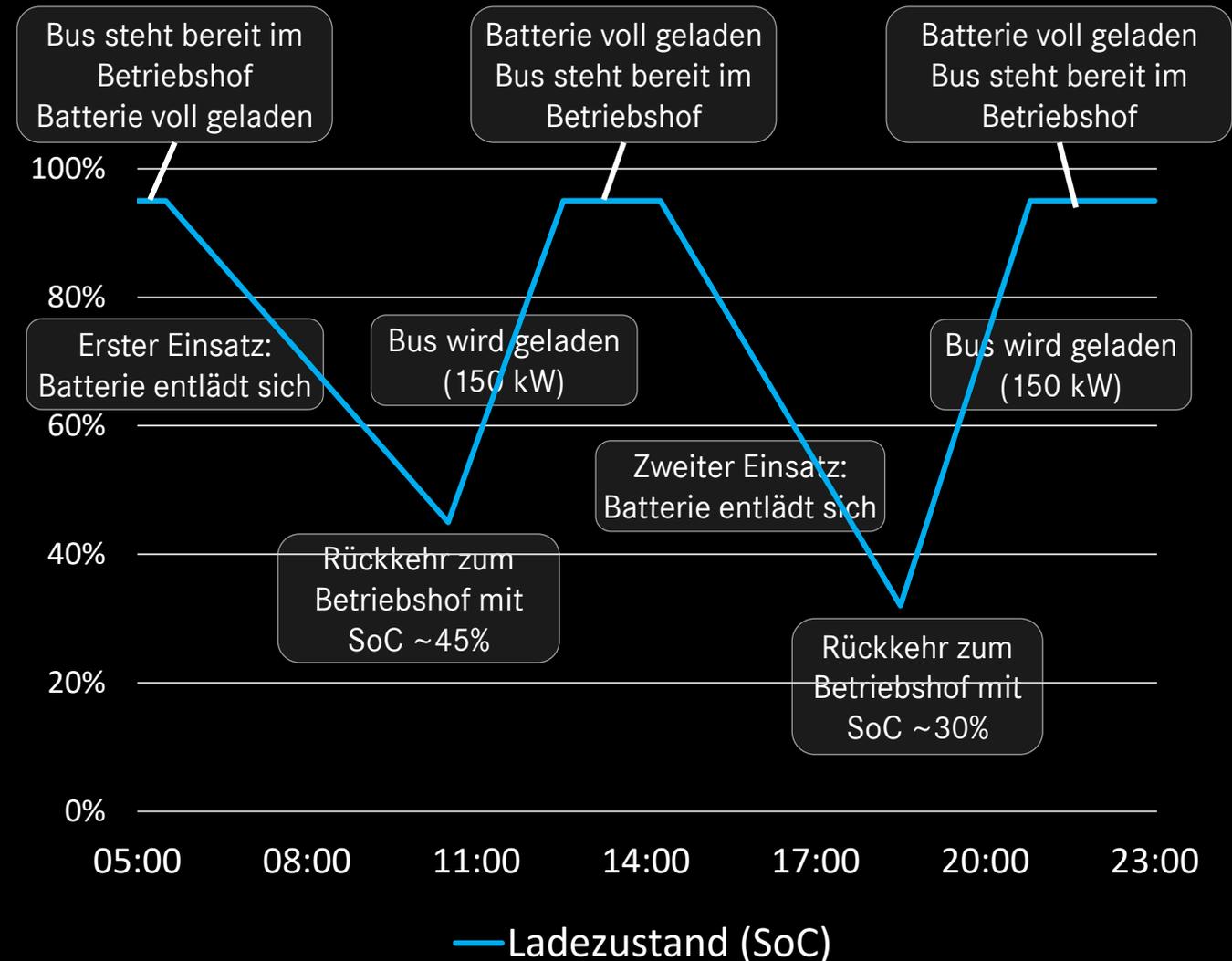
„Wie muss meine Werkstatt umgerüstet werden und wie qualifiziere ich mein Personal?“

# eMobility Consulting bietet Machbarkeitsstudien und System-Design

## Betriebsdaten

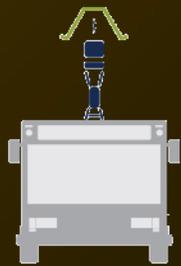
Abfahrtsort	Abfahrtszeit	Ankunftszeit	Zielort	Strecke (km)	Höhen-Diff. (m)
Betriebshof	05:30:00	05:40:00	Hauptbahnhof	7.84	24
Hauptbahnhof	05:42:00	06:26:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	06:28:00	07:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	07:14:00	07:58:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	08:00:00	08:44:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	08:46:00	09:30:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	09:32:00	10:16:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	10:18:00	10:30:00	Betriebshof	7.90	-24
Betriebshof	14:15:00	15:01:00	Hauptbahnhof	7.84	24
Hauptbahnhof	15:03:00	15:47:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	15:49:00	09:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	09:14:00	10:12:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	10:14:00	11:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	11:14:00	12:12:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	12:14:00	13:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	13:14:00	14:12:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	14:14:00	15:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	15:14:00	16:12:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	16:14:00	17:12:00	Hauptbahnhof	13.13	-68
Hauptbahnhof	17:14:00	18:12:00	Rathaus	12.68	68
Rathaus	18:14:00	18:30:00	Betriebshof	11.45	-92

## Machbarkeitsstudie

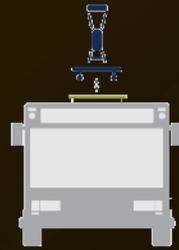


# Auswahl eines optimalen E-Bus-Betriebskonzepts

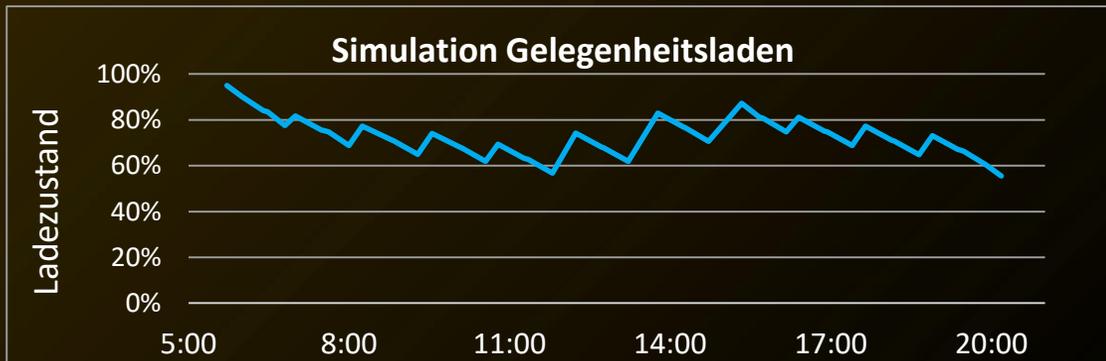
## Gelegenheitsladen mit Pantograph



Pantograph  
fahrzeugseitig  
(bottom-up)

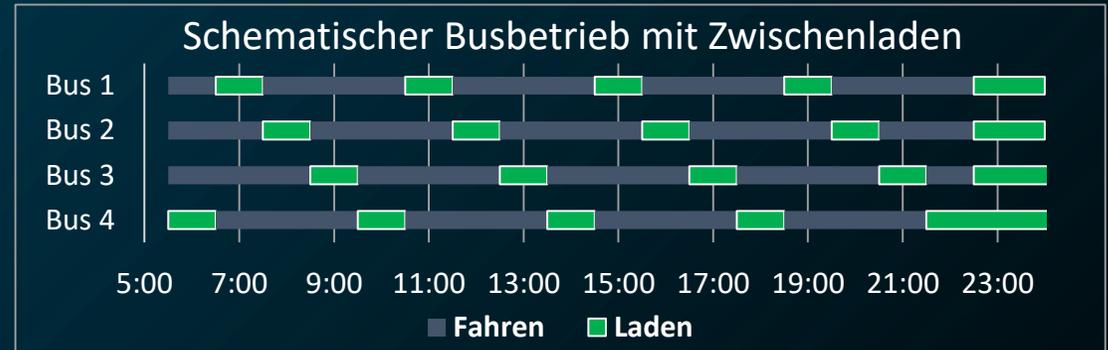


Pantograph  
stationsseitig  
(top-down)



- Laden auf der Strecke ermöglicht Stromzufuhr über ganzen Tag
- Hohe Infrastrukturkosten
- Ca. 20-30% Mehrbedarf an Fahrzeugen und Fahrern
- Risiko: Ausfall einer Panto-Station beeinträchtigt viele Busse

## Zwischenladen im Betriebshof



- Niedrige Infrastrukturkosten aber Zunahmen von Leerfahrten
- Ca. 30-50% Mehrbedarf an Fahrzeugen und Fahrern
- Graduelle Verringerung des Zwischenladens mit steigender Batteriekapazität

# IT-Service-Leistungen – Betriebliche Assistenz

## Monitoring & Control



„Schafft mein Bus die geplante Strecke?“

- **Ladezustand in Echtzeit** mit EvoBus Telematik-Lösung
- **Reichweiten-Diagnose** basierend auf historischen Daten

## Reporting (Statistiken)



„Wie erfasse ich alle relevanten Informationen?“

### Minimaldatenset

- Zurückgelegte Strecke
- Geschwindigkeit
- Energieverbrauch
- ...

## Lade-Management



„Kann ich alle Buse auf einmal laden?“

- Koordiniertes Laden der Elektrobus-Flotte
- Berücksichtigung der max. Anschlussleistung

## Diagnose

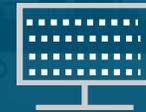
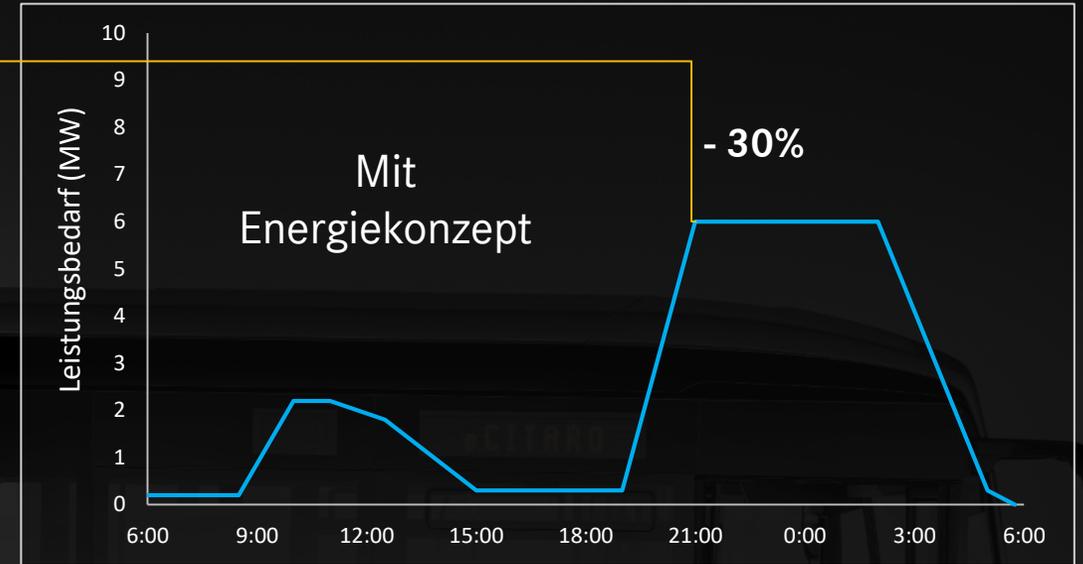
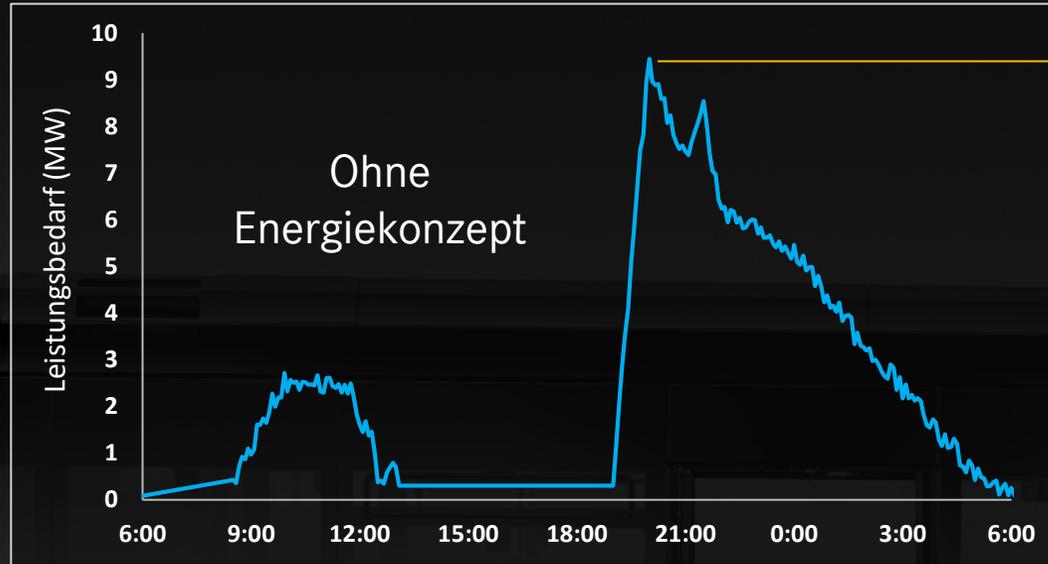


„Wann muss ein E-Bus in die Werkstatt?“

- Status Batteriegesundheit
- Diagnoseinformationen mit OMNIplus Uptime

# Technologischer Ausblick: Energiekonzept reduziert Kosten

Beispiel Betriebshof  
mit 80 E-Bussen



## Lademanagement-Kontrollcomputer

- Ladeplan für eCitaro-Flotte
- Steuerung der Ladeleistung jeder Station
- Begrenzung der Lastspitze
- Kommunikation mit Ladestation und Fahrzeug
- Steuerung der Vorkonditionierung

## Kunden-Betriebshofmanagement

- Einsatzplanung und Disposition
- Ankunft, Ladezustand und geplante Abfahrtszeit
- Lokalisierung der Busse im Betriebshof

# Werkstattberatung

## Für Kunden und Service-Partner

- Wir stellen sicher, dass die Werkstätten unserer Kunden und Service-Partner für die Wartung und Reparatur des eCitaros vorbereitet sind
- Große Anzahl an durchgeführten Beratungen seit 2016

**Werkstatt  
Status-quo**

**Individueller Plan  
zur Werkstatt-  
umrüstung**

**Schulungskonzept  
Werkstattpersonal**

**Empfehlung für  
Ausrüstung und  
Kostenabschätzung**

# Resümee: Über E-Busse nachzudenken genügt nicht...



Der erste Schritt ist das System-Konzept und die Auslegung.



Die Betriebs- und Ladestrategie muss unter widrigsten Bedingungen funktionieren.



Die passende Infrastruktur ist eine essentielle Grundlage.



Die Energieversorgung (Netzanschluss) muss gesichert sein.



Planungszeiträume für Infrastruktur sind länger als für E-Busse.



Betriebshof und Werkstatt müssen für E-Busse vorbereitet werden.



Die Mitarbeiter müssen geschult und qualifiziert werden.



Dann endlich können die E-Busse den Betrieb aufnehmen.

Vielen Dank





# Mercedes-Benz eCitaro

Mercedes-Benz  
The standard for buses.



# Neue Werkstattausrüstung: Arbeitssicherheit im Mittelpunkt Pilotwerkstatt zur Schulung des Servicepersonals aufgebaut

## Klare Kennzeichnung von Arbeitsbereich und Hochvoltfahrzeugen

- Neue Gestaltung der Arbeitsplätze
- Kennzeichnung der Arbeitsbereiche
- Spezifische Testausrüstung und Werkzeuge



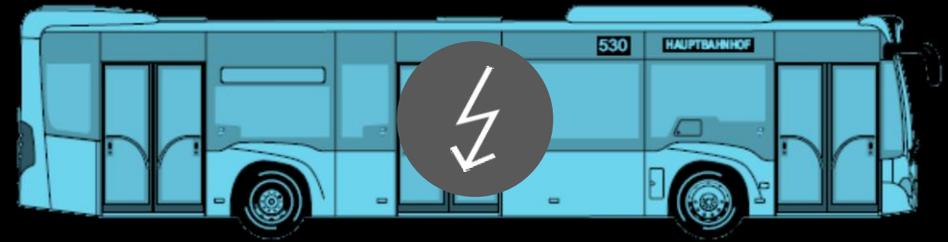
Herausforderung 1: E-Busse können nur einen Bruchteil der Energie eines Diesel-Buses befördern. Gleichzeitig haben sie ein höheres Gewicht.



### Diesel-Bus

- Tankkapazität: ~ 215 l Diesel
- Gewicht: ~ 200 kg
- Energie:

~ 2,100 kWh



### Elektrischer Bus

- 6 – 12 Hochvolt Batterien
- Gewicht: ~ 1.500 – 3.000 kg
- Energie:

~ 150 – 300 kWh

# eCitaro: „Made in Germany“ mit Komponenten aus Europa

