



## E-Busse im Betrieb Erste Erfahrungen aus Eberswalde und Ostrava

3. Internationale Trolleybus Konferenz \* TROLLEY Conference

Leipzig, Oktober 2012

**Cegelec**

# O - Bus

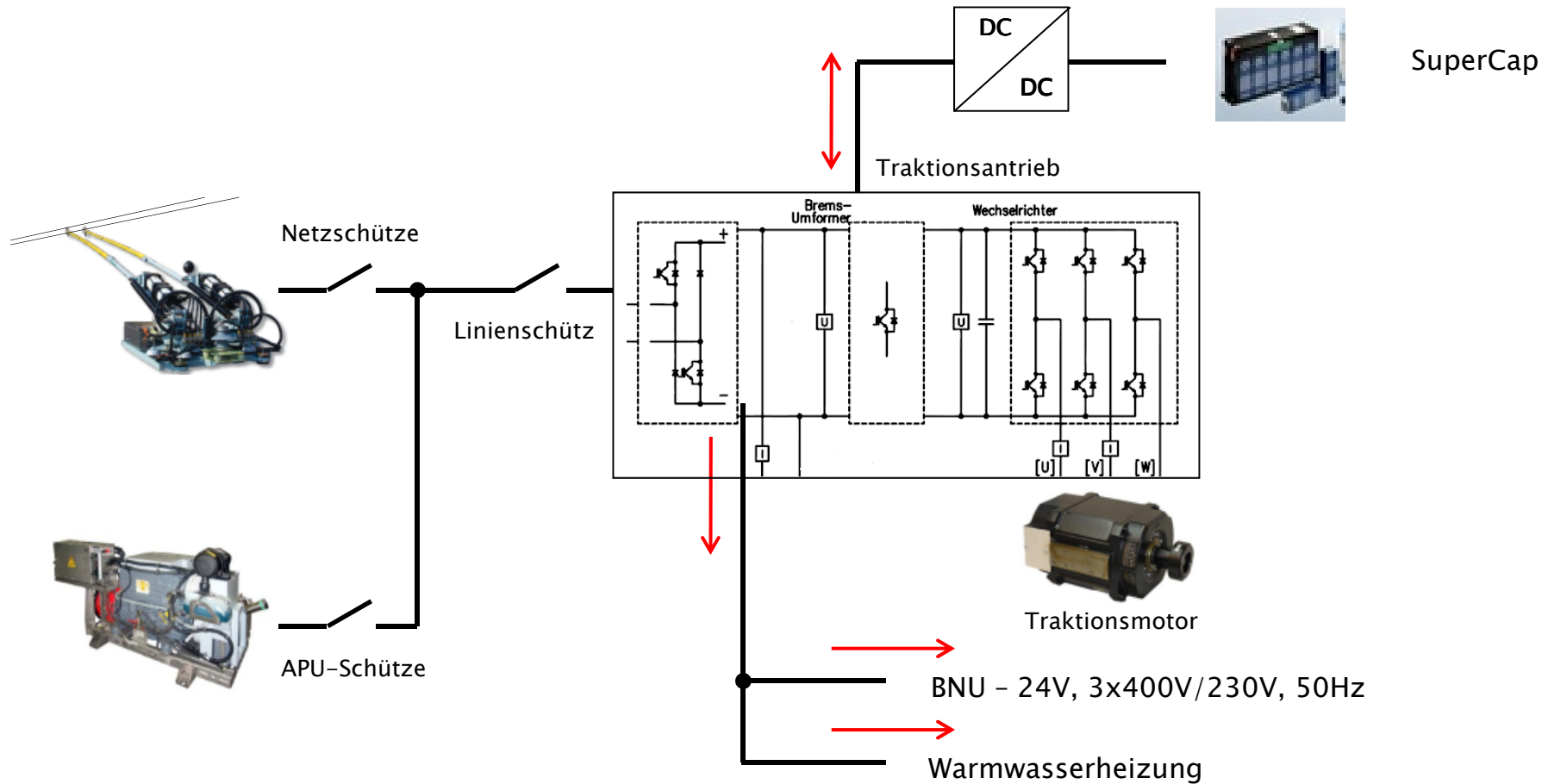
Cegelec



# Solaris Trollino 18 Eberswalde Lösung mit Diesel Notfahrt Aggregat



# Solaris Trollino 18 Eberswalde Lösung mit Diesel Notfahrt Aggregat



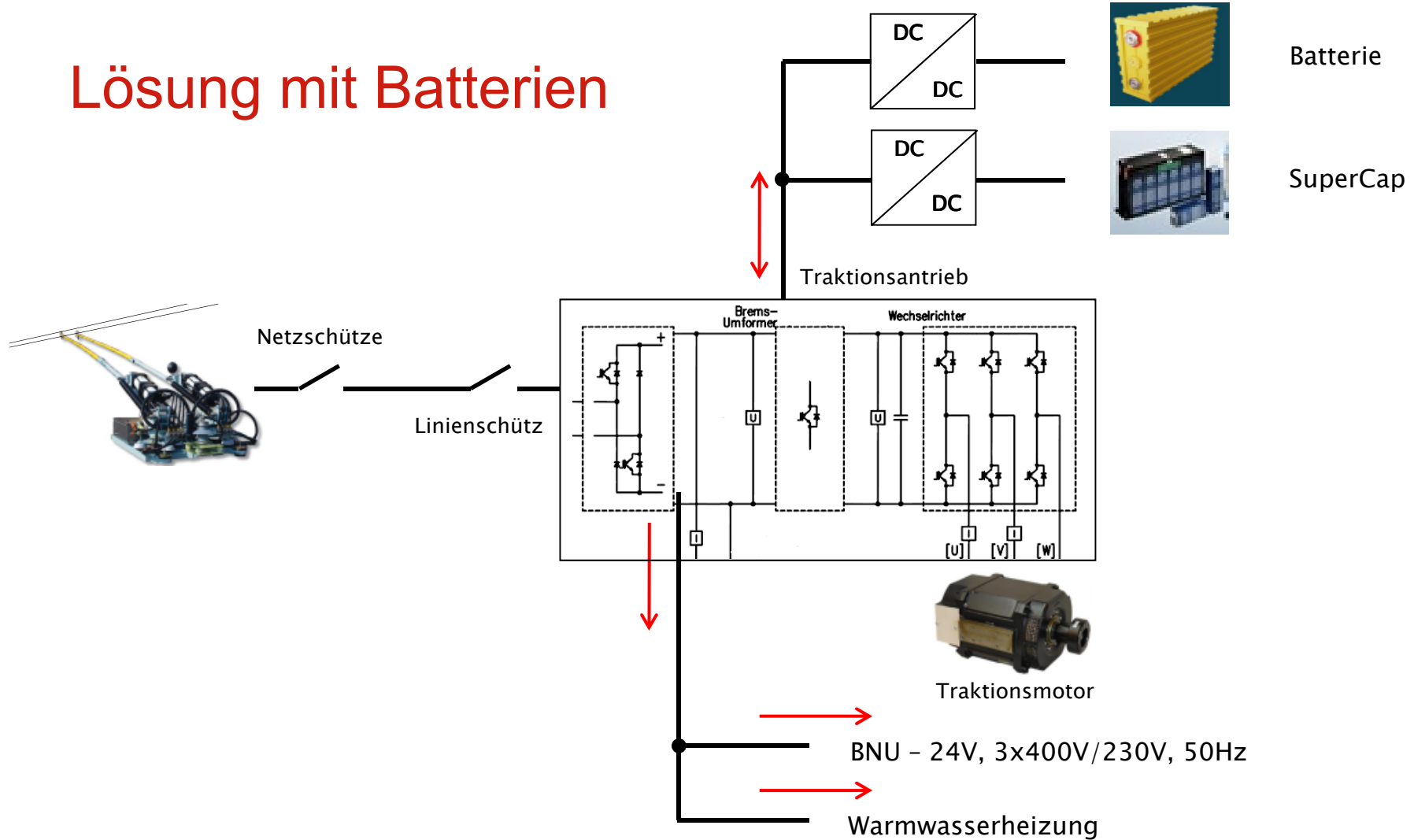
# Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle“



# Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle”



## Lösung mit Batterien



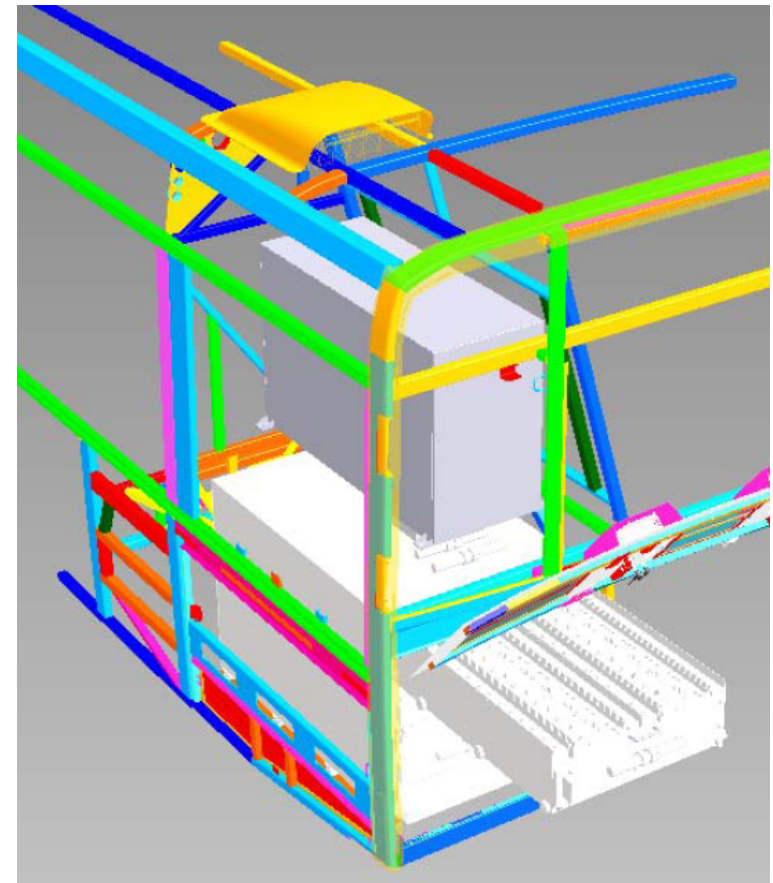
## Lösung mit Batterien (statt APU)

### Vorteile

- + Zero Emission Hilfsfahrt
- + leiser Hilfsfahrt

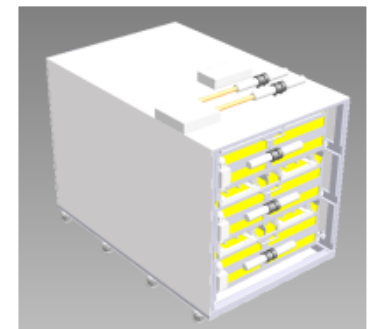
### Nachteile

- Reichweite der Hilfsfahrt
- Ladezeiten bei der Hilfsfahrt



## Parameter des Systems

- Anzahl der Zellen 2x 108 Stück in der Serie
- Kapazität 200 Ah
- Spannung (Minimum-/Nenn-/Ladespannung) 308 / 352 / 377 / 395 V
- Höchststrom (Lade-/Entladestrom) 0,5C / 2C = 100/ 400 A
- Gesamtenergie 70,4 kWh
- Ausnutzbare Energie (SOC 25 – 85%) 42,2 kWh
- Ausnutzbare Höchstleistung 120 kW
- Gewicht (nur die Zellen an sich) 756 kg
- Gewicht der ganzen Box 1020 kg



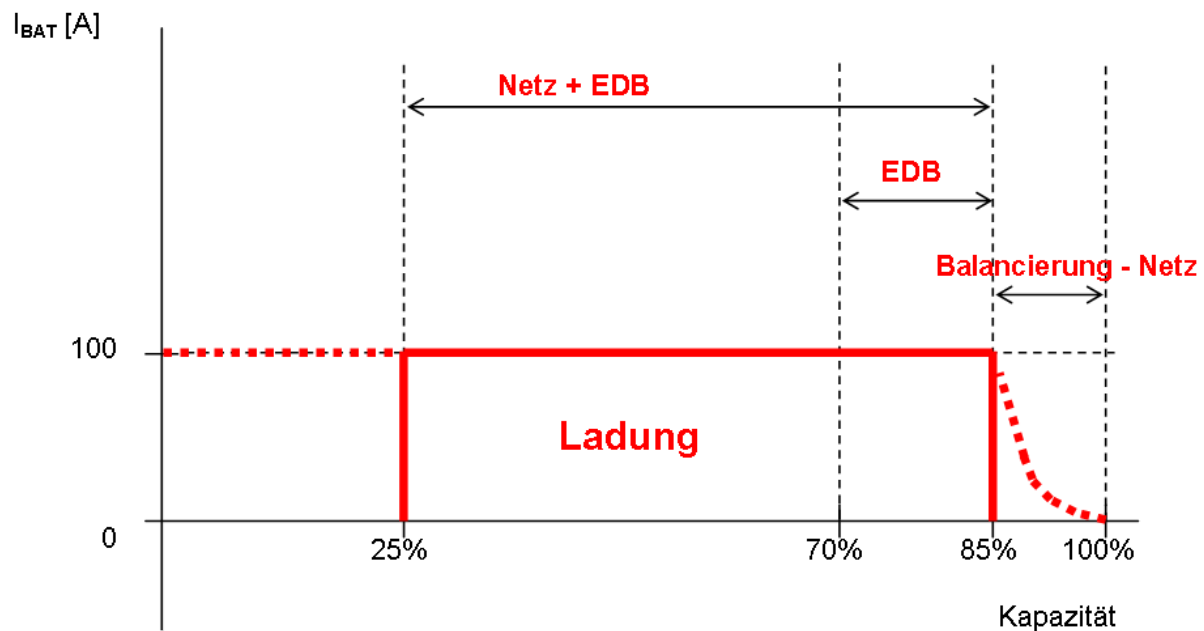


## Parameter des Systems

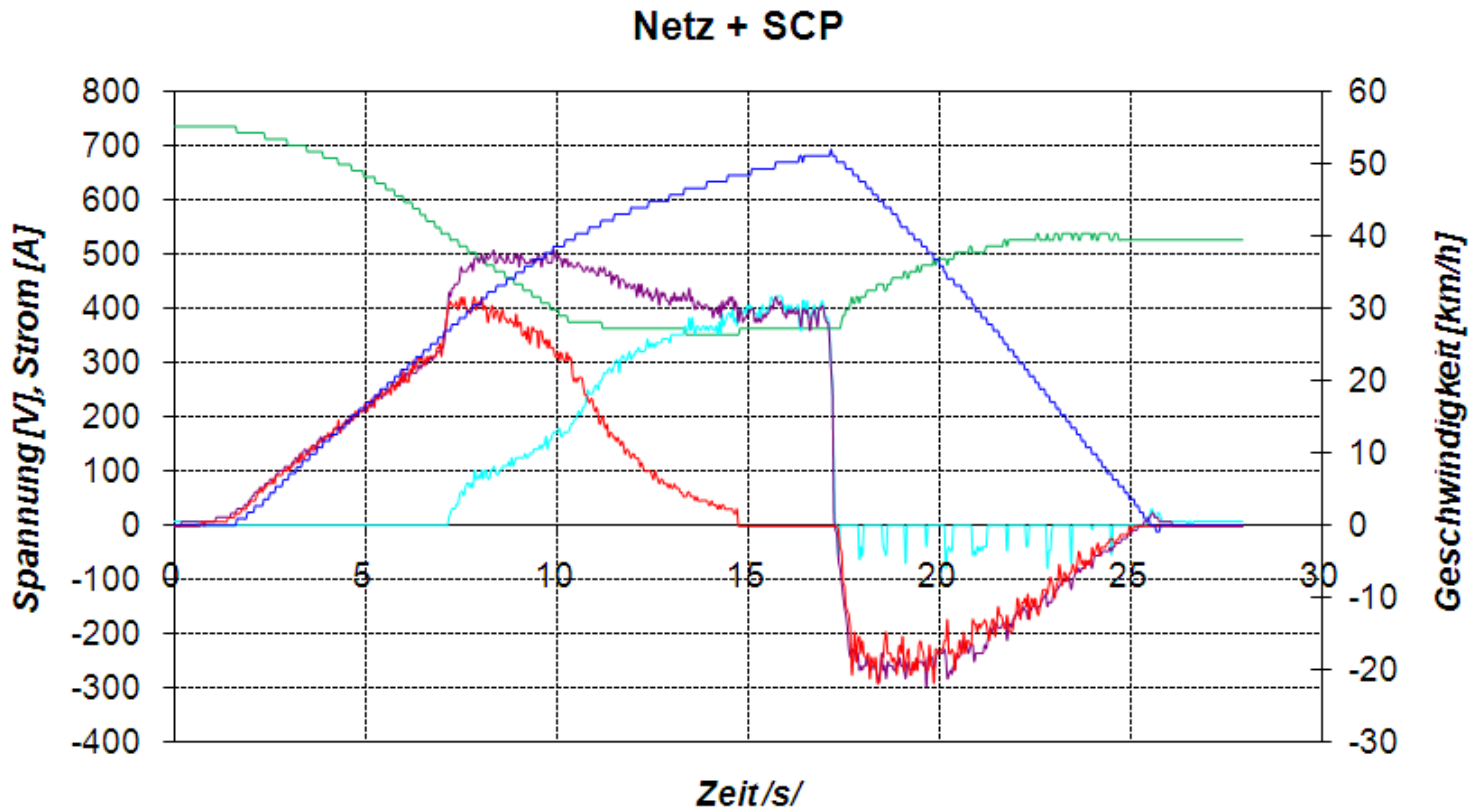
- Zeit der erneuten Ladung (SOC 25 – 85%) ca. 75 Minuten
- Zeit der erneuten Ladung (nach der gefahrenen Strecke 5 km – Anforderung von BBG) ca. 20 Minuten
- Anzahl der vorausgesetzten Zyklen (SOC 25 – 85%) 3.000 Zyklen
- Anzahl der vorausgesetzten Zyklen (nach der gefahrenen Strecke 5 km – Anforderung von BBG) ca. 12.000 Zyklen

## Diagramm des Arbeitsbereichs der Batterie - Ladung

- Strecke 5 km (Anforderung von BBG) – zwischen 70 – 85%, d.h. ohne weitere Verbrauchenergie aus der Netz, Ladung nur über E-Bremse



## Anfahrt des Trolleybusses – Netzbetrieb

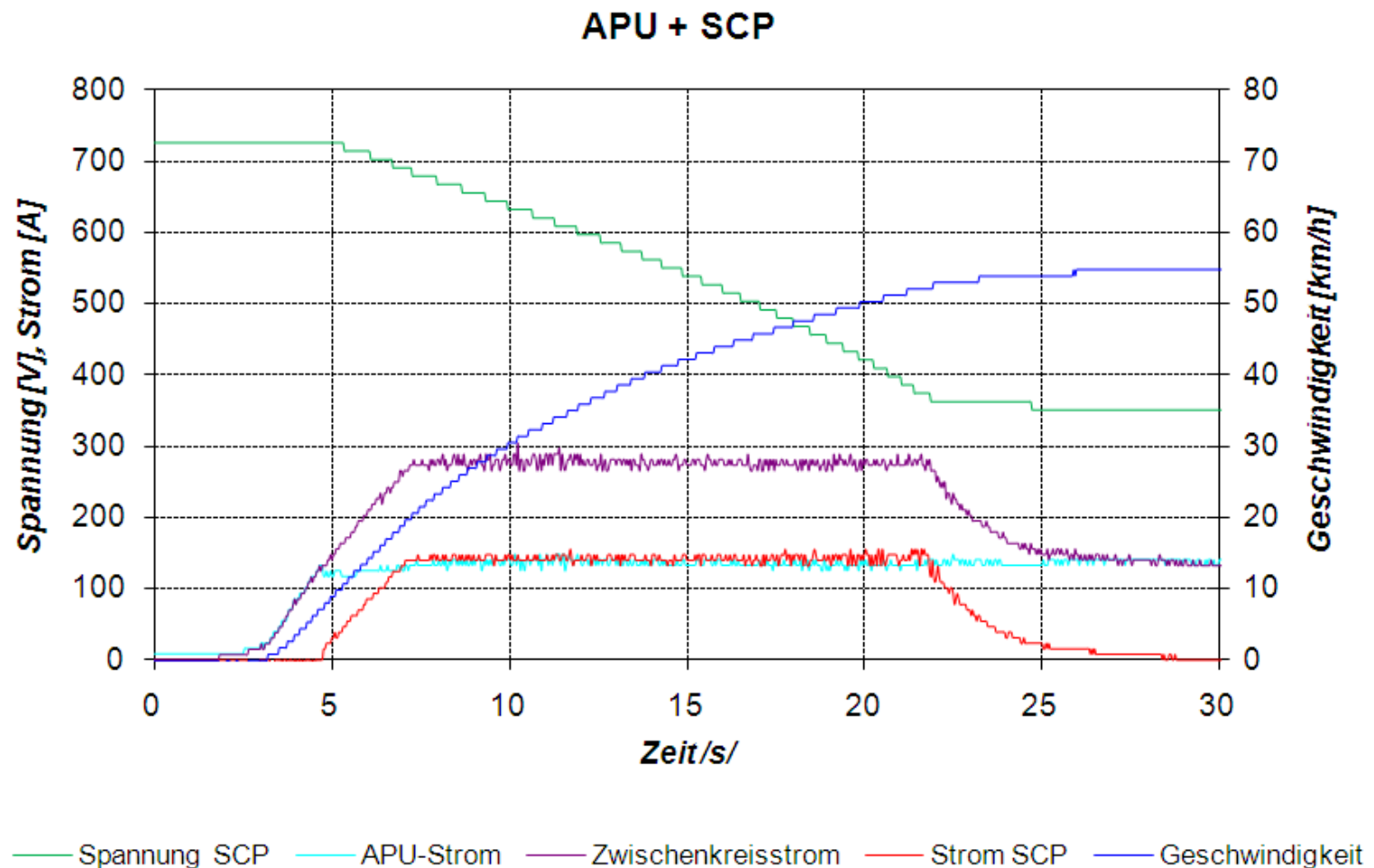


— Spannung SCP    — Netzstrom    — Zwischenkreisstrom    — Strom SCP    — Geschwindigkeit

# Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle“



## Anfahrt des Trolleybusses – Hilfsfahrt (APU + SCP)

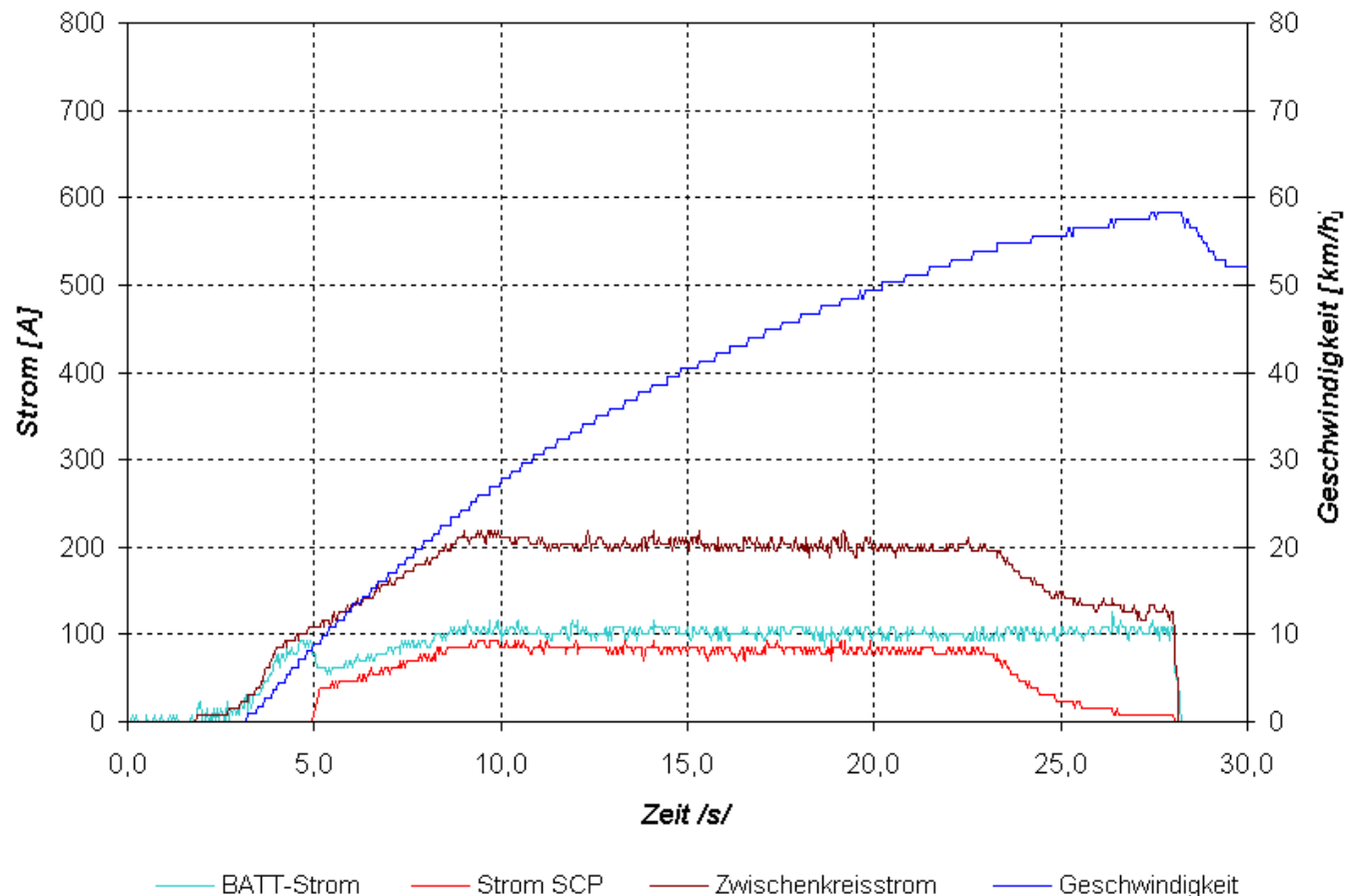


# Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle“



## Anfahrt des Trolleybusses – Hilfsfahrt (BATT + SCP)

BATT + SCP



# ELEKTROBUS



Cegelec

# SOR EBN 10,5



## Allgemeine

- Ökologie: Marktantritt der Elektrofahrzeuge
- Fehlendes Angebot der Elektrobussen in Europa
- Anforderung an ein geräuschloses Fahrzeug
- Benutzung der erneuerbaren Energie
- Unabhängigkeit von Erdöl

## Firmbezogene Voraussetzungen

- Langzeiterfahrung mit Elektroausrüstung
- O-Bus Produktion
- Gemeinsame Benutzung der O-Buskomponenten





• Abmessungen	Länge	10 370 mm
	Breite	2 525 mm
	Höhe	2 800 mm
	Radstand	6 320 mm
• Busaufbau	Anzahl der Türe	3
	Breite	700 mm
	Einstiegsbreite Tür 2	1 200 mm
	Einstiegsbreite Tür 3	1 200 mm
	Einstiegshöhe	320 mm
• Fahrzeuggewicht	Leergewicht	10 100 kg
	Gesamtgewicht	16 500 kg
• Fahrleistung	Reichweite	140 km
	Höchstgeschwindigkeit	80 km/h

# Technische Daten

- Fahrgastraum
- Aufstieg barrierelos
- Beförderungskapazität

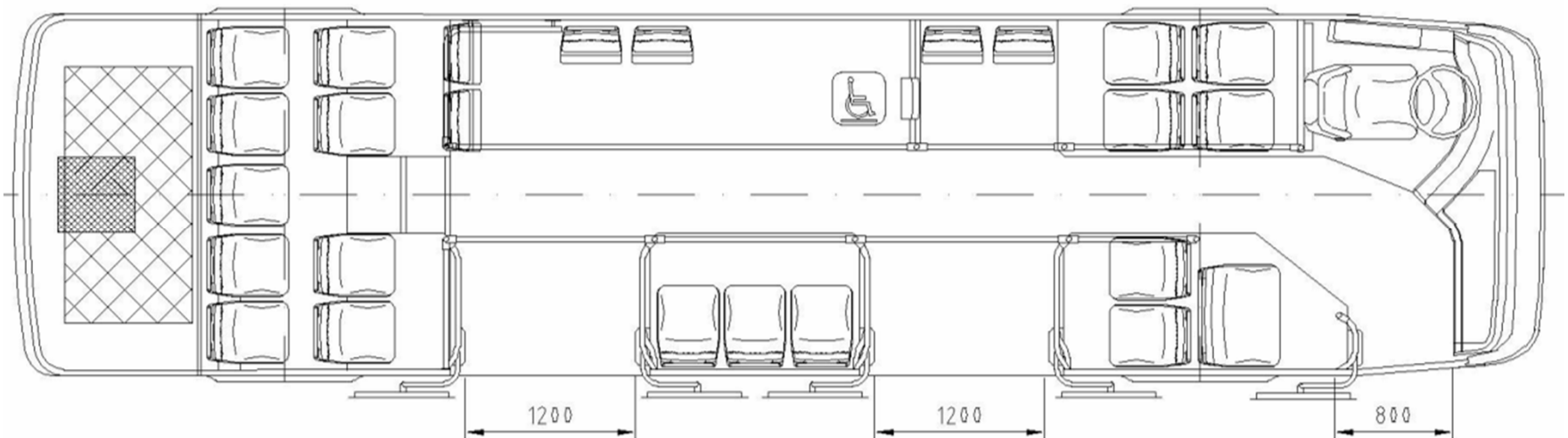
partiell niederflurig

Senkung der Einstiegsseite

Sitzplätze 19 + 6 + 1

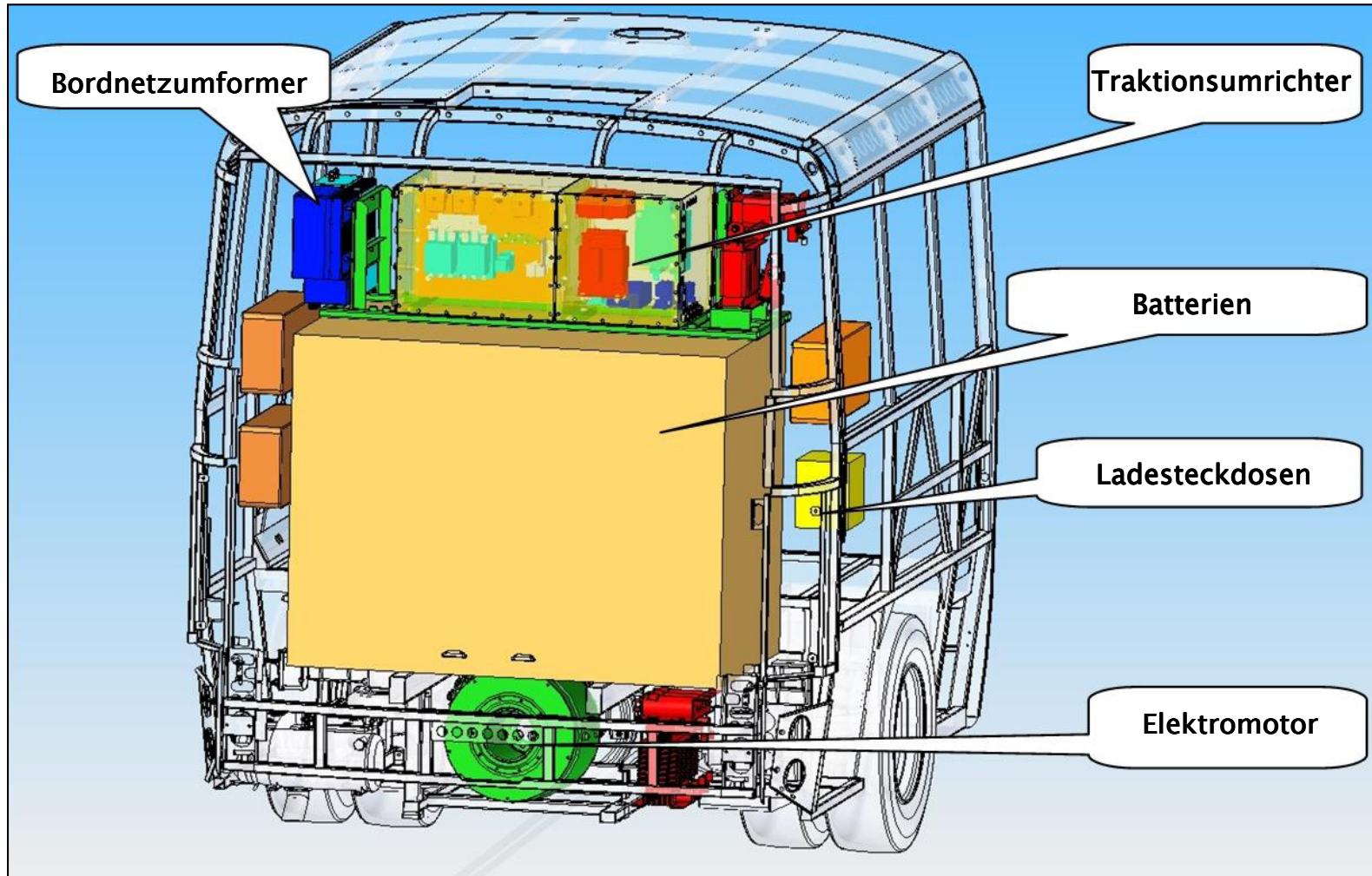
Stehplätze 66

Gesamt 85 + 1



• Elektromotor	Asynchron, 120 kW, 3x420 V
• Elektromotortyp	TAM 1052C6B, wassergekühlt
• Hilfsbremse	elektrodynamische mit Energierückgewinnung
•Vorderachse	SOR BN 004
• Hinterachse	RABA, i = 6,14
• Reifen	285 / 70 – R19,5
• Bremse	Wabco PAN 19-1
• ABS/ASR	Wabco
• Heizung	Eberspächer Hydronic 24, 24 kW, Diesel
• Regelsystem	CAN-bus, SAE 1939
• Akumulator	24 V, 170 Ah
• Klimaanlage	Fahrerplatz

# Wichtigste Bestandteile



# Traktionsumrichter SBE 10



- Batteriespannung 50 - 750 V DC
- Mögliche Motorleistungen 80 – 140 kW
- Ausgangsparameter 0 – 425 V AC, 0 – 200 Hz
- Langsame Ladung 3× 400 V AC, 32 A, Ausgang 0 - 750 V DC, 35A
- Schnelle Ladung 3× 400 V AC, 250 A, Ausgang 0 - 750 V DC, 275A
- Kühlung Wasserkühlsystem
- Steuerung CAN-bus

## 24 V Bordnetzausrüstung PMB 41

- 24 V Batterieladung
- 24 V Netzspannung



- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| • Einführungsspannung | 600 V DC             |
| • Arbeitsspannung     | 380 – 780 V DC       |
| • Ausgangsspannung    | 26,8 V DC (geregelt) |
| • Ausgangsstrom       | 80 A                 |
| • Strombegrenzen      | 100 A                |
| • Kühlung             | Luftkühlung          |

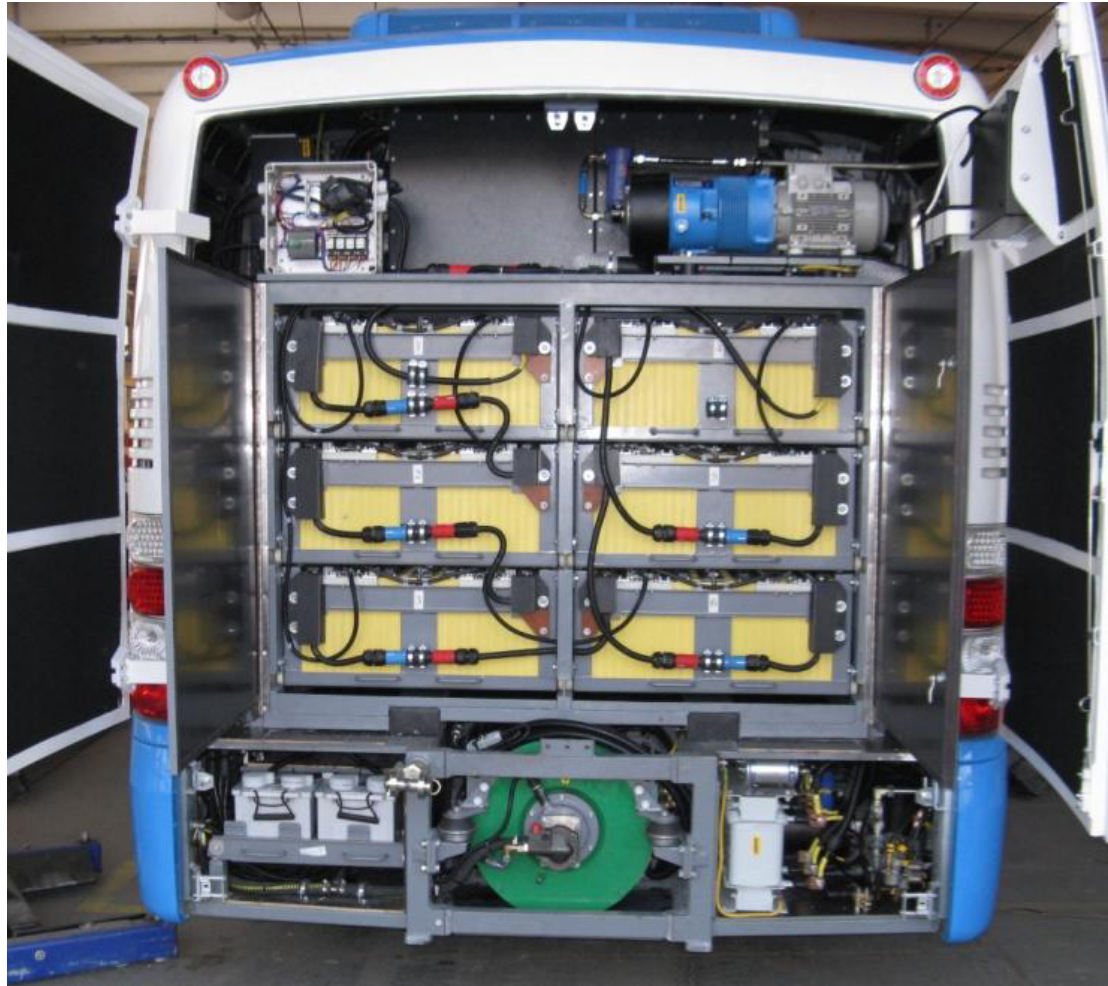
# Bordnetzumrichter – PME 80

- Kompressorspeisung
- Ventilatorspeisung
- Speisung der Kühlwasserpumpe

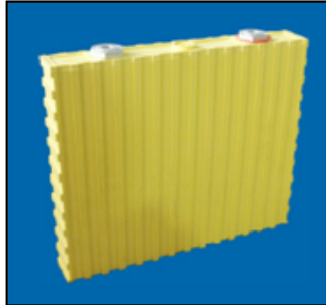


- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| • Einführungsspannung | 600 V DC          |
| • Arbeitsspannung     | 400 – 750 V DC    |
| • Ausgangsspannung    | 3x 0 - 400 V AC   |
| • Ausgangsstrom I     | 6,5 A (max 7,5 A) |
| • Ausgangsstrom II    | 4 A (max 5 A)     |
| • Kühlung             | Luftkühlung       |

# Lage und Schaltung der Batterien







• Systemspannung	600 V DC
• Batterietyp	Li-Ion, Thunder-sky TS-LFP, 300 Ah
• Anzahl der Elementen	180
• Gesamtenergie	170 kWh
• Energieverbrauch	1,05 kWh/km nach SORT2
• Standardeinzelladenfahrleistung	140 km (Entladung 70 %)
• Batterielebensdauer	3 000 Zyklen
• Batteriegewicht	1 980 kg
• Ladezeit	8 Stunden (Ladestrom 32 A) 60 Minuten (Ladestrom 250 A)

# Batterieaufladung



Ladesteckdosen 400 V / 250 A (1 Stunde) und 400 V / 32 A (8 Stunden)

- Langsame Aufladung  
32 A aus 3x400 V AC Netzspannung  
Einschließlich Egalisieren der Elementaufladung  
(8 Stunden)
- Schnelle Aufladung  
250 A aus 3x400 V AC Netzspannung  
Max Aufladung auf 92-95% der Kapazität  
1 Stunde / Dreimal 20 Minuten während der Pause  
= Doppelreichweite
- Notaufladung  
32 A aus 3x400 V AC Netzspannung  
(8 Stunden)  
Kofferschaltbrett



Batterieladewertanzeiger



- Dieselheizung
  - Fahrzeughauptheizung
  - Eberspaecher Hydronic 24, 24 kW
- Elektrische Heizung
  - Heizung während der Batterieaufladung
  - Wärmegerätsspannung 3x 400 V AC
- Elektromotor und Traktionsumrichter
  - Abwärmebenutzung im Fahrgastraumheizung

## Linienfahrt in der Praxis

- Linie Nr.38, Stadt Ostrava, Tschechische Republik
- im Betrieb mit Fahrgästen vom 2.8.2010
- Tagesdistanz 175 km (75 km vormittags, 100 km nachmittags)

### Detailfahrleistung:

- 75 km Fahrleistung vormittags entspricht Energieverbrauch von 100 % auf 68 %
- folgt 1 Stunde Aufladung mit 100 A Ladestrom (Finalaufladungsstand 95 %)
- 100 km nachmittags entspricht Energieverbrauch von 95 % auf 48 %
- folgt etwa 5 Stunden Aufladung auf 100 % Batteriekapazität
- Längste Fahrleistung auf eine Aufladung (Fahrzeug leer): **250 km**



**Durchschnittlicher Energieverbrauch  
von 0,87 kWh/km**  
(0,83 – 0,91 kWh/km)

	Elektrobus	Dieselbus 12m	Obus 12m
Preis	42,95	38,50	53,27
Preisstruktur			
Traktionsenergie	2,44	7,20	2,70
Reparaturen	6,75	4,23	6,03
Wartung der Infrastruktur	0,03	0,03	2,42
Fahrzeugabschreibungen	12,50	6,88	12,25
Infrastrukturabschreibungen	0,25	-	2,01
	20,98	20,16	27,86

*Preise in CZK umgerechnet in Fahrzeugkilometer  
Datenquelle: Verkehrsbetrieb Ostrava*

## Elektrobus

Reichweite 140 km, Fahrzeit 4 Stunden, Kapazität 80 Fahrgäste

## Obus

Unbeschränkte Reichweite (Distanz und Zeit), Kapazität 90–150 Fahrgäste

## Elektrobus entspricht einer spezifischen Einsatzart

- Schichteinsatz
- Pendelbus
- Geräuscharmes Badeorttransportfahrzeug
- Fahrzeug für Stadt und nahe Umgebung





Ich bedanke mich für  
die Aufmerksamkeit

Cegelec a.s.  
Chodovská 3/228  
141 00 Praha 4  
Tschechische Republik

Tel.: +420 272 773 341  
Fax: +420 272 772 472  
E-mail: [vytous@cegelec.cz](mailto:vytous@cegelec.cz)  
[www.cegelec.cz](http://www.cegelec.cz)