

4. Internationale E-Bus-Konferenz Hamburg, 17. bis 18. November 2014

Hochleistungsfähige Batteriesysteme in schnellladefähigen Elektrobussen – ein möglicher Lösungsansatz, die Anforderungen des ÖPNV an Elektrobusse, erfüllen zu können.

HOPPECKE Batterie Systeme GmbH

Dr. Gunter Schädlich

Elektrobusse im ÖPNV

- Senken Emission von NO_x und CO_2
- Mindern Lärm
- Reduzieren den Verbrauch fossiler Kraftstoffe
- ❖ Sind modern, innovativ, komfortabel

❖ **Werden gemessen am Dieselbus !**

Gehören in zahlreichen Städten bereits zum Straßenbild



Erwartungen an den Elektrobus

- Tägliche Fahrtstrecken 200 bis 300 km
- Einsatzdauer > 12 Stunden täglich
- Ganzjähriger Betrieb Einsatztemperaturen -20 bis 40 °C
- Energiebedarf für Heizung und Kühlung
- Einhaltung der Fahrpläne ergibt max. Wartezeiten z.B. für Ladeprozesse von max. 8 Minuten

Wirtschaftlichkeit

- ☐ Überschaubare Investitionskosten
- ☐ Niedrige Wartung und Betriebskosten
- ☐ Vergleichbare TCO mit Dieselnissen - 12 Jahre Lebensdauer
- ☐ Angepasste Lösungen an vorhandene Infrastruktur

Hohe Anforderungen an den Batteriespeicher

		U V DC	P_{peak} kW	E kWh
Trolleybus	<i>Ersatz Dieselmotor durch Batterie</i>	600 – 800	Fahren 100 Bremsen 350	30 – 40
Hybridbus	<i>Optimierung Dieselaggregat Kraftstoffeinsparung</i>	500 – 700	200	25 - 35
Plug-in-Hybridbus		500 – 700	150 - 350	60 - 100
Elektrobus	<i>Elektrischer Fahrbetrieb BZ / Batterie</i>	600 – 800	150 - 350	80 - >200

Energiebilanz

- Energieinhalt der Batterie ist begrenzt
- Genaue Kenntnis über den zu erwartenden Energieverbrauch nötig
- Energieverbrauch variiert in Abhängigkeit vom Streckenprofil, der Zuladung und den Nebenverbrauchern

Winter / Sommer

Antrieb
50%

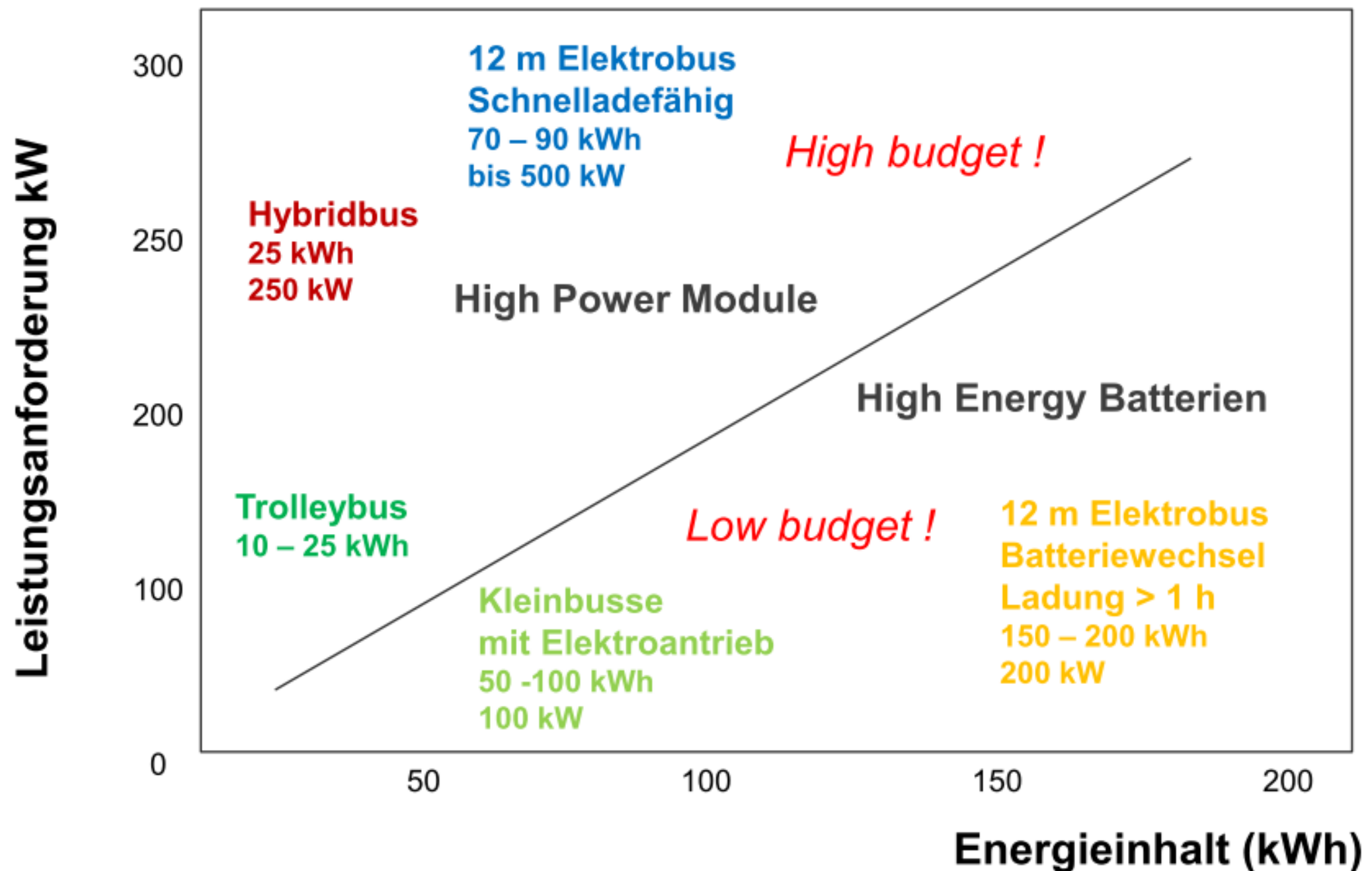
**Neben-
verbraucher**
50%

Frühjahr / Herbst

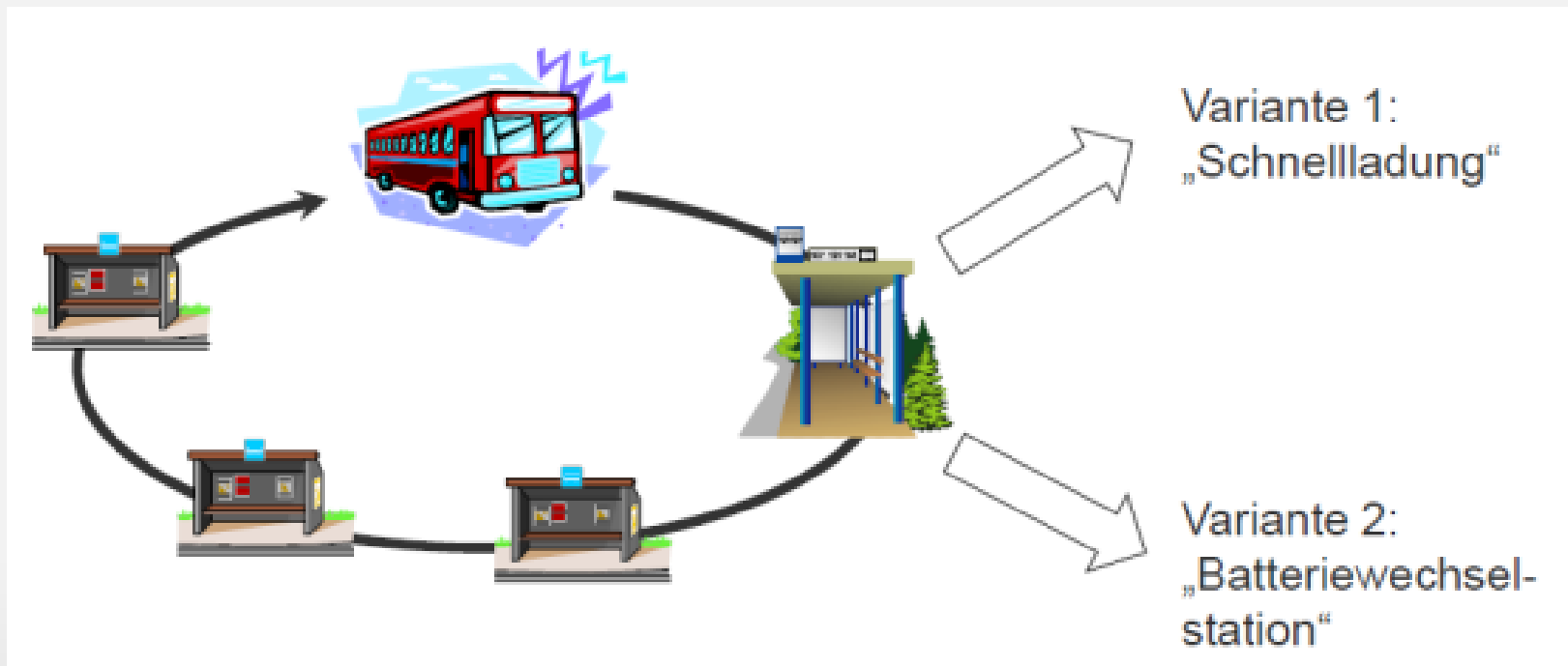
Antrieb
80%

20%

Batterieauslegungskonzepte



Streckenplanung

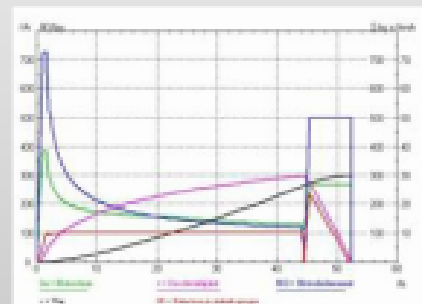


Schnellladen

- Haltestellenstop wird zum Nachladen genutzt
- Energieinhalt ausreichend für Fahrstrecke zwischen Haltestellen

- geringere Batteriekapazität nötig
- kleinere Batterie möglich
- geringeres Fahrzeuggewicht
- kurze Ladezeit

Fahrprofil



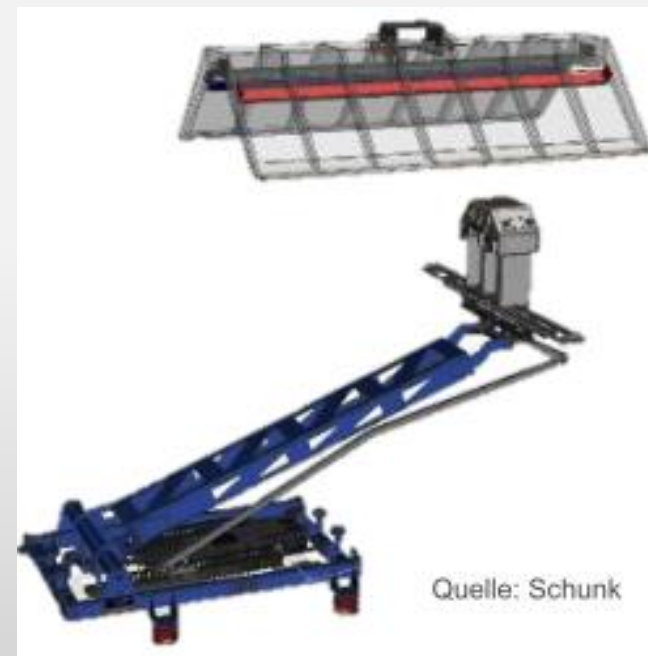
Batteriewechsel

- Batterie wird zb. an Endhaltestelle getauscht
- Energieinhalt ausreichend für ganze Tour

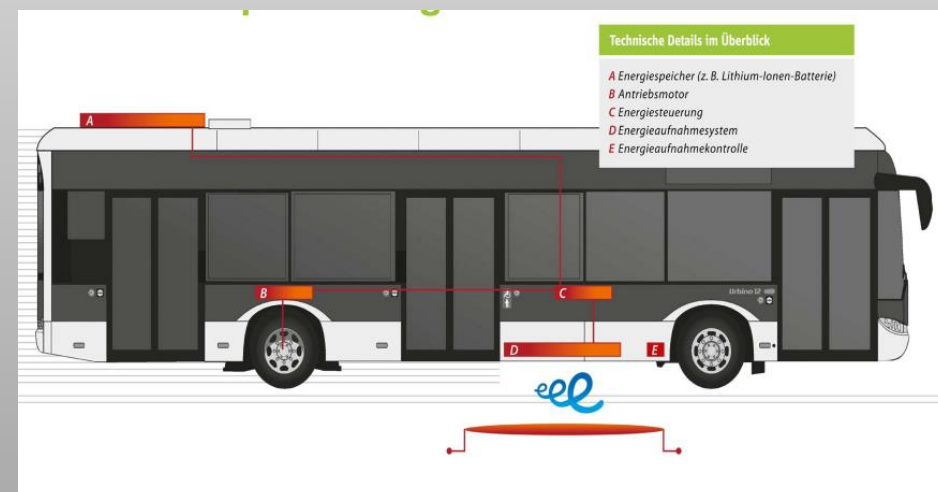
- kein Zwischenladen nötig
- geringere Ladeströme
- geringere Zyklenzahl pro Batterie

Randbedingung – Infrastruktur - Nachlademöglichkeiten

konduktiv



induktiv





Konzept Schnellladefähiger Elektrobus

Einsatzbedingungen

Streckenlänge

10 – 14 km

Fahrzeit

ca. 30 Minuten

Ladezeit (Endhaltestelle)

6 – 8 Minuten

Einsatzdauer pro Tag

frei wählbar, > 12 Stunden möglich

Energiebedarf für Heizung und Kühlung

ist gesichert

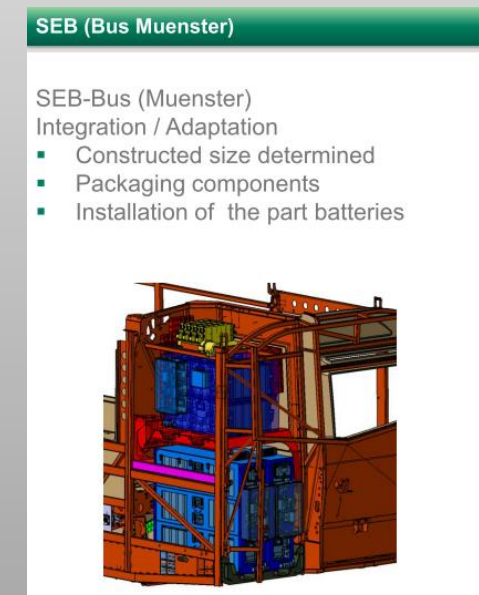
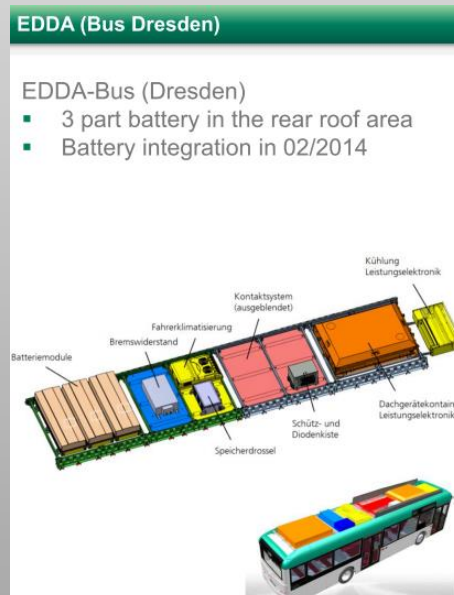
Schnellladestation an Endhaltestelle

Leistung 250 bis 450 kW

optionale Nachladung an Haltestelle

möglich – abhängig von Infrastruktur

Förderprojekt EÖPNV



Speicherentwicklung

Submodul

- 28 Zellen
- Incl. Slave-BMS als Datensammler
- Wassergekühlt
- 103,6 V 46 Ah



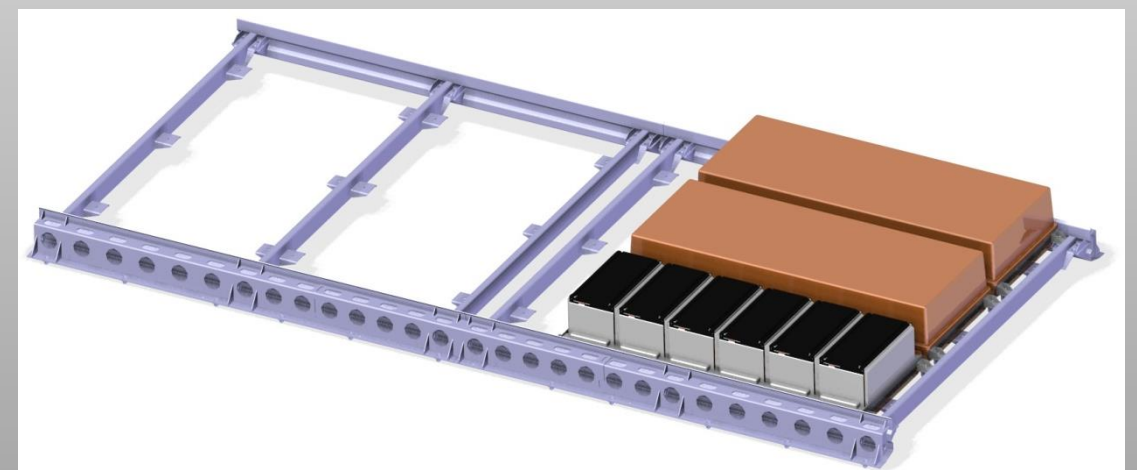
Teilbatterie:

- 6 Submodule a 103,6 V
- Gesamtspannung Teilbatterie 621,6 V
- Integration von Leistungselektronik und Kühlkreislauf

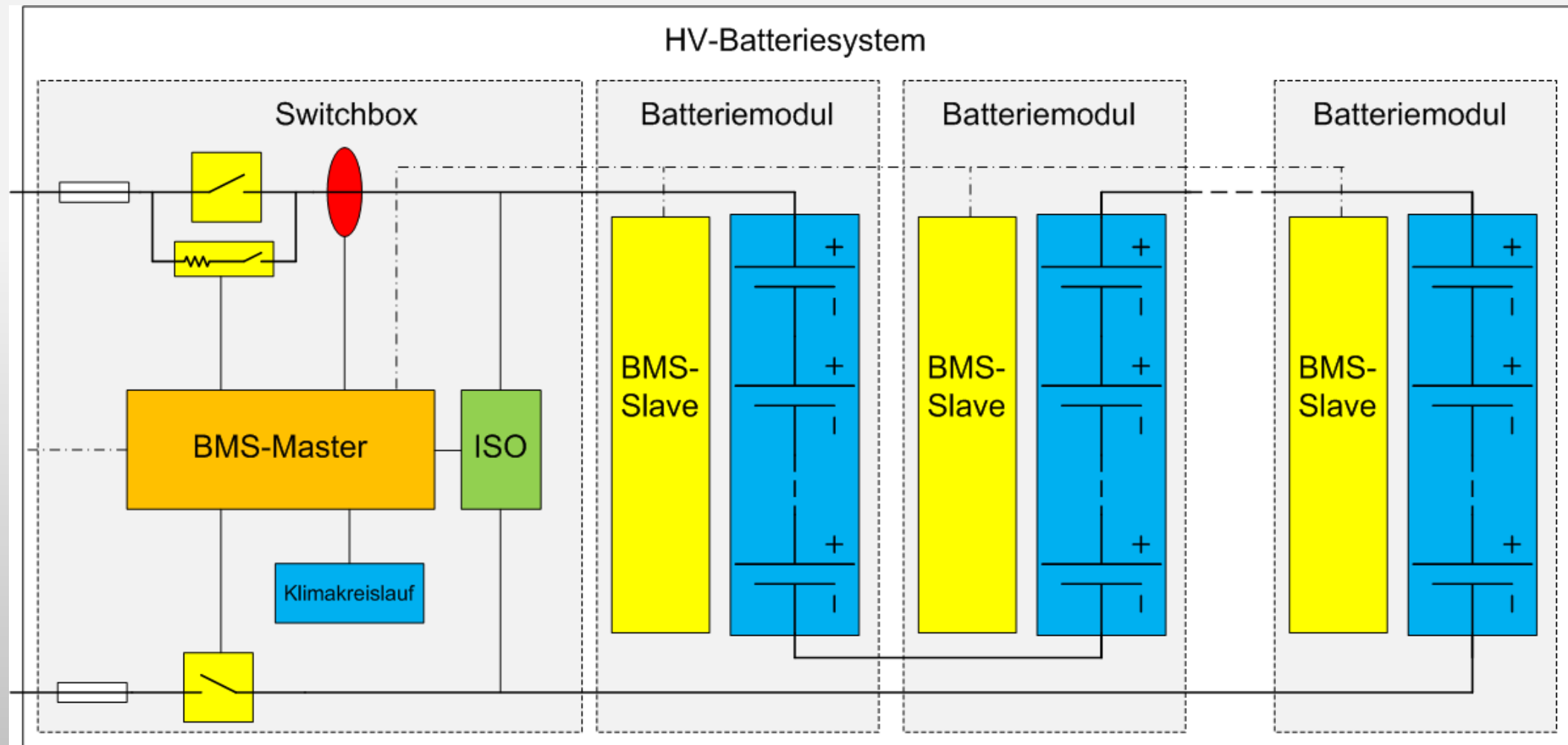


Batteriesystem (Dachaufbau)

- 3 Teilbatterien a 621,6 V
- Batteriekapazität 85,8 kWh
- Integration in vorhandenes Dachträgersystem



Batteriemanagement

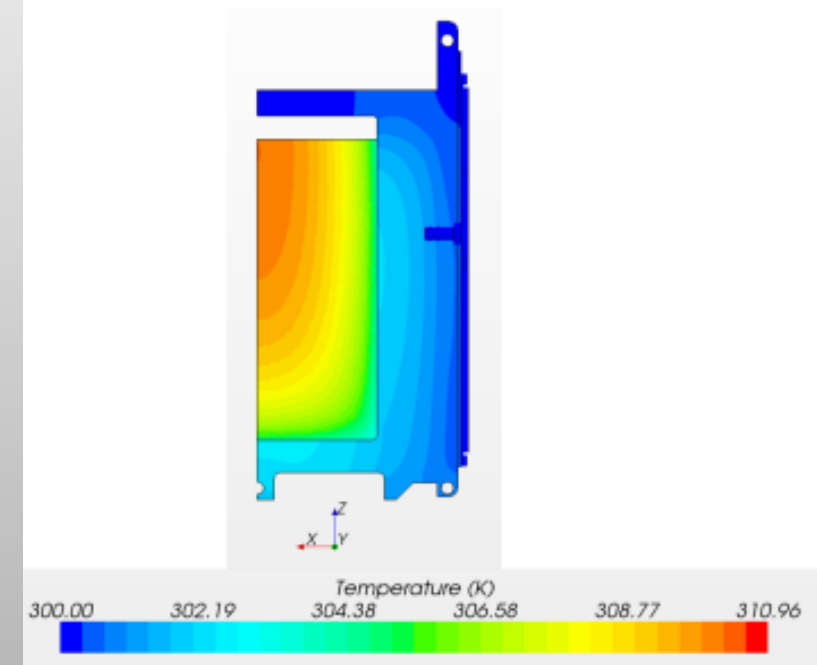
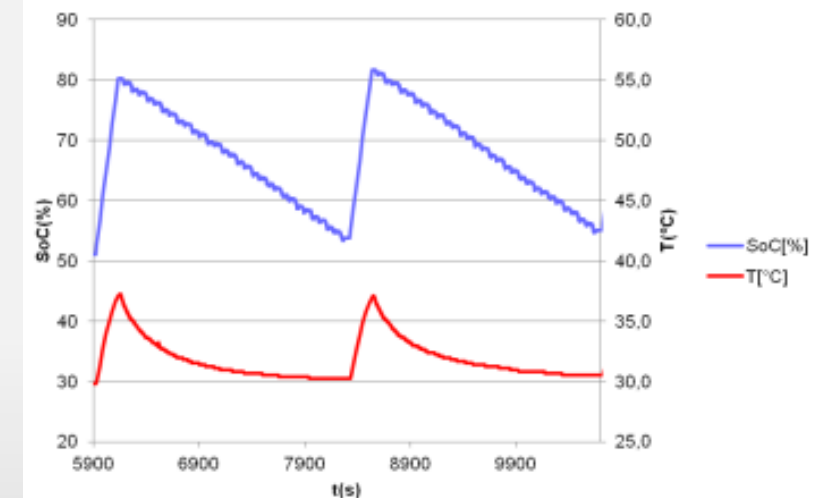
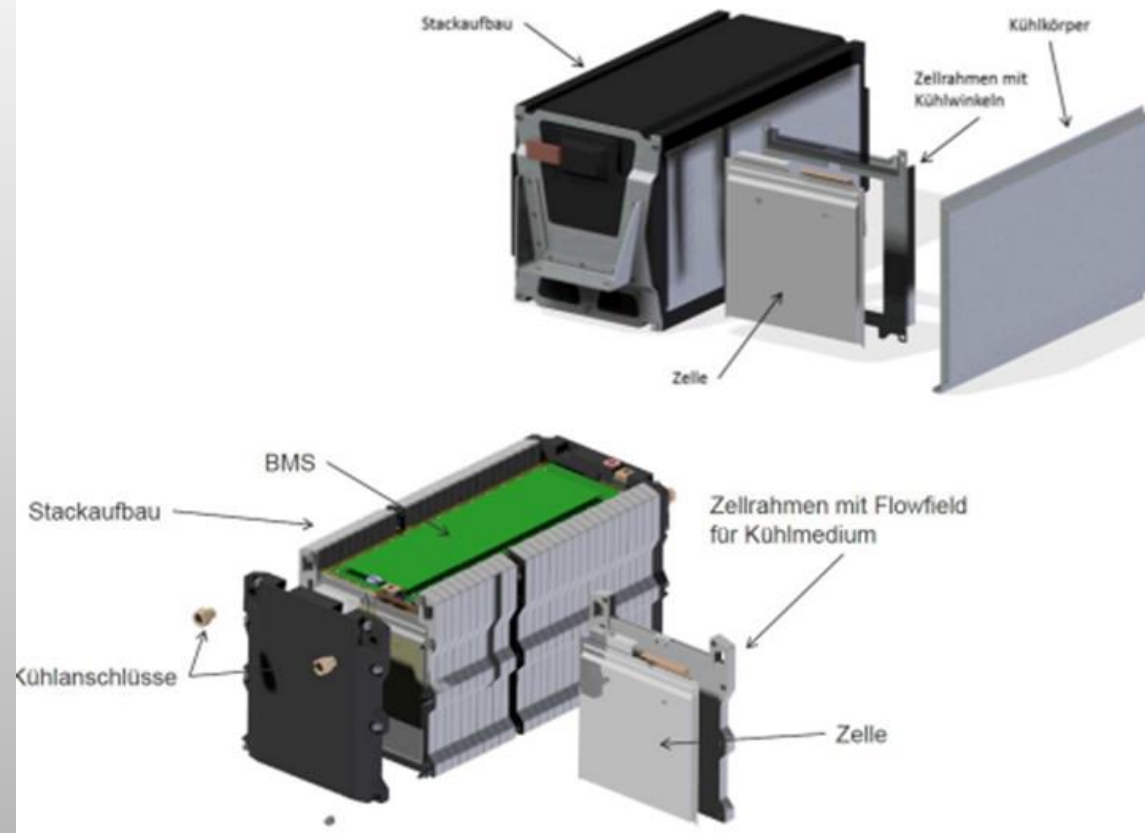


- dezentrale Datensammlung in Batteriemodulen
- zentrale Steuerung und Kommunikationsschnittstelle
- parallele Stränge arbeiten voneinander unabhängig
- übergeordnete Steuerung im Energiemanagement

Thermisches Management

Module Structure

- Development of two cooling concepts
- Simulation by CFD analysis
- Mechanical set-up and verification of concepts



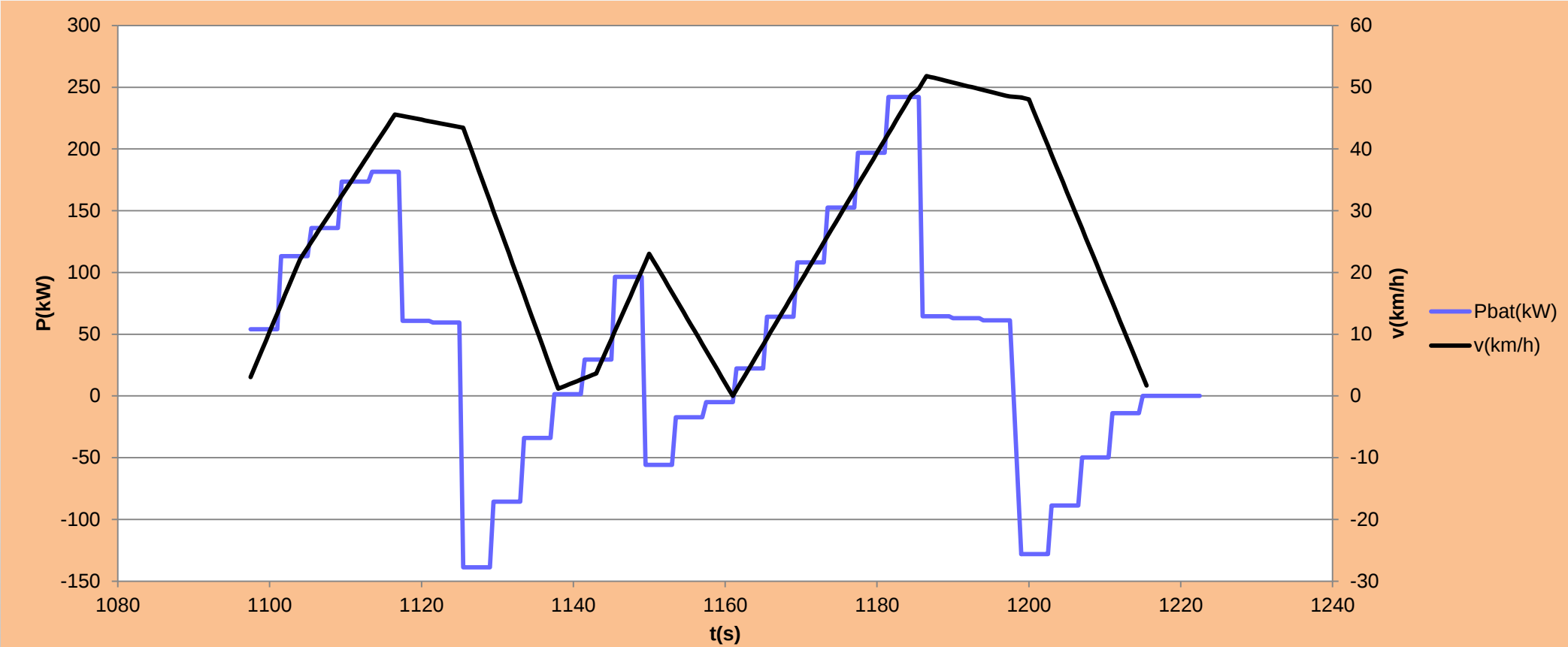
Validierung

Schock- und Vibrationstest

- Test eines HV-Moduls nach DIN EN61373:2011 bei SLG
- Bahnanwendung – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen
- UN- Transporttest



Ergebnisse Labortests



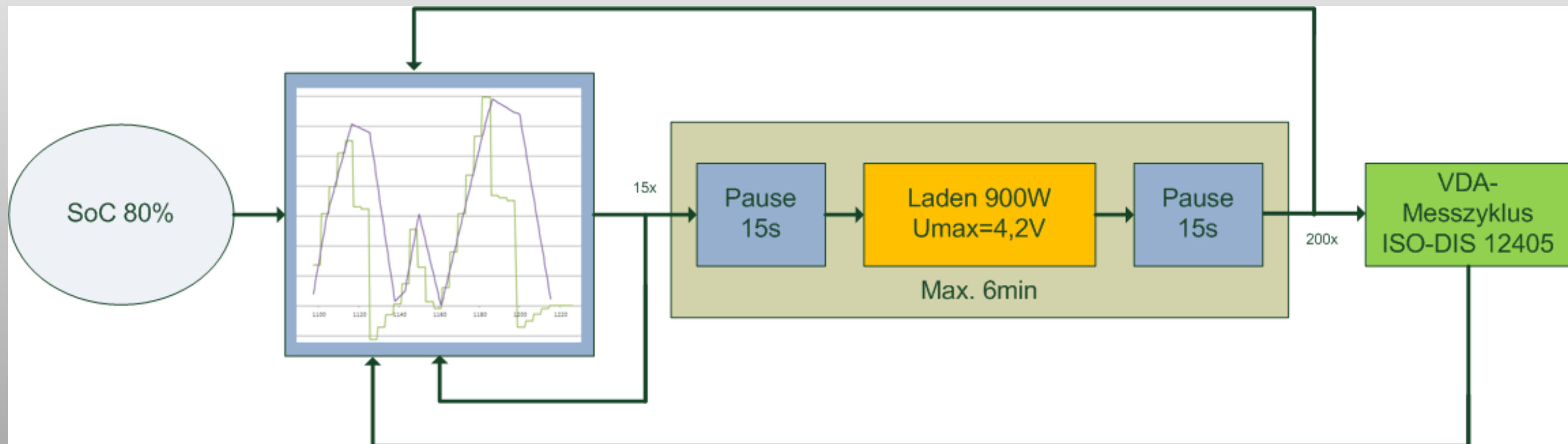
Fahrprofil Bus
innerstädtischer Bereich

Max. Entladeleistung	250kW
Max. Rekuperation	150kW
Verbrauch	2,5kWh/km
Profildauer	ca. 120s
Streckenlänge	ca. 800m

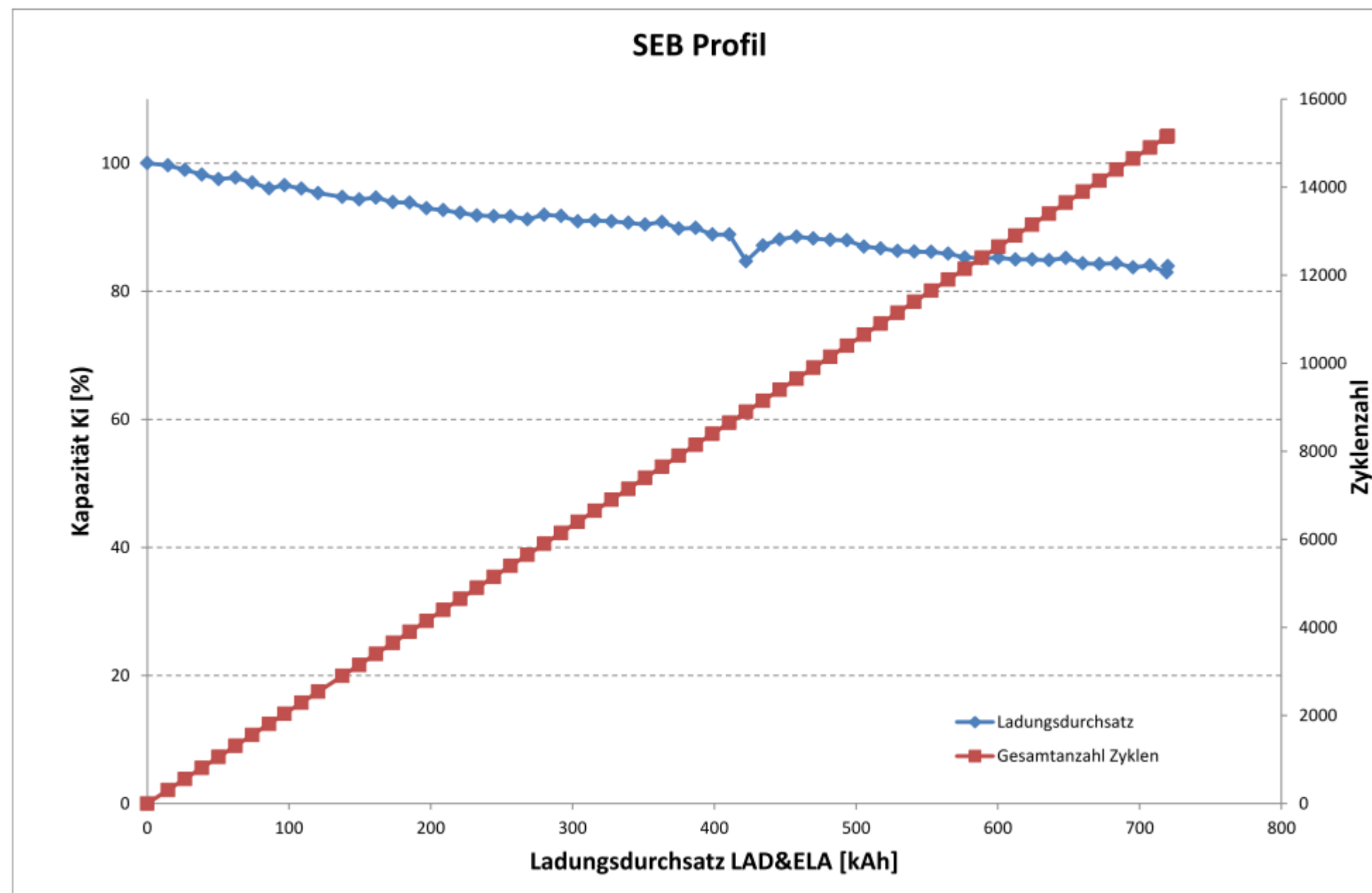
Ergebnisse Labortests

Testzyklus Münster

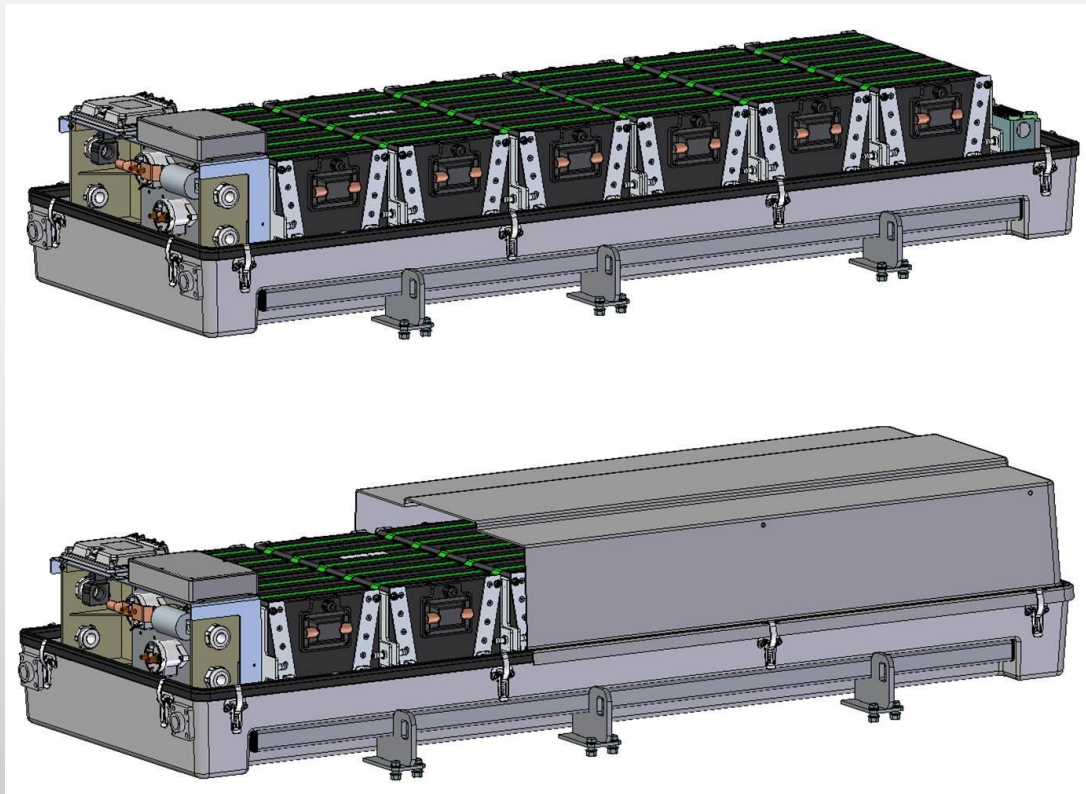
Profildauer	ca. 30 min
Streckenlänge	ca. 12 km
Anzahl Wiederholungen	15
Ladezeit	max. 6 min inkl. Kontaktierung



Ergebnisse Labortests



Fertigung Prototyp



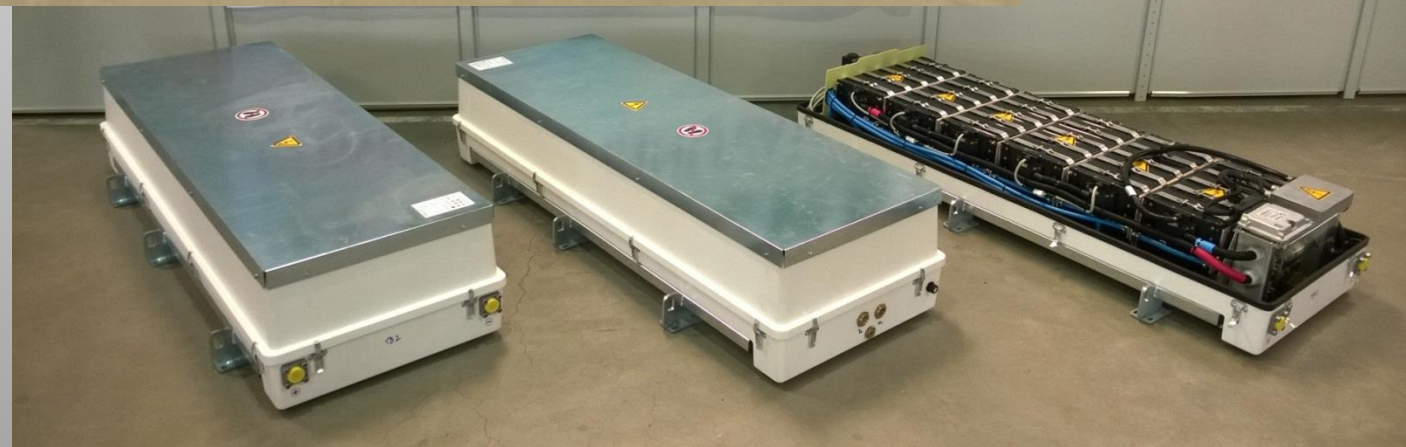
Teilbatterie

621 V

26,7 kWh

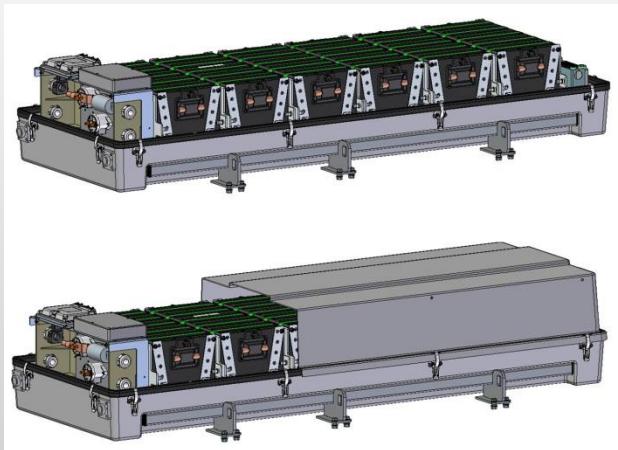
Ladung bis 500 kW

Erfolgreicher Abschluss der Speicherentwicklung

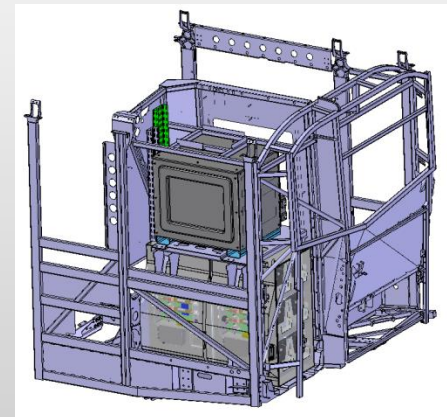


Fahrzeugintegration

Dachmontage



Einbau im Heck des Fahrzeuges



Feldtest

- Batteriesystem ausgeliefert, montiert und im Bus in Betrieb genommen
- Ladung des Batteriesystems bis 250kW seitens Ladetechnik möglich und getestet
- Zweite Ausbaustufe Ladetechnik (450 kW nächste Projektmeilenstein)
- Abnahme vom TÜV erfolgt
- Start des Linienbetrieb (Linie 61) in Dresden seit 03.11.2014



Großes Medieninteresse

<http://www.mdr.de/sachspiegel/video232722.html>

Elektrobusbetrieb ganztägig u. ohne Einschränkungen realisierbar

- Verwendung hochleistungsfähiger Energiespeicher mit moderaten Energieinhalt (ca. 85 kWh)
- Einbauvolumen und Gewicht der Speicher relativ gering
- Modularer Aufbau der Speicher möglich – streckenspezifische Anpassungen realisierbar
- Lastprofile (Beschleunigen, Geschwindigkeit halten, Bremsen) - ohne Einschränkungen
- Optimale Entladetiefe pro Zyklus bedingt hohe Zyklen- u. kalendarische Lebensdauer



- Notwendige Ladeinfrastruktur bedingt Festlegung auf bestimmte Strecke
- Kosten für Infrastruktur höher als bei „over night charging – dafür nur einmalig
- Täglicher Fahrbetrieb kann uneingeschränkt verlängert werden – Batteriesystem wird dadurch nicht überfordert – keine drastische Auswirkung auf Lebensdauer
- Kleinere Speicher sind wirtschaftlicher bei Wartung und Austausch

VIELEN DANK

Vielen Dank...



...für
Ihre
Aufmerksamkeit!

www.hoppecke.com