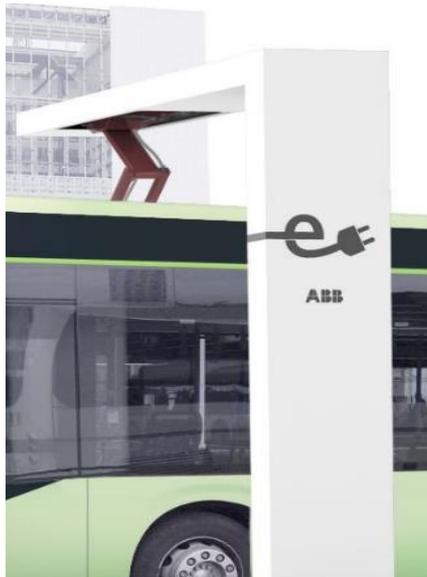


# Entwicklungstendenzen bei Hochvolt-Batterien am Beispiel eines Konzeptansatzes

---

Vortrag bei IHK-Veranstaltung „Alternative Antriebe bei Nutzfahrzeugen“

Reinhold Bals, 6. September 2017



# Agenda



- **Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug**
- Energiedichte der HV-Batterie
- Innovatives Batteriekonzept EMBATT
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- Technologie Trends auf Komponentenebene

# Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug

## On-Road-Anwendungen

- **Stadtbus**



Quelle: SILEO

- **Lieferverkehr**



Quelle: Streetscooter

- **Werksverkehr**

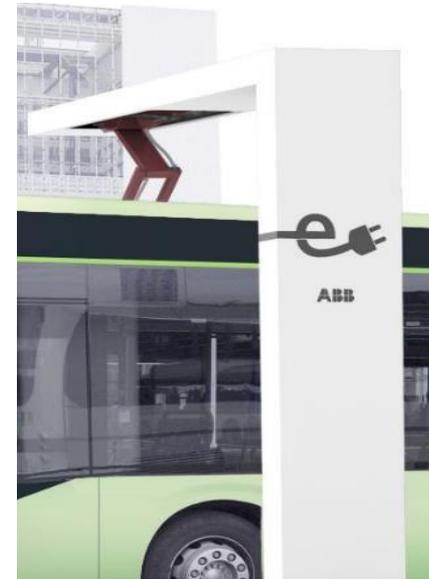


Quelle: IAV

- **Flurförderfahrzeuge**



Quelle: Linde



Quelle: ABB

**Stationäre  
Energie-  
speicher  
mit Lade-  
station**



Quelle: Gildemeister

# Agenda



- Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug
- **Energiedichte der HV-Batterie**
- Innovatives Batteriekonzept EMBATT
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- Technologie Trends auf Komponentenebene

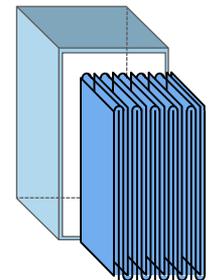
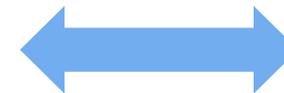
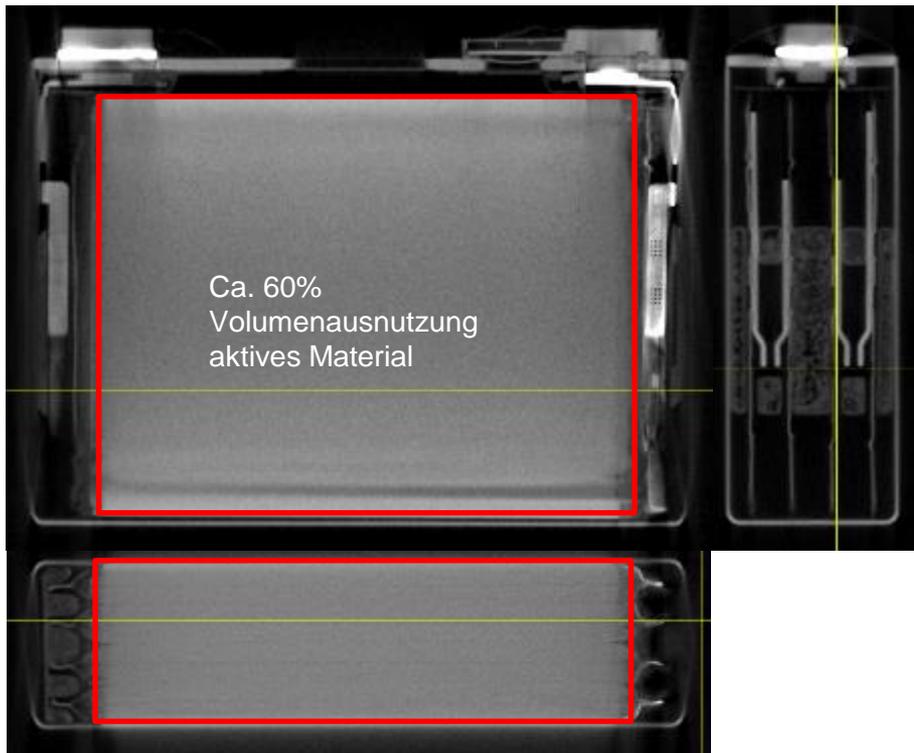
# Energiedichte der HV-Batterie

- **Betrachtung der Situation am Pkw-Markt**
- **Stabilisierende Effekte zum Ausbau der E-Fahrzeugflotte**
- **Fokus HV-Batterie**

Ziele im Pkw	Technische Spezifikation	Bemerkung
Reichweite bis zu 1000km	Energiedichte im System > 500 Wh/l	Vorgabe durch Package im Fahrzeug
Akzeptable Ladezeit	Ladeleistung > 180 kW	Vorgabe durch E-Verbrauch und Ladesäulendichte
Bezahlbare E-Speicher	Spezifische Kosten < 200 €/kWh	Eigene Marktpreisbeobachtung bzw. eigener Prototypenbau
Kontinuität in der Preisentwicklung	Zellfertigung in Deutschland mit neuer Technologie	Wenige Großserien-Zellfabrikanten ausserhalb der EU

# Energiedichte der HV-Batterie

➔ 60% Nutzung des volumetrischen Potentials in aktuellen BEV Zelltechnologien

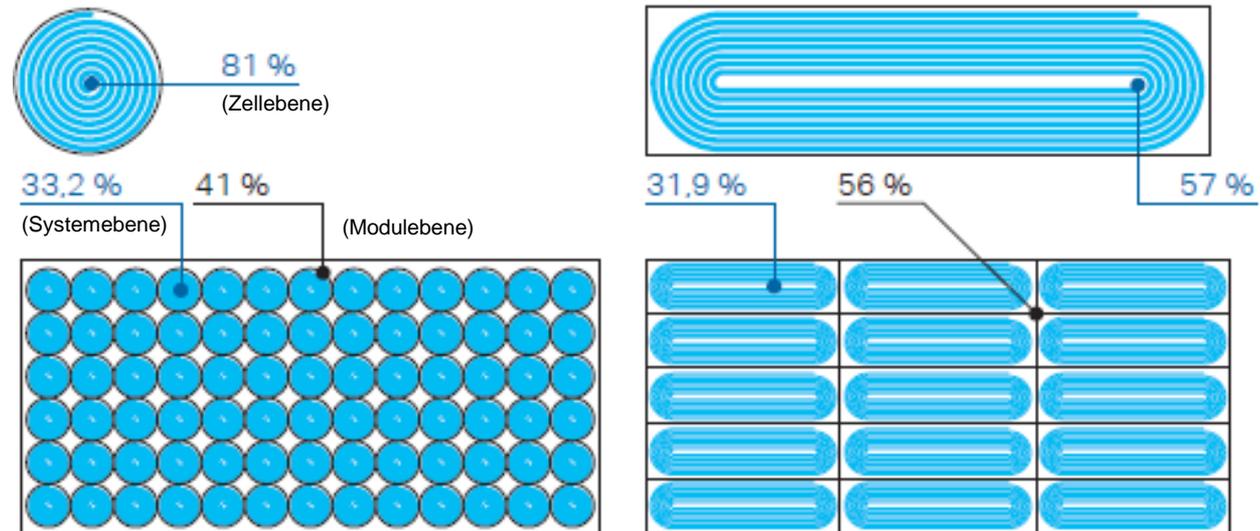


Stand 2015

# Energiedichte der HV-Batterie

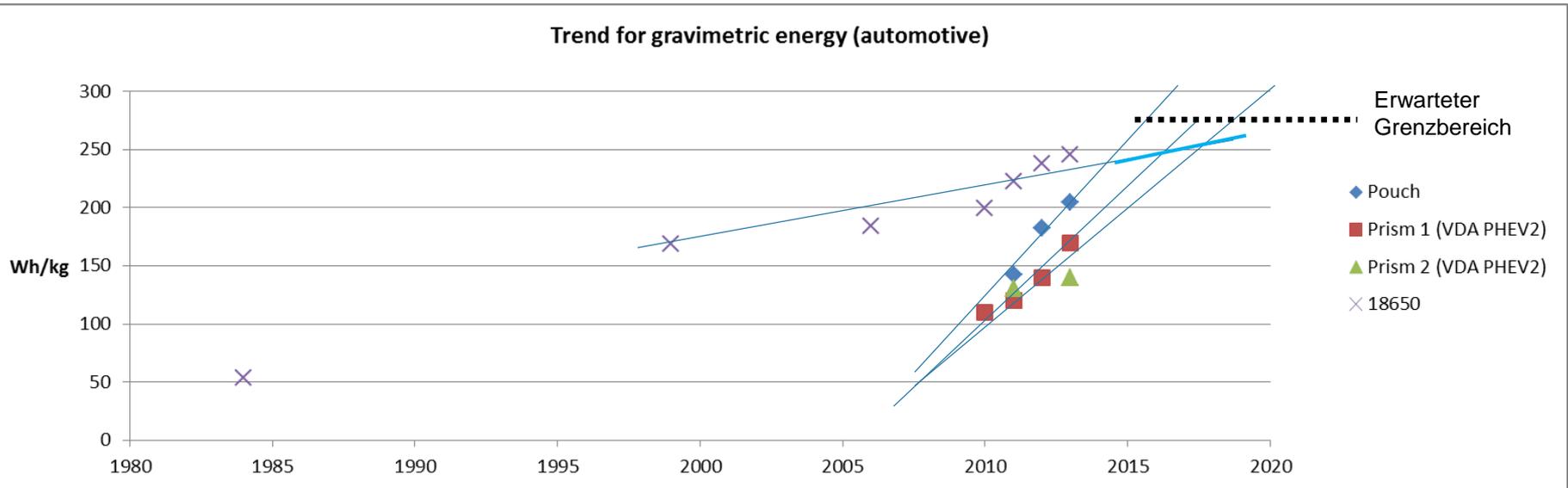
Volumetrische  
Energiedichte auf  
Zell-/idealisierter  
Systemebene:

- Rundzellen
- Prismatische Zellen



**Innovativer Ansatz zur Erhöhung der volumetrischen Energiedichte auf Systemebene erscheint notwendig**

# Cell technology - PHEV2 Package



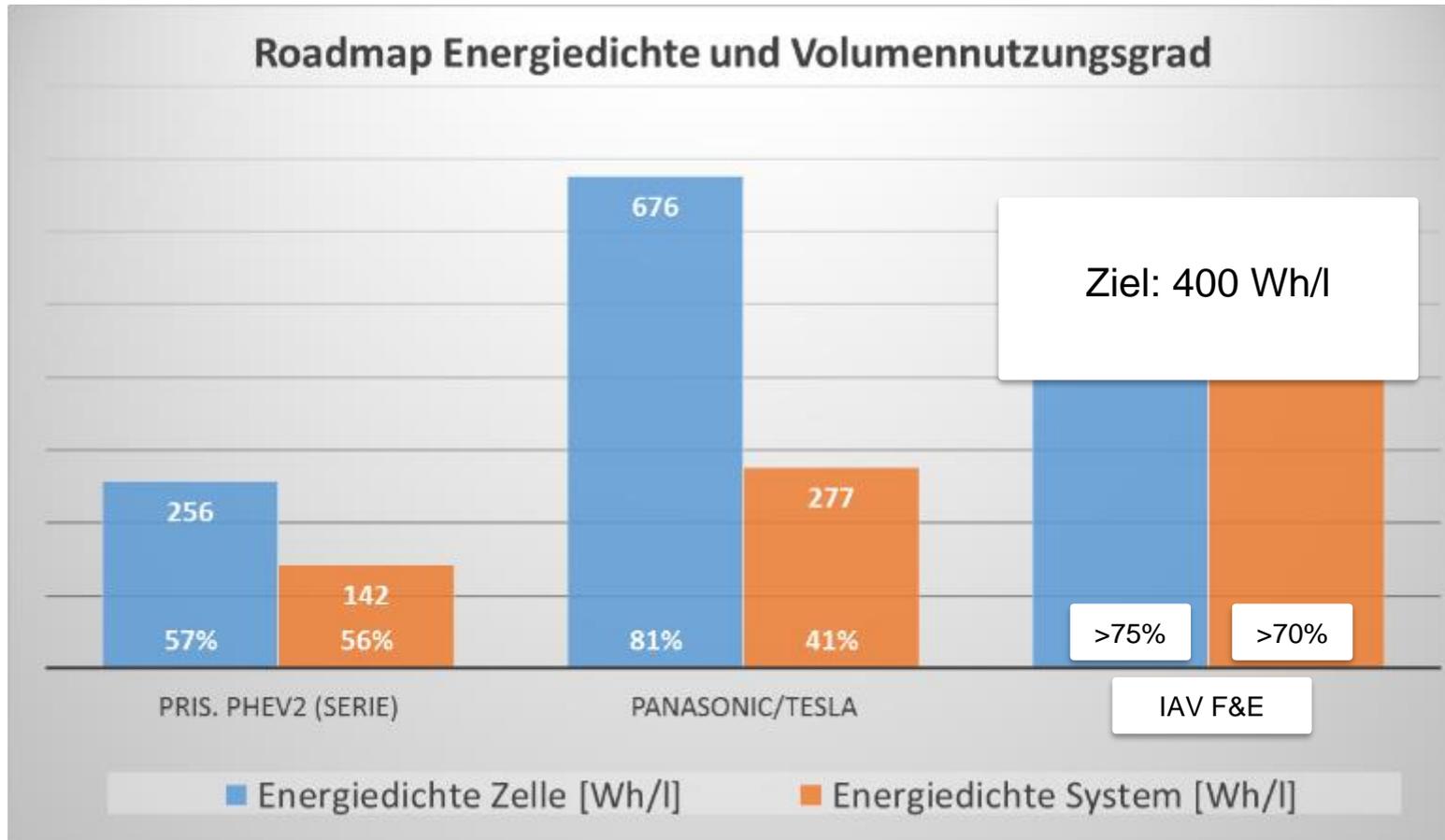
Quelle: IAV Data

# Agenda



- Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug
- Energiedichte der HV-Batterie
- **Innovatives Batteriekonzept EMBATT**
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- Technologie Trends auf Komponentenebene

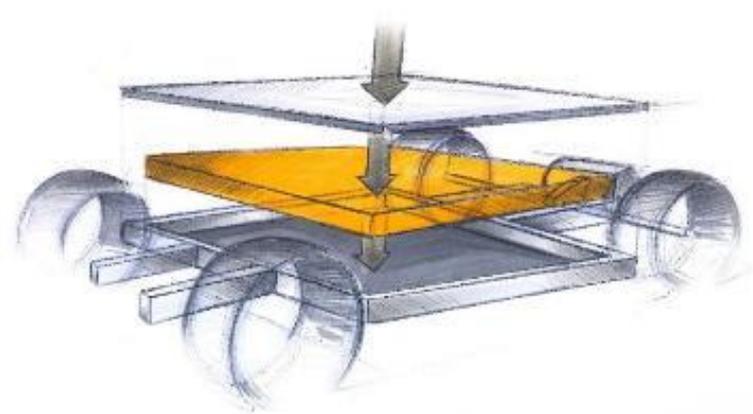
# Innovatives Batteriekonzept EMBATT



- Quelle: IAV interne Analysen  
 \*Anteil Elektrodenwickel am Zellvolumen, Anteil Zellvolumen am Systemvolumen

# Innovatives Batteriekonzept EMBATT

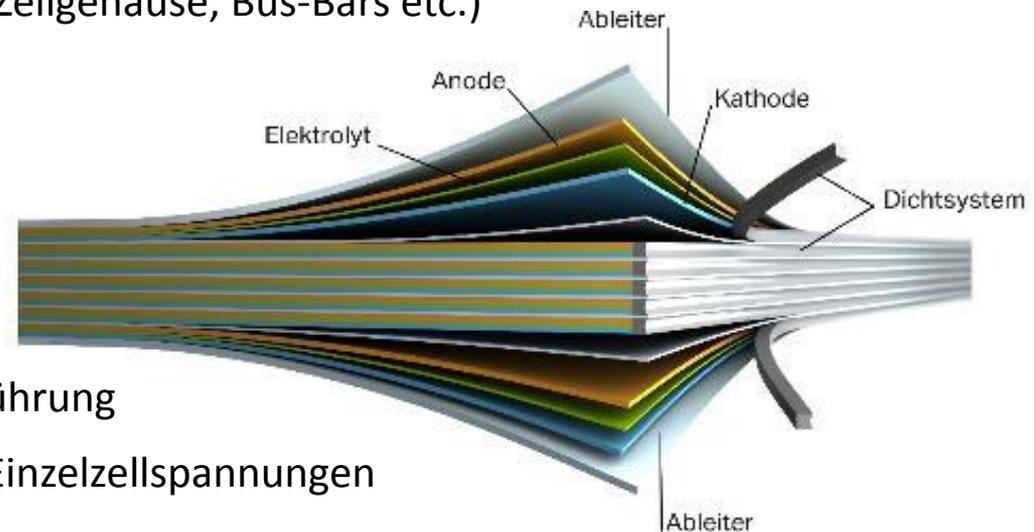
- Großflächige Bipolarbatterie →  $\approx 1\text{-}3\text{ m}^2$
- Steigerung Volumenausnutzung speicheraktiver Komponenten im System →  $\approx 80\%$
- Vollintegration der Batterie in das Pkw-Fahrzeugchassis → Batterie nimmt Kräfte auf
- Einsatz neuartiger Aktivmaterialentwicklung → Co-freies HV-Spinell für Kathode (Kostensenkungspotential, LCA)
- Effiziente Fertigungsverfahren und Prüftechnik → Abdeckung der vollständigen Prozesskette



# Innovatives Batteriekonzept EMBATT

## Vorteile:

- Großflächige und flache Bauweise, integrierbar in Längs- und Querträgerstrukturen
- Verminderter Kontaktierungsaufwand → Reduzierung Innenwiderstand
- Wegfall vieler passiver Komponenten (Zellgehäuse, Bus-Bars etc.)
- Verkürzte Prozesskette zur Herstellung



## Herausforderungen:

- Stack-Aufbau und Dichtsystem
- Elektrolyteinbringung / Formiergasabführung
- Materialsysteme, einsetzbar für hohe Einzelzellspannungen
- Erfüllung der Sicherheitsanforderungen

Patentanmeldung : DE 10 2014 210 803 A1

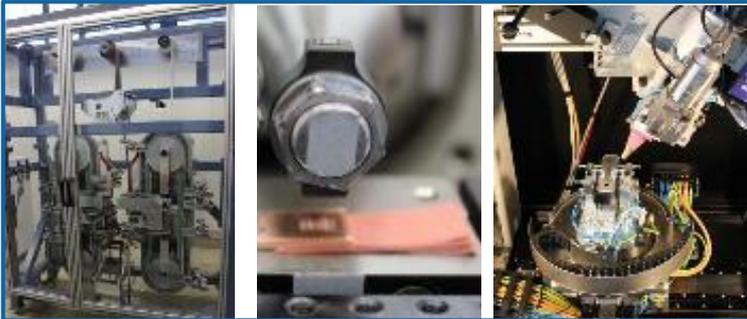
WO 2015/185723 A1

# Innovatives Batteriekonzept EMBATT

## Entwicklungspartner



Materialentwicklung, Elektrodenfertigungsprozesse, Zellcharakterisierung, in-line-Prozesskontrolle



Stapelprozesse, Laserbearbeitung, Montageanlagen, Prüftechnik, Modulmontage, Formieranlagen



Batteriemanagement, Alterungsmodelle, Zell- und Systemtests, Zell-/Batteriedesign, Systemintegration, Fahrzeugkonzepte,



# Agenda



- Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug
- Energiedichte der HV-Batterie
- Innovatives Batteriekonzept EMBATT
- **Batteriemanagementsystem (BMS)**
- Technologie Trends auf Komponentenebene

# Batteriemanagementsystem (BMS)

**SOC**

**SOH**

**Performance  
Prediction**

**Balancing**

**Kern-  
Funktionen**

**Diagnosis / OBD**

**Safety**

**Diagnosis**

**HV Management**

**Ergänzende  
Funktionen**

**Sensorless  
Temp.-meas.**

**Warranty  
Observer**

**Adaptive  
state-model  
estimator**

**SOH Manager**

**Innovative  
Funktionen**

# Batteriemanagementsystem (BMS)

## BMS Core

Sample Time:  
10 ms Tasks

ProcessInputs

Safety

Master

SOC

EEP-Rom

Battery Model

Sample Time:  
100 ms Tasks

Charge

Performance  
Prediction

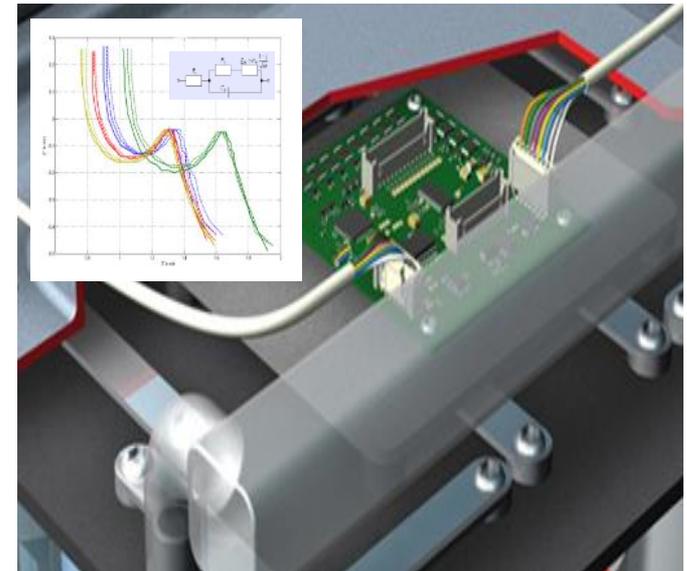
IsoBox

CSC

Sample Time:  
1 s Tasks

SOH

Balancing



## Rapid prototyping BMS

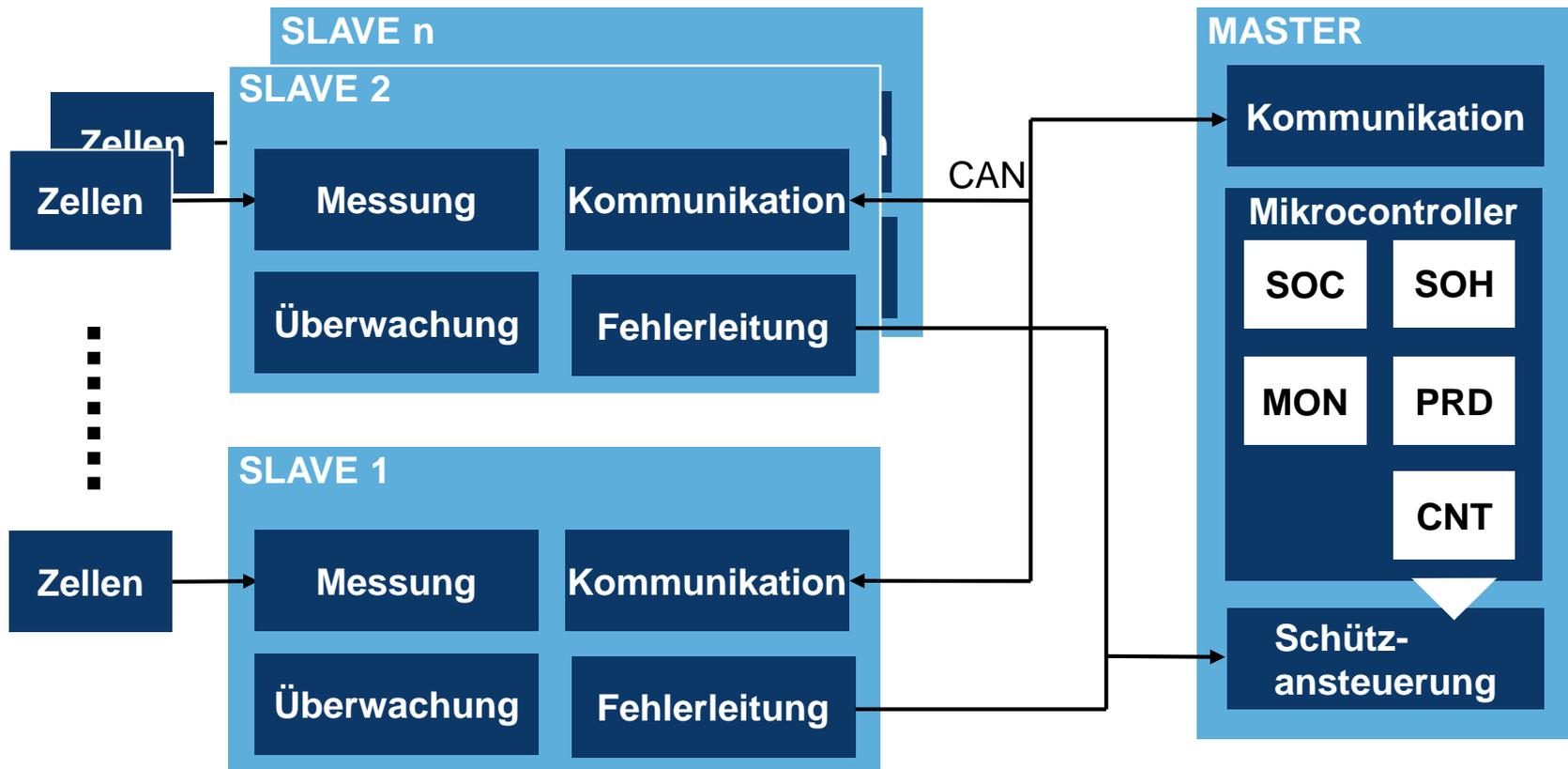
- Für BEV / HEV / PHEV
- Anwendbar vom Prototyp bis zur Testflotte
- Skalierbare Architektur (Master-Slave-System)
- SOC-, SOH- Berechnung für unterschiedliche Zellchemie

# Batteriemanagementsystem (BMS)

Grobkonzept – klassisches BMS mit zentralem Master

Slave zur Messung der Zellspannungen

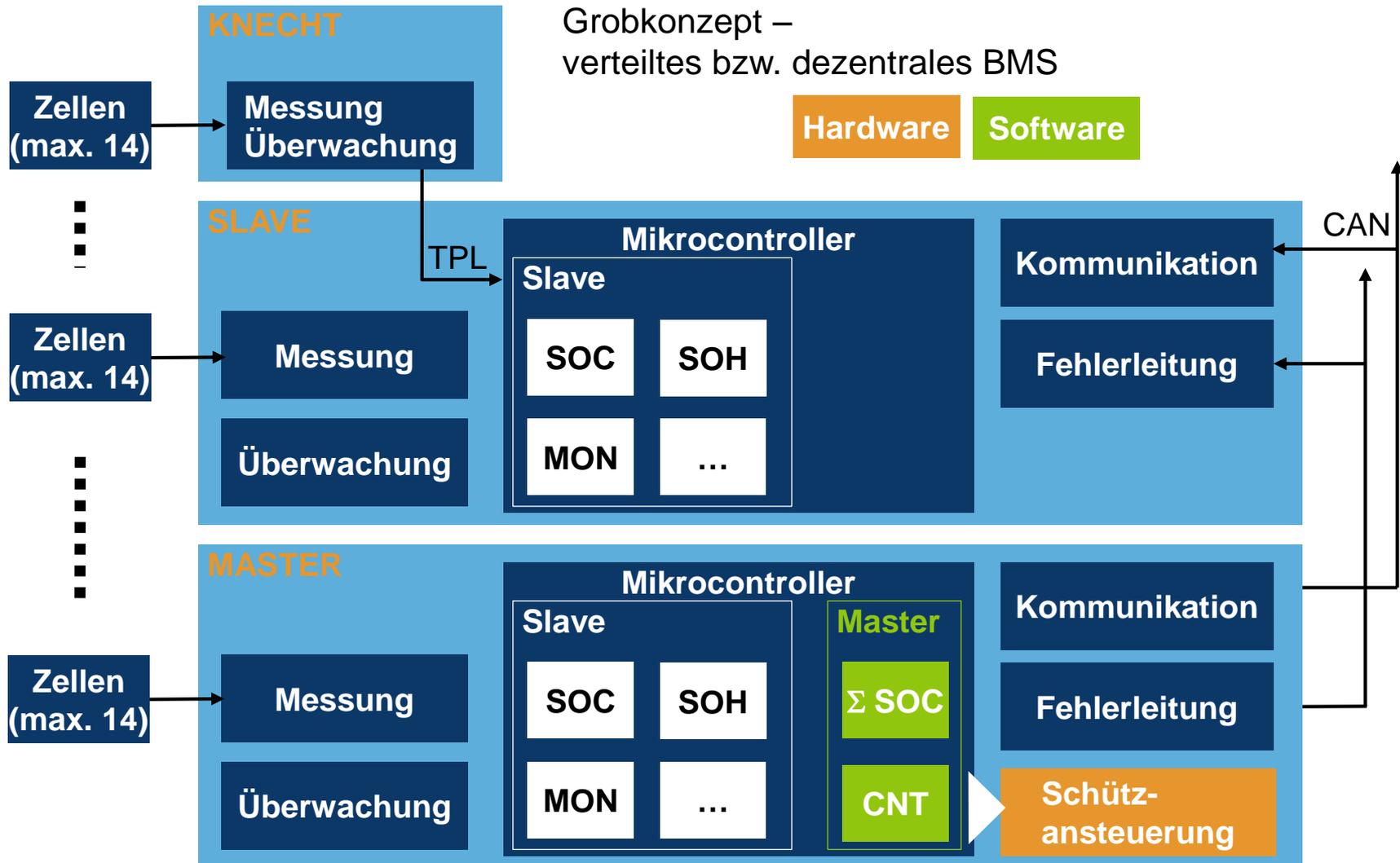
Master zur Berechnung der Funktionen



# Batteriemanagementsystem (BMS)

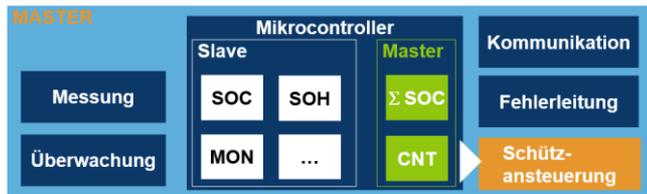
Grobkonzept –  
verteiltes bzw. dezentrales BMS

Hardware Software



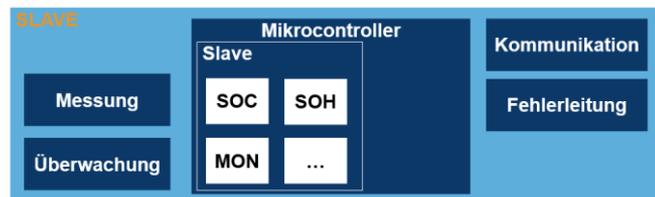
# Batteriemanagementsystem (BMS)

## Dezentrales BMS – Bausteine



Master

- Master-Platine für max. 14 Zellen
- Master-Funktionen in der Software
- Kommunikation per TPL mit max. 9 x Knechten
- Kommunikation per CAN zu weiteren Slaves



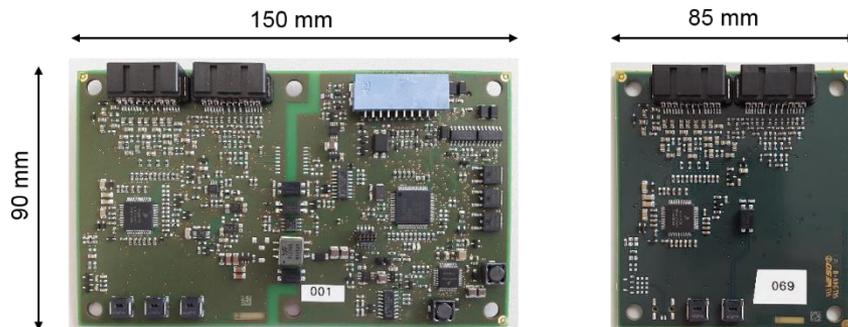
Slave

- Master-Platine für max. 14 Zellen
- Slave-Funktionen in der Software
- Kommunikation per TPL mit max. 9 x Knechten
- Kommunikation per CAN zum Master



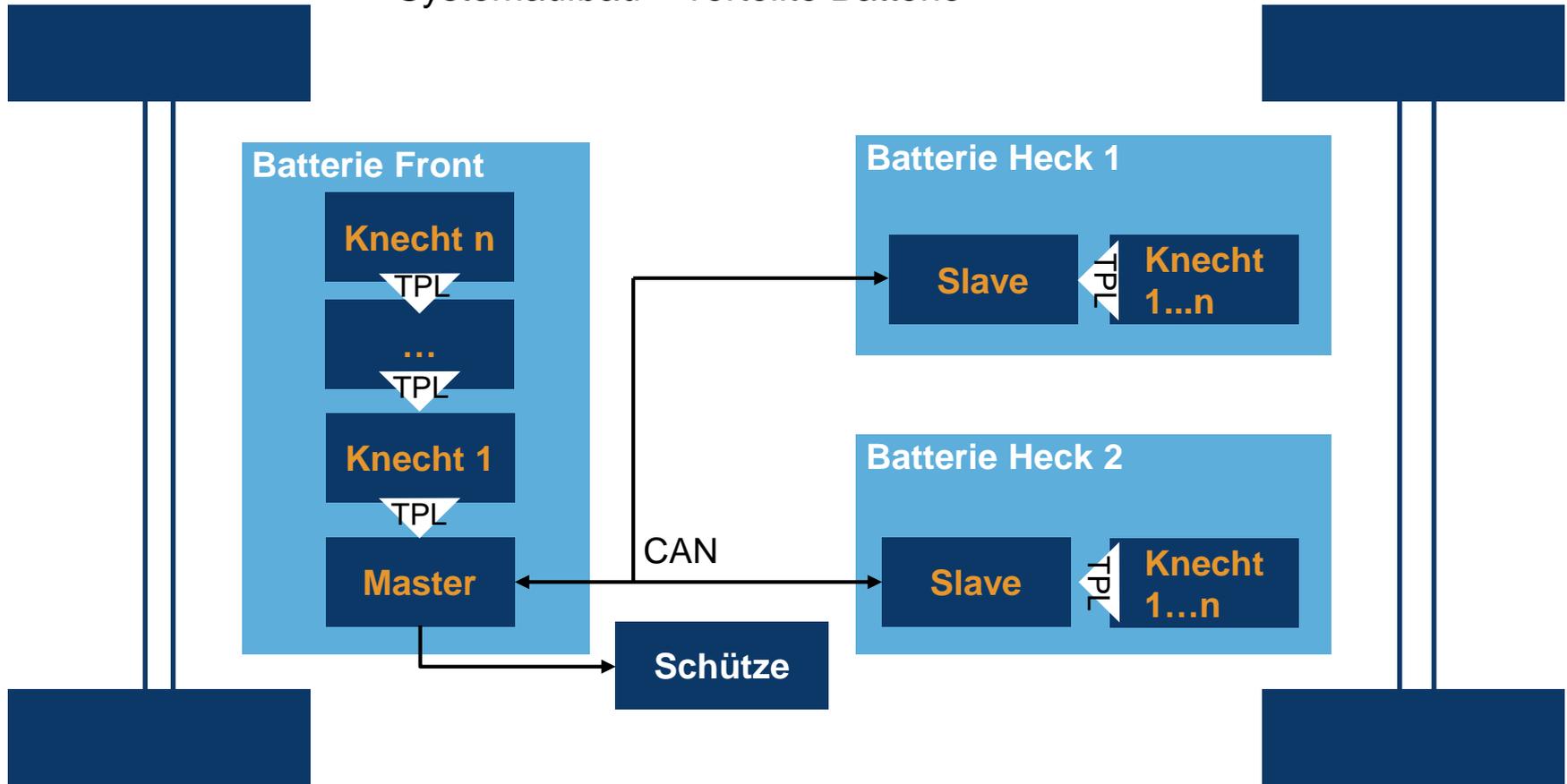
Knecht

- Slave-Platine für max. 14 Zellen
- nur Messung und Sicherheitsüberwachung
- Kommunikation zum Master/Slave per TPL



# Batteriemanagementsystem (BMS)

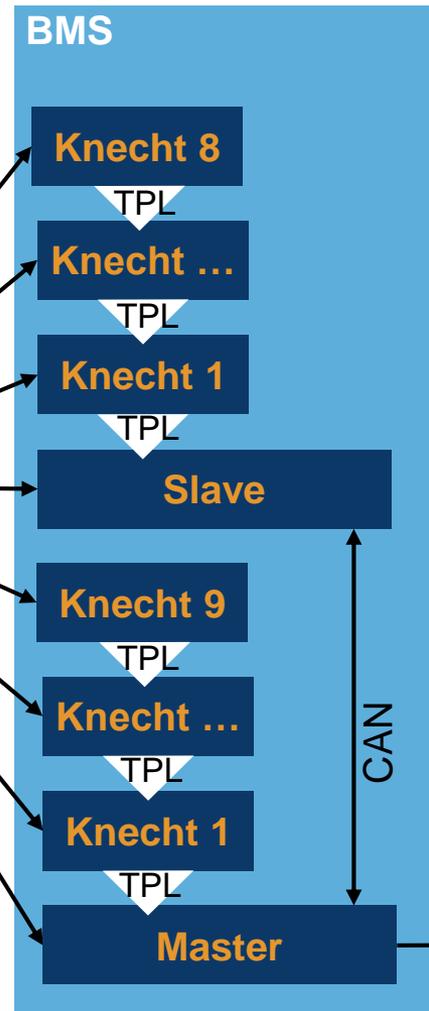
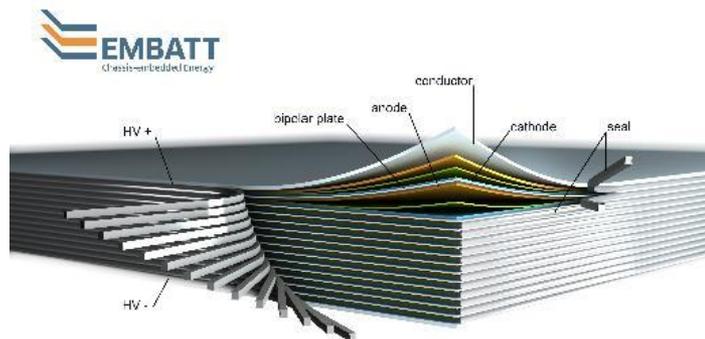
Systemaufbau – verteilte Batterie



→ Ideal bei räumlich verteilten Batterien

# Batteriemanagementsystem (BMS)

## Systemaufbau – Bipolarbatterie EMBATT



- max. 14 Zellen pro Platine
- $255 / 14 = 18,2$
- => 19 Platinen

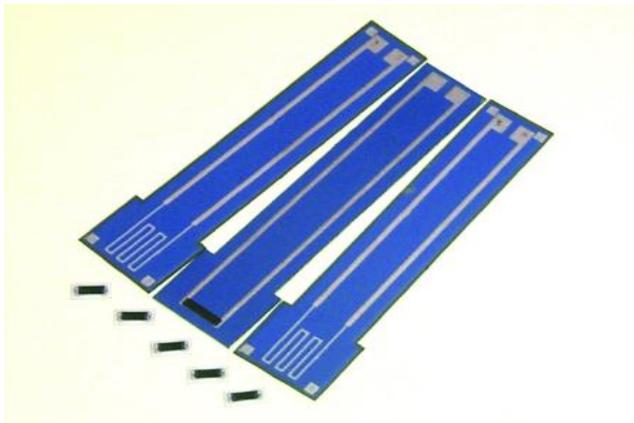
→ Ideal für viele Zellen

# Agenda



- Elektrische Speicher am BEV-Nutzfahrzeug
- Energiedichte der HV-Batterie
- Innovatives Batteriekonzept EMBATT
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- **Technologie Trends auf Komponentenebene**

# Technologie Trends auf Komponentenebene



 **Fraunhofer**  
IKTS

## Künftige Funktionen

- Temperaturmessung zellintern
- Innovative Sicherheitskonzepte mittels zellinterner Druckmessung
- Elektronische Integration

## Vorteile

- Verbessertes Temperaturmanagement
- Präzise Leistungsprognose
- Erkennung von defekten Zellen
- Erhöhung der Energiedichte durch Verringerung des Sicherheitsabstandes
- Validierung von Temperaturmodellen
- Optimierung des Kühlsystems

# Technologie Trends auf Komponentenebene

## Leistungsschalter (MOSFET)



Quelle: Infineon + Schweizer

### Vorteile

- Kosten, Volumen
- Kein Vorladewiderstand notwendig
- Schaltung unter Last

### Probleme

- Thermisches Verhalten →  $R_{dson}$ , Kühlung
- Schalter wird für beide Richtungen und Pole benötigt
- Patent Situation

# Technologie Trends auf Komponentenebene

## ➔ Zellauslegung



- Optimierung Gehäuse  
(- 15% Gewicht)
- Reduzierung der zellinternen Kräfte  
(- 7% Gewicht)
- Reduzierung der Kontaktschichten < 8  $\mu\text{m}$   
(Beschichtung, Gewicht)
- Flache Polkontaktierung  
(- 7 mm Höhe)

Zeitfenster 2016-2019

# Zusammenfassung, Schlussfolgerung

---

Erhöhung der volumetrischen und gravimetrischen Energiedichte durch

- größere Zelleinheiten
- Verfeinerung und Integration der Sensorik/Aktorik
- Verfeinerung des zellinternen Stromabgriffs
- Verteilung der BMS-Funktionen auf mehrere kompakte Messelektroniken

Bessere Ausnutzung des Zellpotentials durch

- Genauere Regelalgorithmen
- Zellinterne Sensorik

→ Erwartung: Anhebung der volumetrischen Energiedichte auf Systemebene über 70% bis 2025 bei hochpreisigen Batterien

→ Jedoch: Preisverfall durch „Gigafactories“ bei „einfachen“ Batterien

# Vielen Dank

---

Reinhold Bals

IAV GmbH

Nordhoffstraße 5, 38518 Gifhorn

Telefon +49 5371 805 5647

[reinhold.bals@iav.de](mailto:reinhold.bals@iav.de)

[www.iav.com](http://www.iav.com)