

Elektromobilität

VDI, 07.05.2025, 18:30, TZA

Teil 1: Elektrische Antriebe

Dr. Heinz Schäfer - Schäfer e-Mobility

Teil 2: Batteriesysteme

Prof. Dr.-Ing. André Böhm - Hochschule Esslingen, Fakultät Mobilität und Technik
Dipl.-Ing. Detlev Rammoser

Anschließend Diskussion

Aspekte der Serienentwicklung

VDI Augsburg, 7.5.25

Detlev RAMMOSER

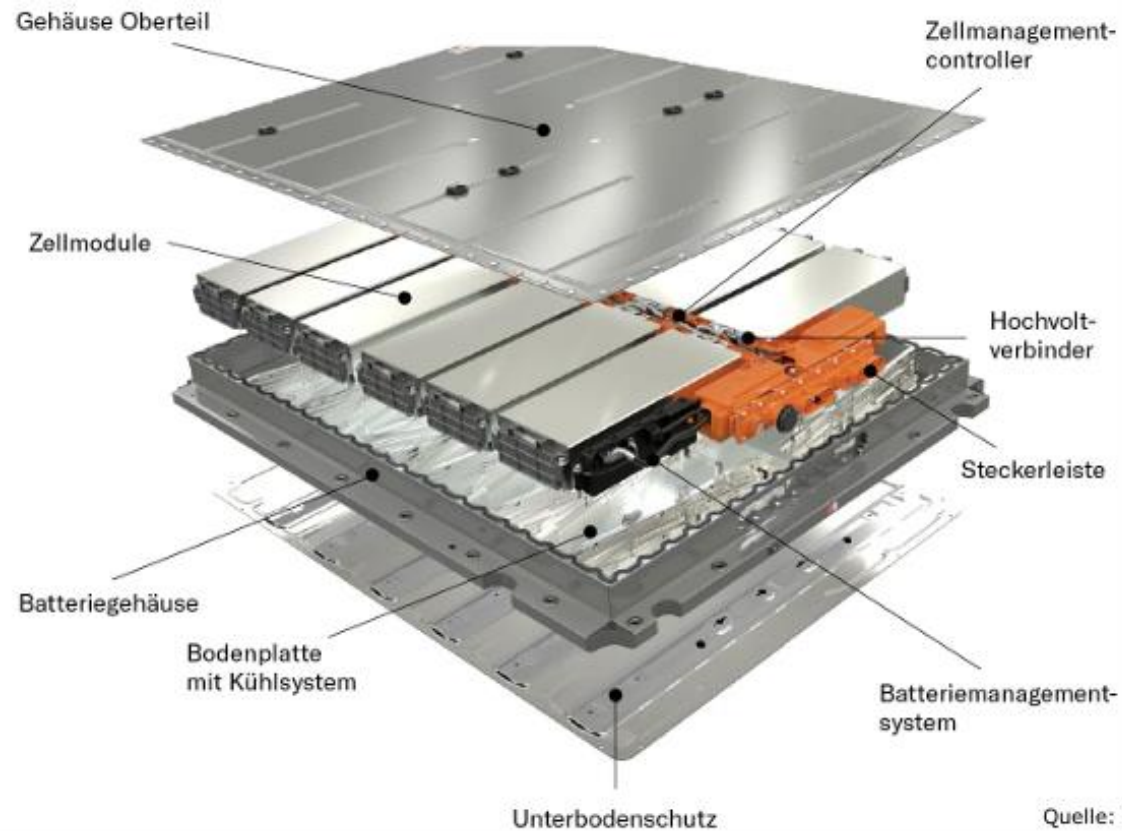


Aspekte der Serienentwicklung

- **Blick auf das System**
- **Betriebsstrategien**
- **Entwicklungsablauf**
- **Gesetzgebung, Funktionale Sicherheit**
- **Ausblick**

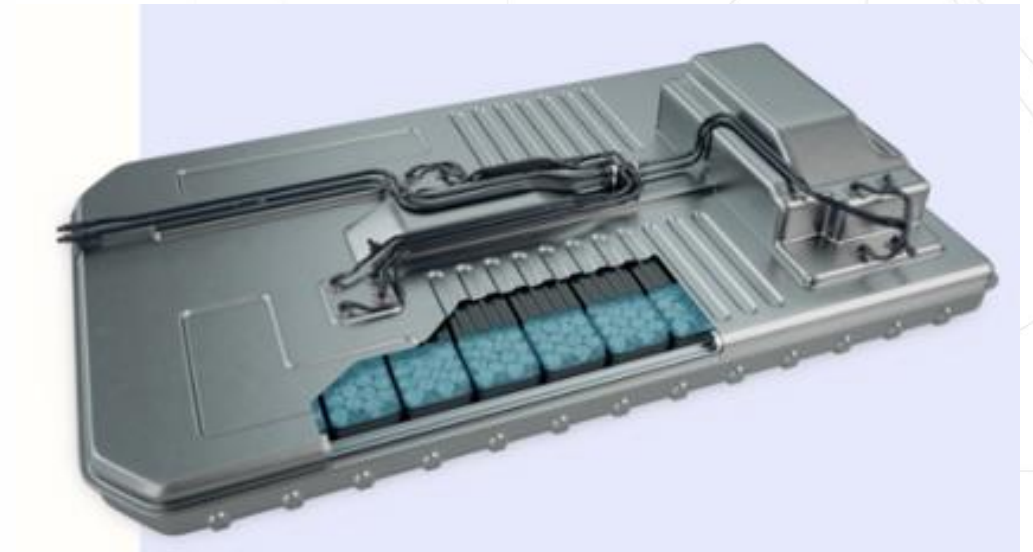
Was sind die Herausforderungen für die Industrialisierung?
Chancen?

Bsp.:
modularer Aufbau mit Kühlplatte



Quelle: Mercedes Benz AG

Bsp.:
Immersionskühlung
(Voss, Bild: www.)



Bsp.: Modulaufbau

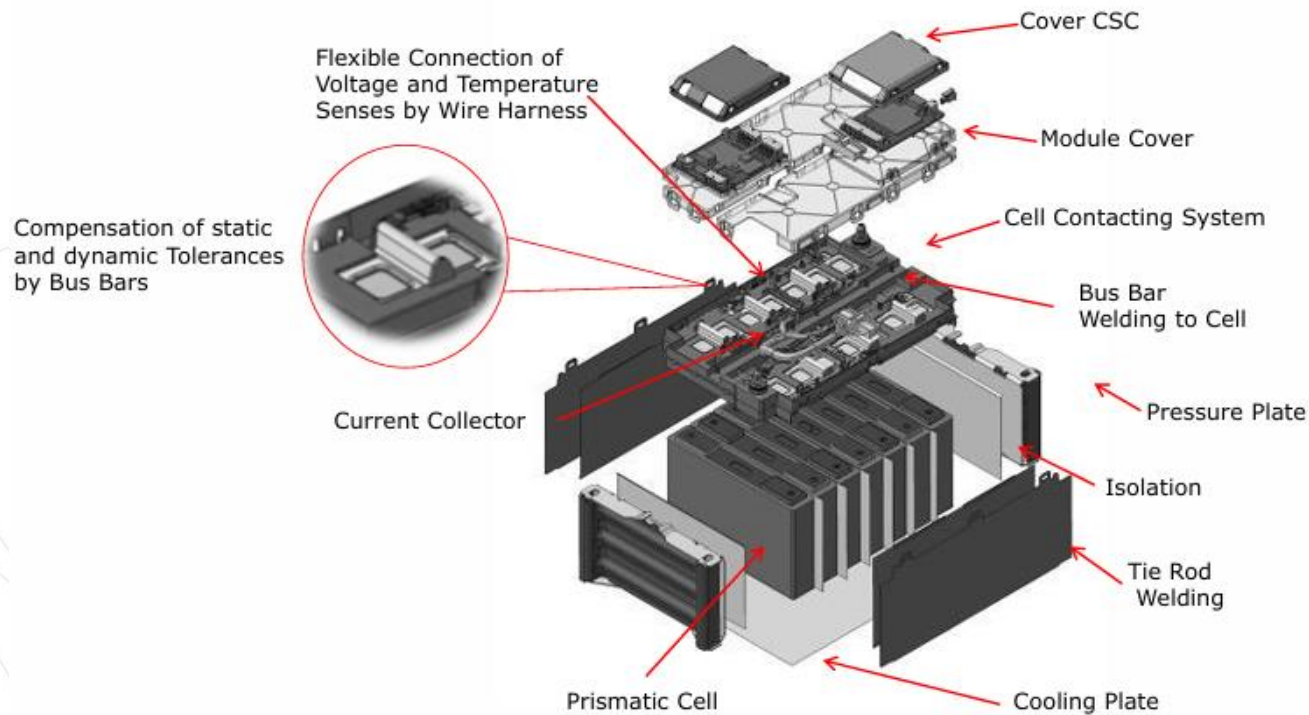
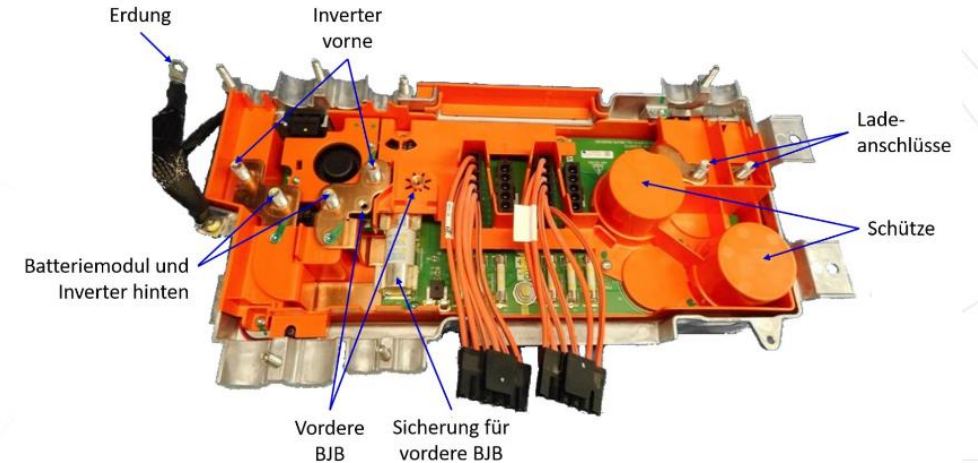


Bild: ElringKlinger

Bsp.: HVJB /BJB (Tesla Model S)





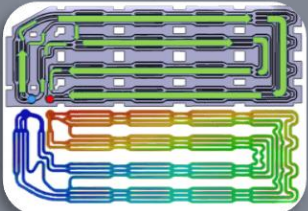
Cell Contacting System

- ✓ Prismatic, Pouch and Cylindrical
- ✓ Material selection and welding
- ✓ Prototype and Production design



Battery Housing

- ✓ Structural battery design
- ✓ Safety requirements
- ✓ Cell to pack vs. module design

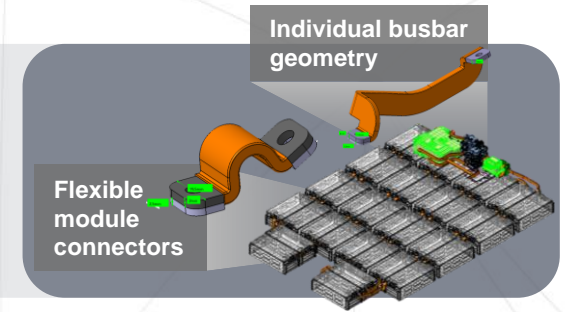


Thermal Management

- ✓ Cooling concept incl. component development
- ✓ Synergies between structural elements and cooling performance
- ✓ Integration into vehicle heat management

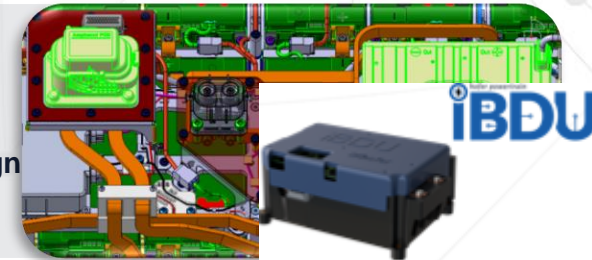
HV- Wiring

- ✓ Customized packaging
- ✓ Cost efficient design
- ✓ HV connectors



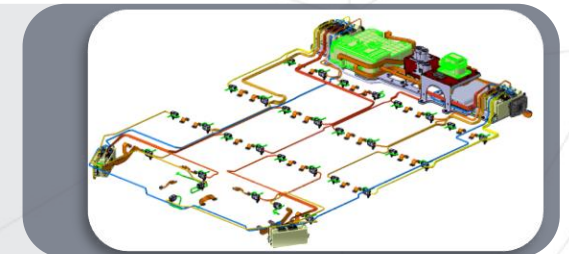
BMS /BMU

- ✓ HVJB, disconnect unit, fuses
- ✓ Electrical & mechanical design
- ✓ Shunt



LV- Wiring

- ✓ Wiring harness development
- ✓ Fixation components
- ✓ LV connectors



Je nach Integrationsgrad ca. 100 – 200 BoM Positionen

- ⇒ erfordert hohen Automatisierungsgrad, Reinraumbedingungen, QM (*)
- ⇒ und entsprechende fertigungsgerechte Gestaltung
- ⇒ Toleranzen, Toleranzketten müssen bereits in den frühen Entwicklungsstufen berücksichtigt werden
- ⇒ besonderes Augenmerk auf die stromführenden Teile beim Übergang vom Prototyp zur Serie

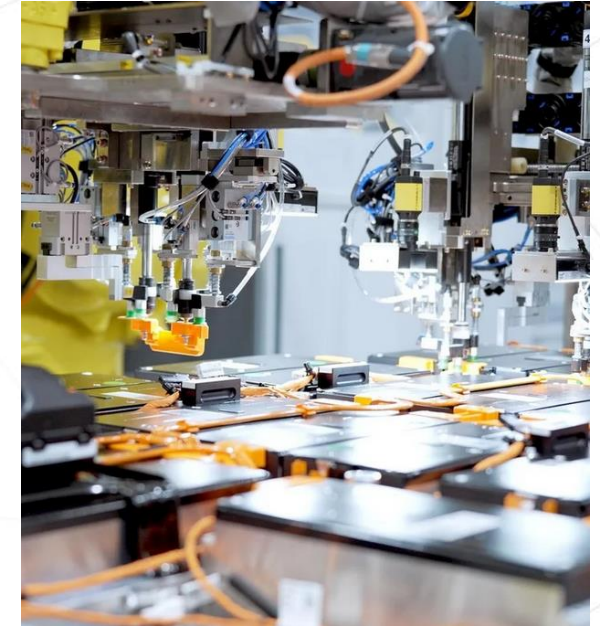


Bild: Webasto

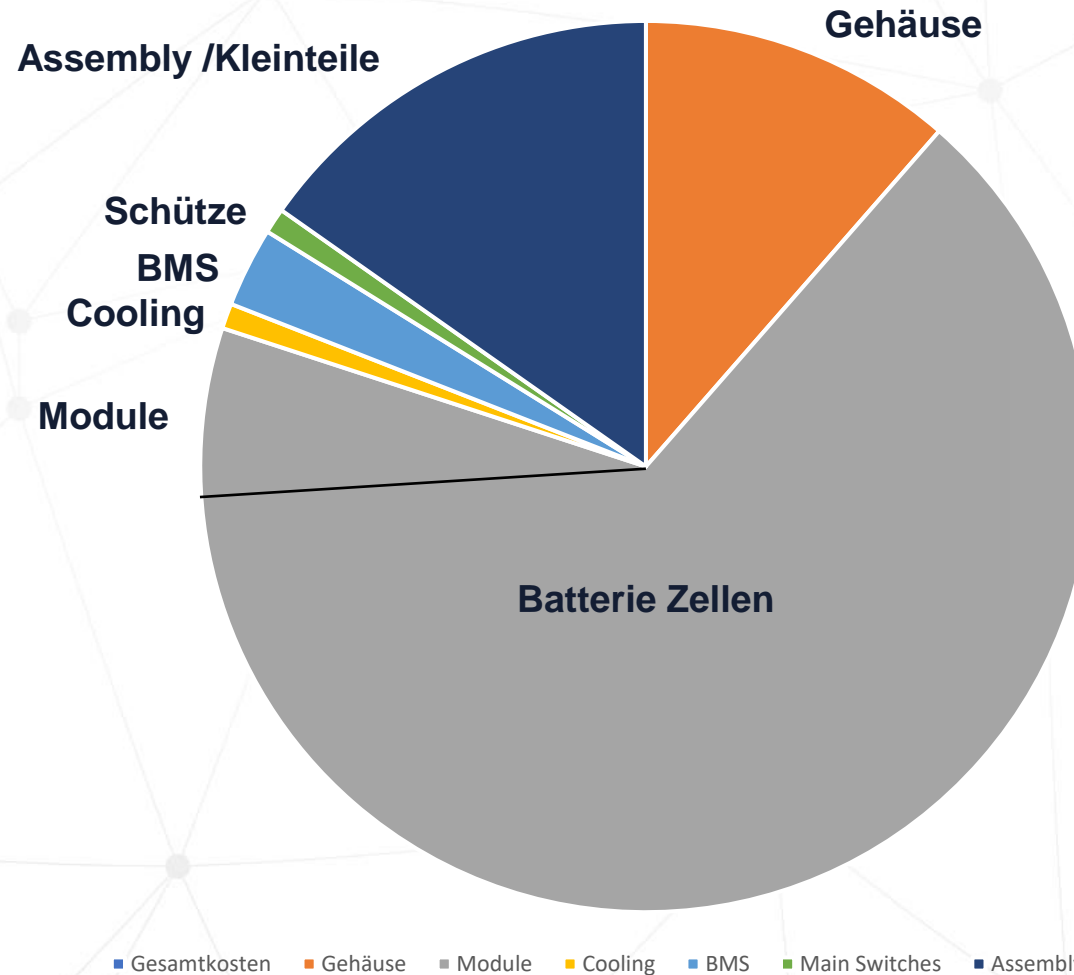


Bild: ElringKlinger

(*) Die Partikelgröße geht in die Berechnung der Luft- und Kriechstrecken ein

12.05.2025

Systemkosten Breakdown

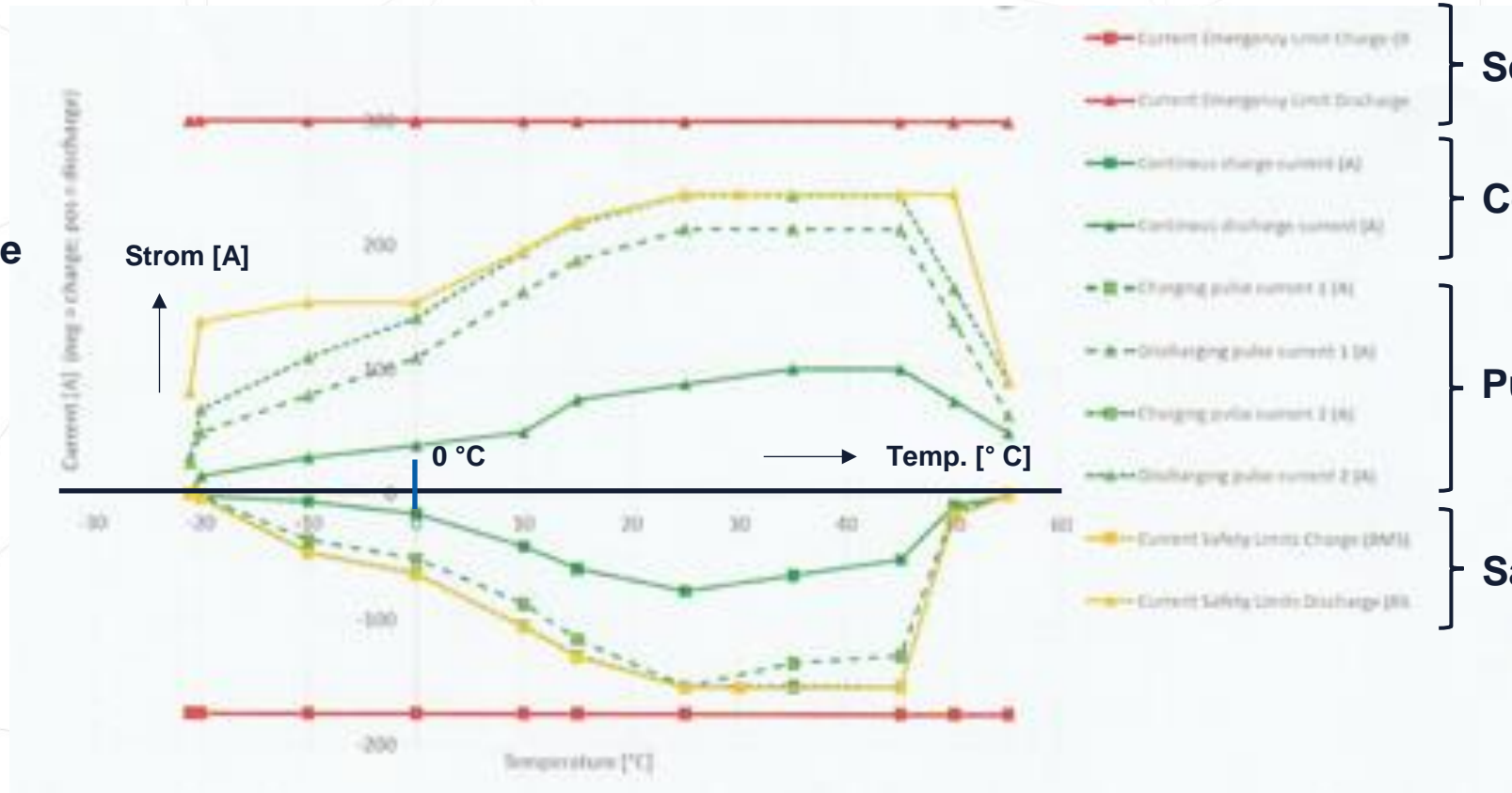


Wenn die Zellkosten sinken, steigt der verbleibende Anteil am Gesamtsystem

Stromgrenzen (SoC, Temp.)

Discharge

Charge



Schütze öffnen

Continuous

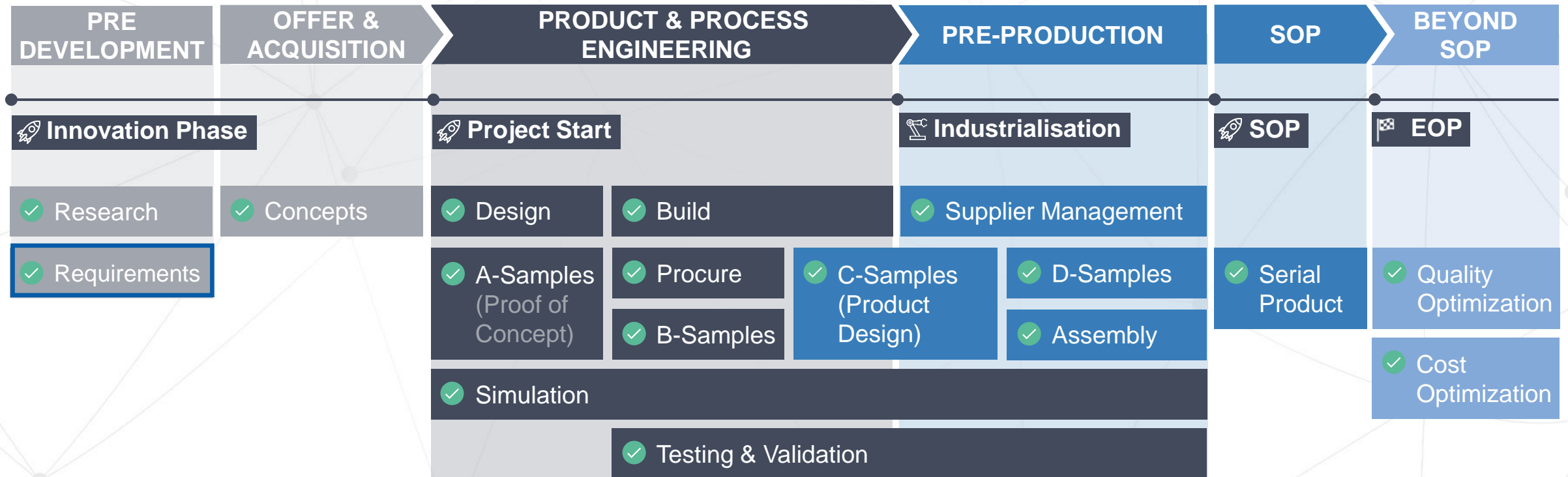
Pulse (10sec, 5sec)

Safety limit!

Bild: typisches Stromgrenzendigramm

Entwicklungsablauf – vom Konzept zur Serie!

Achtung: Kosten steigen überproportional mit jeder Entwicklungsphase!!



> Kosten werden definiert!

Prototypen
Funktionsträger

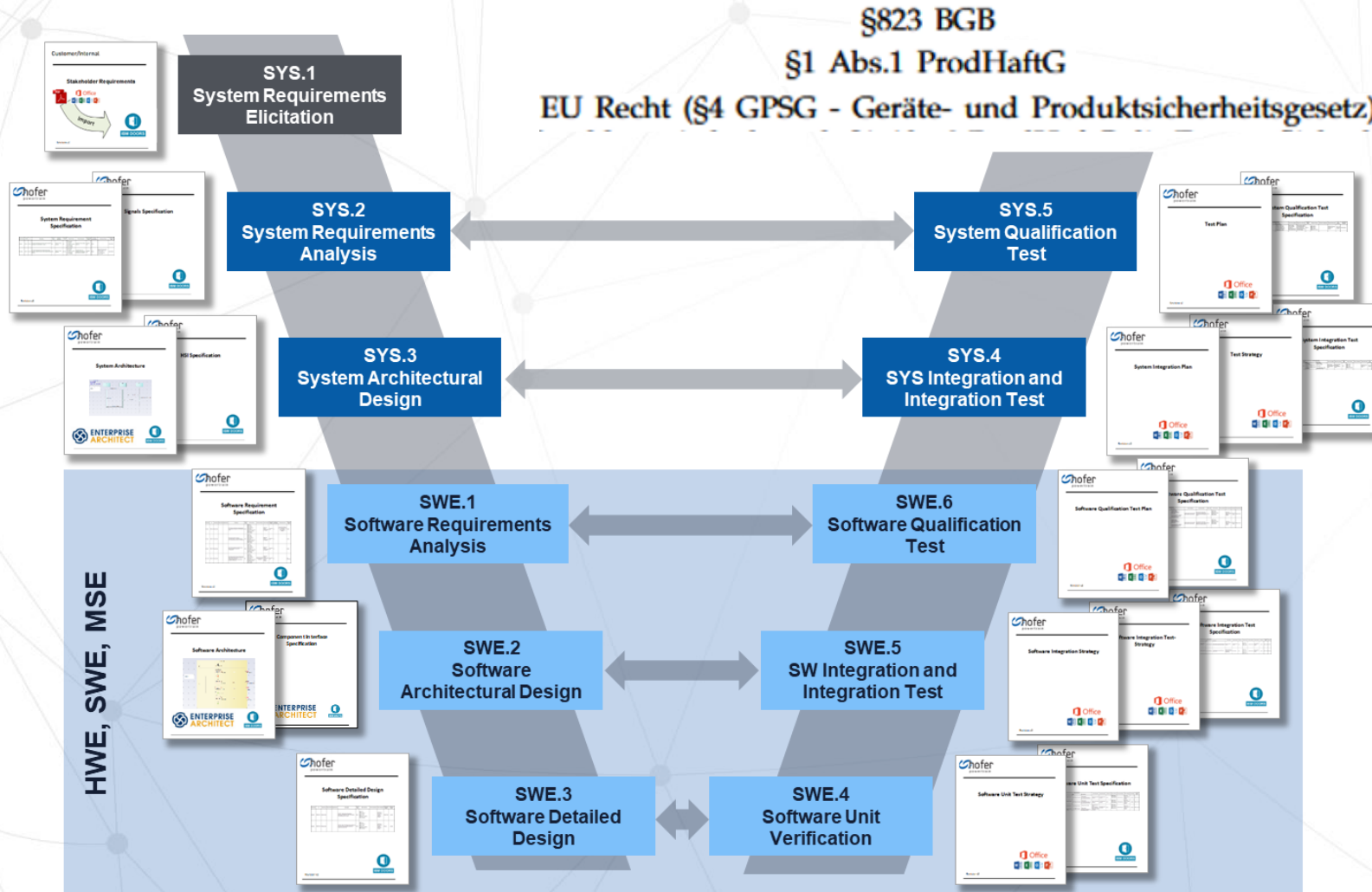
Prototypen-
werkzeuge (DV)

Serienwerkzeuge
(PV)

Serienprozess,
Erstmuster,
Produktions-
freigabe (PPAP)*

* Production Part Approval Process

> Kosten werden optimiert



Im Rahmen der Produkthaftung muss der Hersteller die Konformität zum Stand der Wissenschaft und Technik nachweisen

- ⇒ Die Dokumentation durch den gesamten Entwicklungsprozess ist daher im Eigeninteresse der Hersteller
- ⇒ Einhaltung der entsprechenden Normen und Richtlinien, ISO26262, EMV
- ⇒ Entwicklungsprozess (FMEA, FMEDA / FiT Raten (ab ASIL B))

ECE R100 Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge (Zulassungsrelevant)

Electrical tests, isolation, over voltage
Performance tests (incl. cooling)
Vibration tests
Shock
Short circuit
Crush

ECE 61439 Environmental tests (humidity, heat) (auch bei CE)

DIN EN 60529 und DIN 40050 Berührungsschutz, Fremdkörperschutz, Schutzgrad Wasserschutz

ECE R10 (DIN EN 6100-6) EMV

GTR20 Thermal Propagation

UN38.3 Transport test

ISO26262 "Road Vehicles" Functional Safety (Entwicklung, Produktion, Sicherheitsfunktionen)



(*) eine vollständige Darstellung wäre sehr umfangreich

IEC 62619 Batterierichtlinie (inkl. Li)

Performance



Performance and endurance tests for pre-qualification and validation

LV123/LV124 (all requirements)

- ✓ LTOE
- ✓ HTOE
- ✓ PTCE
- ✓ HTHE
- ✓ HTC
- ✓ Life Cycle

→ On demand customization

Environmental Safety



Environmental testing of electric drive systems and energy storage systems

- ✓ Over-Temperature
- ✓ Water Immersion
- ✓ Salt spray
- ✓ Humidity
- ✓ Thermal Shock
- ✓ LV124

Safety Validation



Mechanical safety validation with own developed test rigs and safety concept

- ✓ Overcharge & -discharge
- ✓ External short circuit (cell/module/pack)
- ✓ Nail Penetration
- ✓ Crush
- ✓ Thermal propagation
- ✓ Swelling

✓ ECE R100 (8A-8I) ✓ IEC 62619 ✓ LV 124 ✓ LV123 ✓ UN 38.3 ✓ CUSTOMER SPECIFIC REQUIREMENTS

The following tests on Cell-Level are possible:

- ✓ Electrical tests (capacity determination, determination of internal resistance, cycling, overcharge cycles, deep discharge cycles)
- ✓ Crush test
- ✓ Internal short circuit
- ✓ External short circuit
- ✓ Overheating (according to standard or up to TP event)
- ✓ Overcharge
- ✓ Deep discharge
- ✓ Internal short circuit in closed combustion chamber
- ✓ Drop Test
- ✓ Part TP tests in dummy batteries for determination of degassing paths
- ✓ Part TP tests in dummy battery for compliance with parts of GB/T 34014-2017

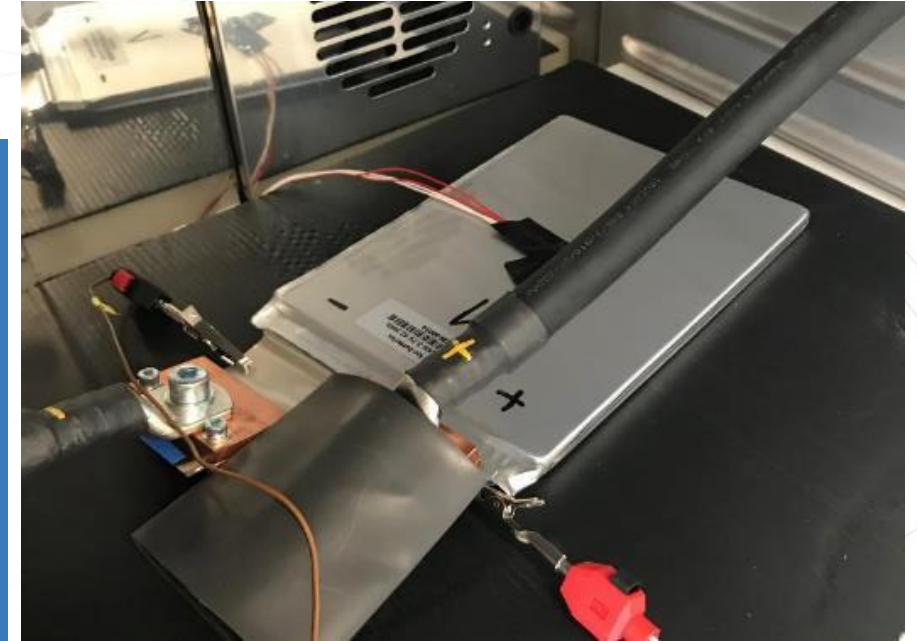


Bild: hofer

Neben der Chemie (Zelle) ist auch das Gesamtsystem ein Kosten- und Innovationsfaktor:

- **Hohe Anforderungen an Entwicklung und Fertigung, Automatisierung, QM**
- **Integration vs. Modularität (Cell to pack 20 - 40% weniger Teile)**
- **Einfluss auf Gesamtperformance**
- **Sicherstellung der funktionalen Sicherheit**
- **Recyclingfähigkeit**

Chancen:
hochautomatisierte Fertigung
Entwicklung bis zur Serie erfordert Durchhaltevermögen (> 5 Jahre)