



Dimensionierung von Lithium-Ionen-Batteriespeichern unter Berücksichtigung von Temperaturgradienten

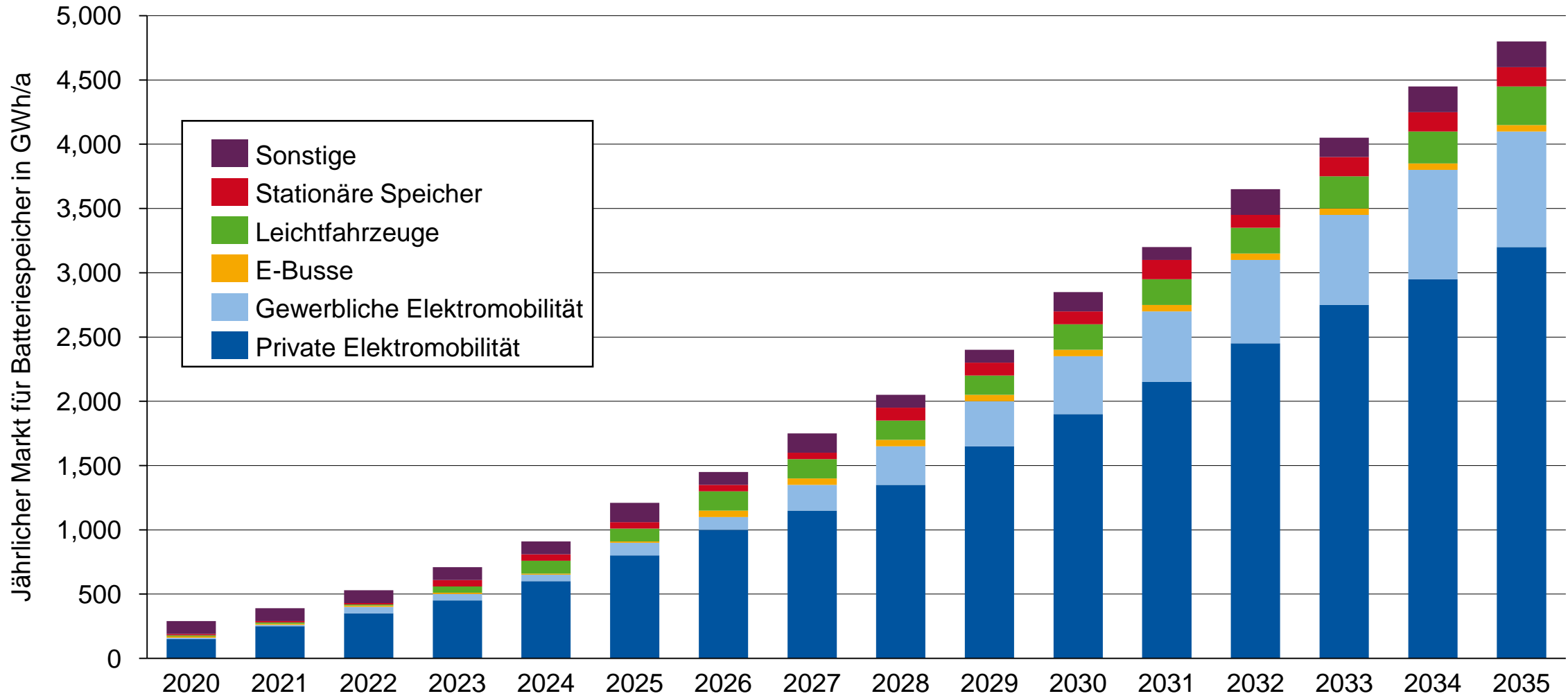
Matthias Faber, Jan Figgener, Christopher Hecht, Dirk Uwe Sauer

5. Herbstworkshop „Energiespeichersysteme“
Online-Veranstaltung

07. Dezember 2021

Einstieg

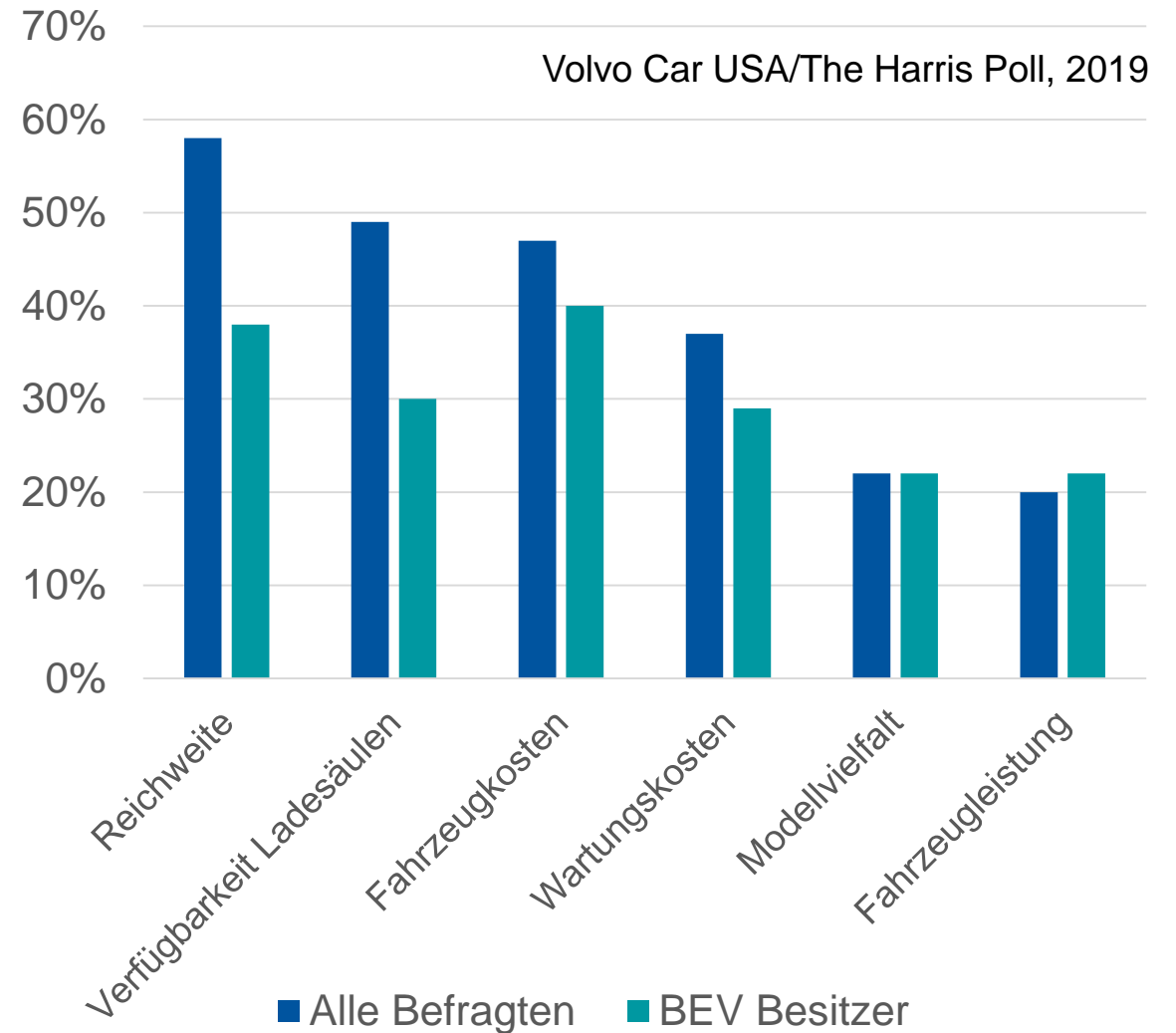
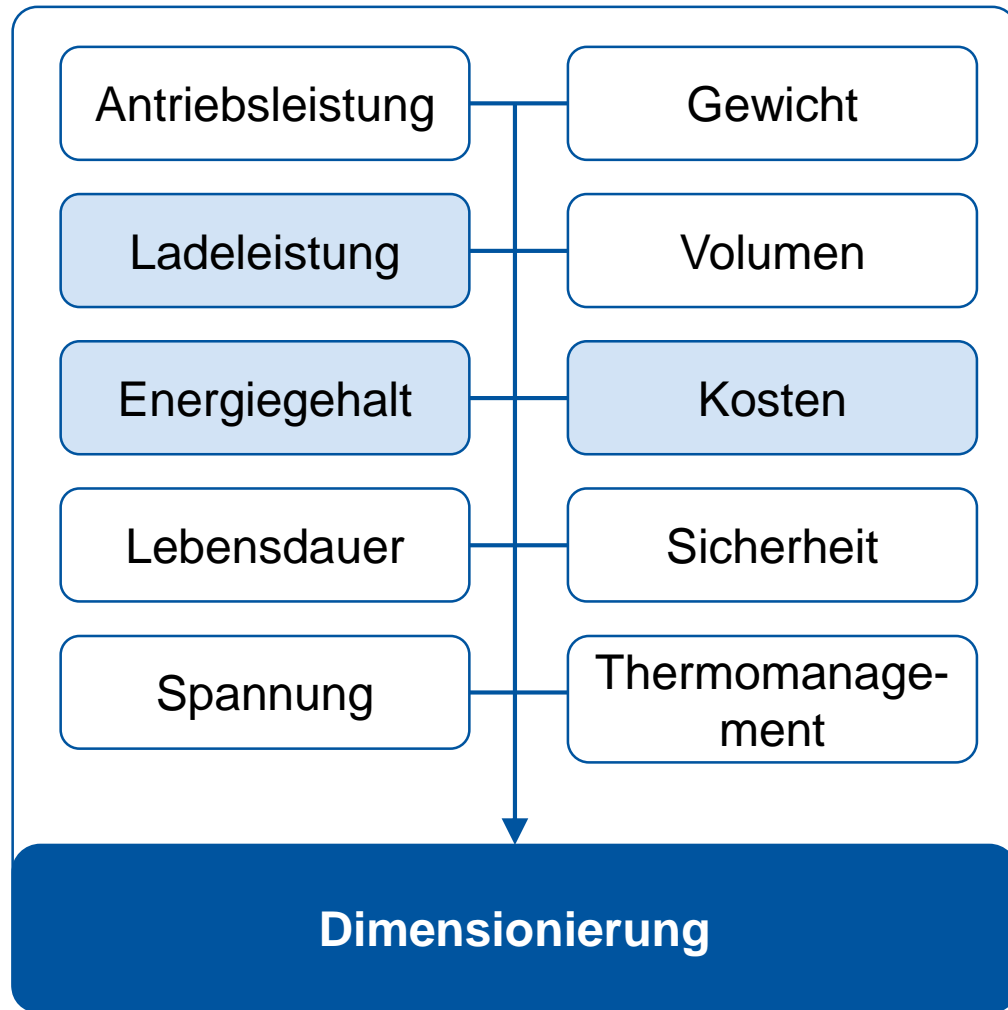
Globaler Batteriespeichermarkt



[Eigene Darstellung nach Bloomberg New Energy Finance „Electric Vehicle Outlook 2021“](#)

Anforderungen an ein BEV-Batteriesystem

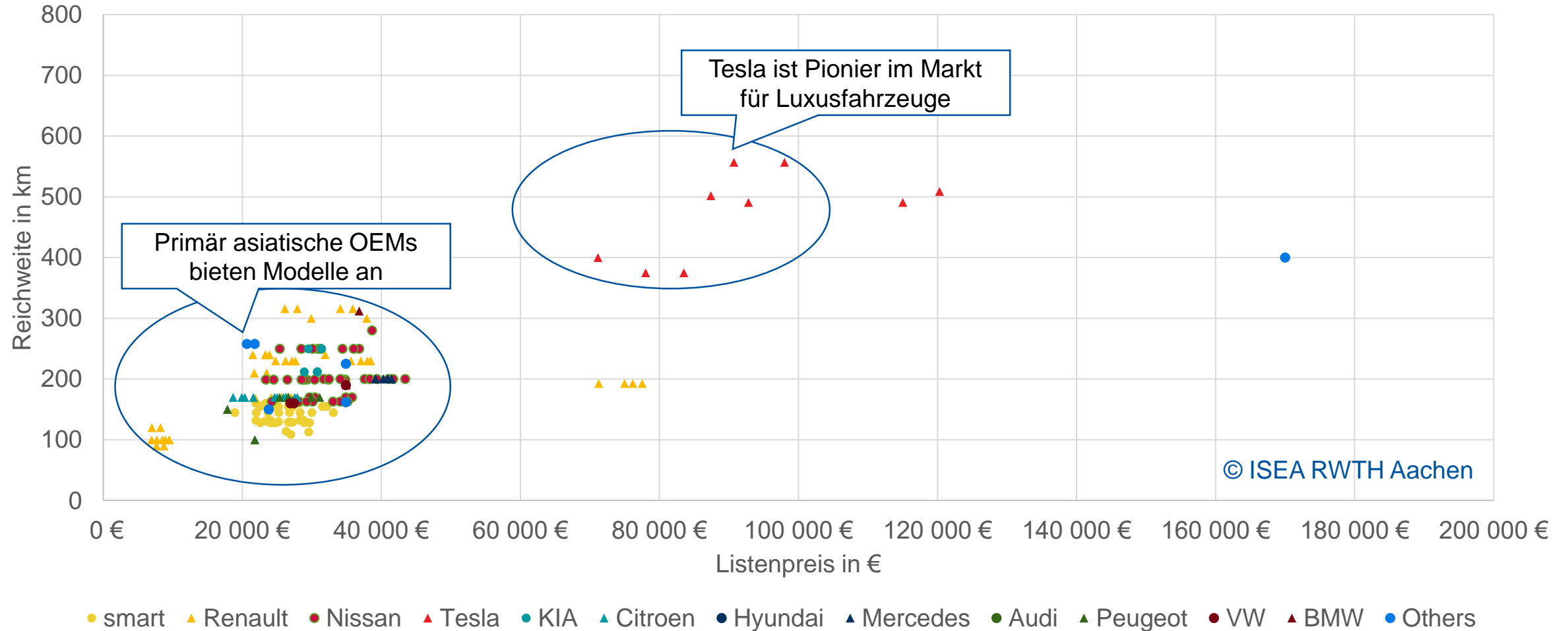
Herstellersicht vs. Kundensicht



Daten: <https://evadoption.com/more-charging-stations-biggest-factor-to-increase-ev-purchases-volvo-car-usa-the-harris-poll/>

Entwicklung des Angebots bei batterieelektrischen PKW

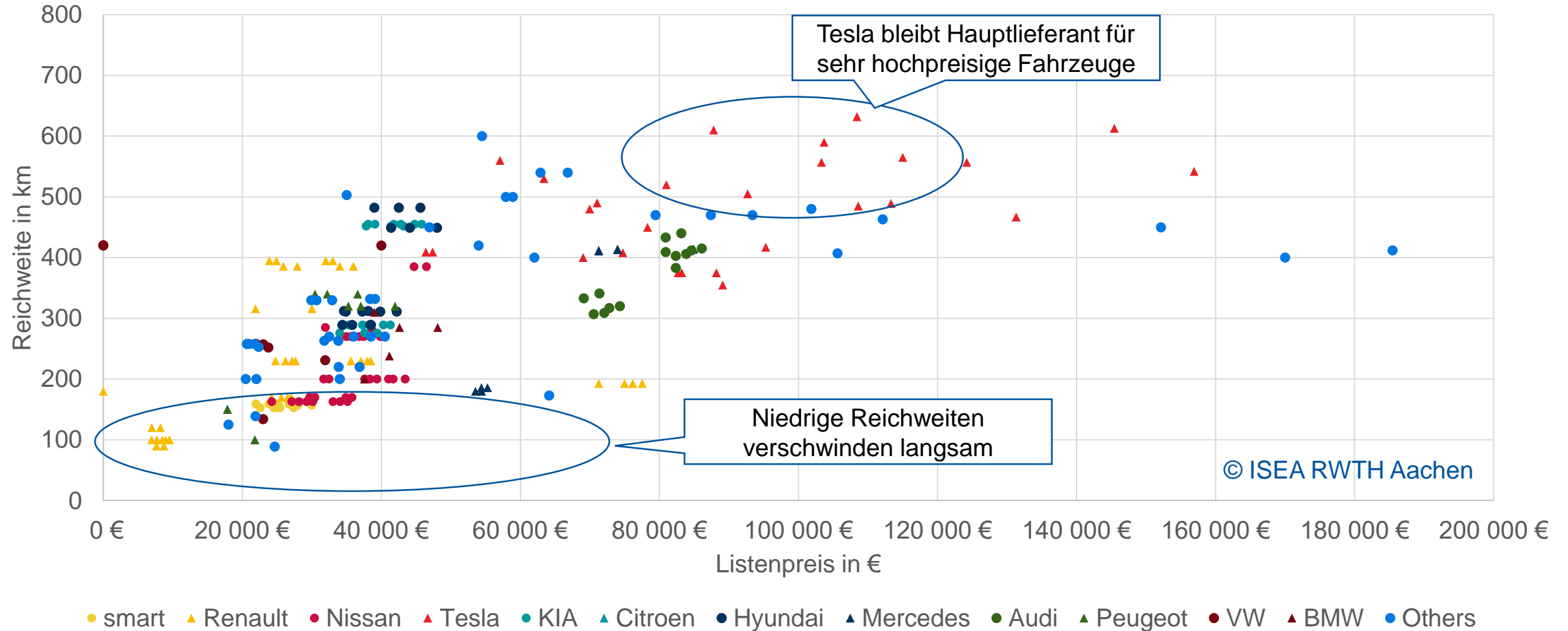
Verfügbare Modelle 2015



Quelle: Eigene Darstellung des ISEA der RWTH Aachen nach ADAC, lizenziert unter [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Entwicklung des Angebots bei batterieelektrischen PKW

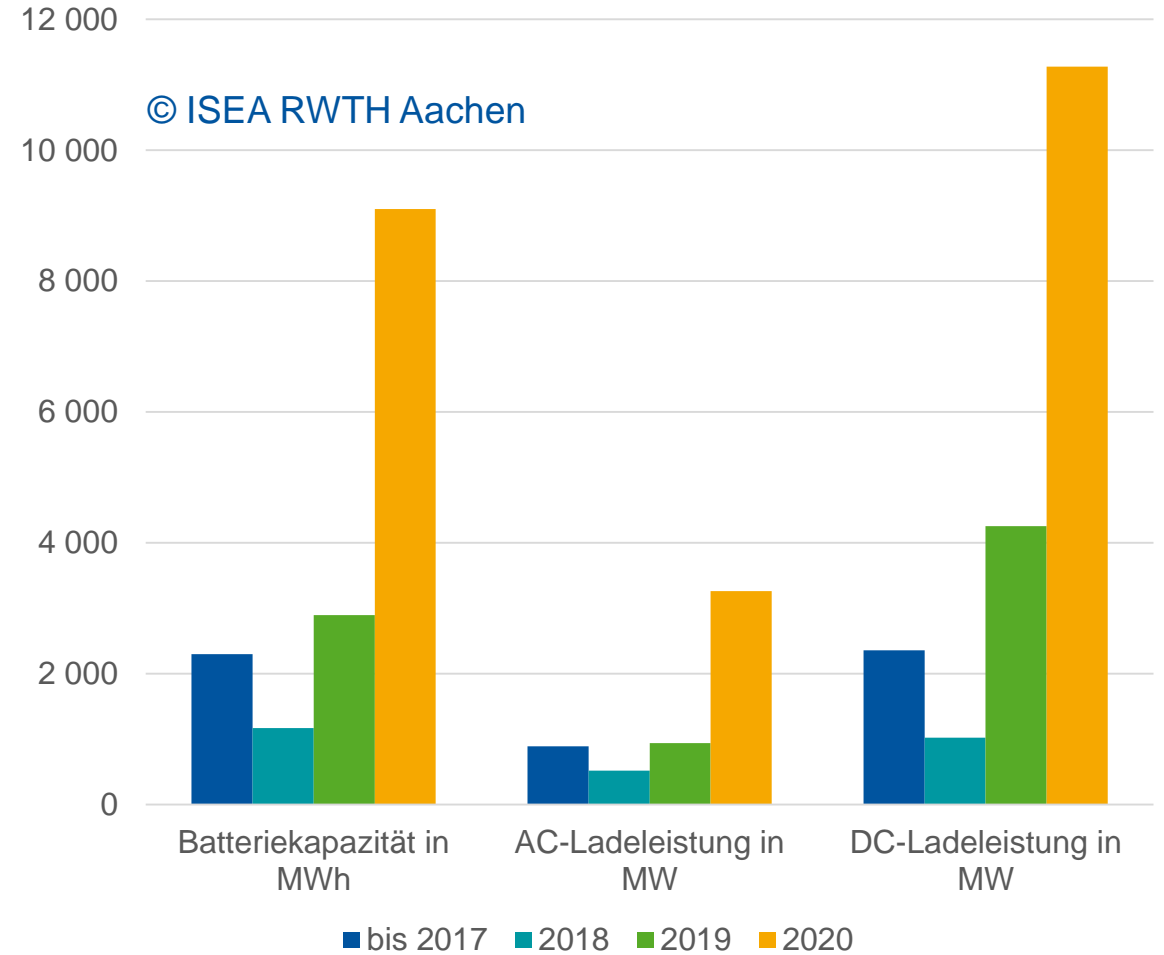
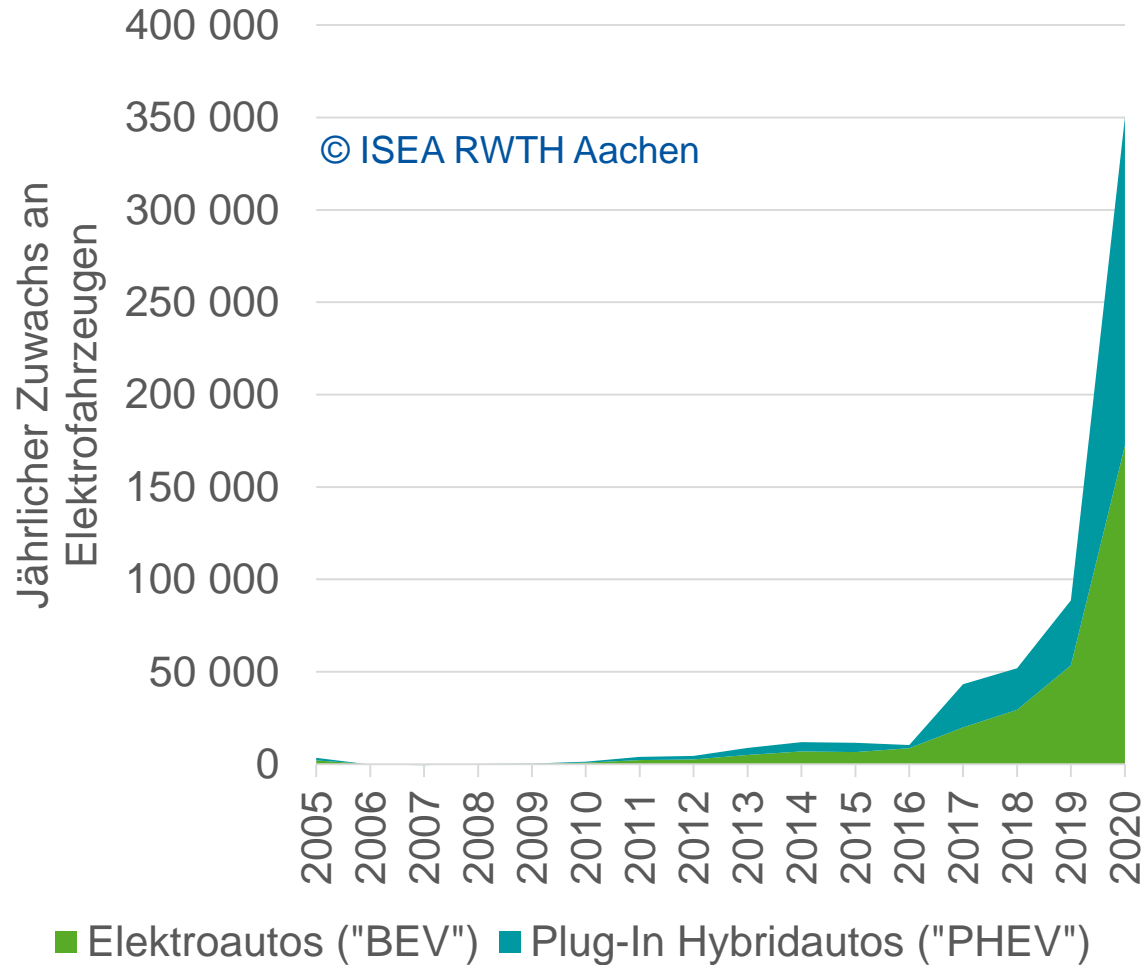
Verfügbare Modelle 2020



Quelle: Eigene Darstellung des ISEA der RWTH Aachen nach ADAC, lizenziert unter [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland

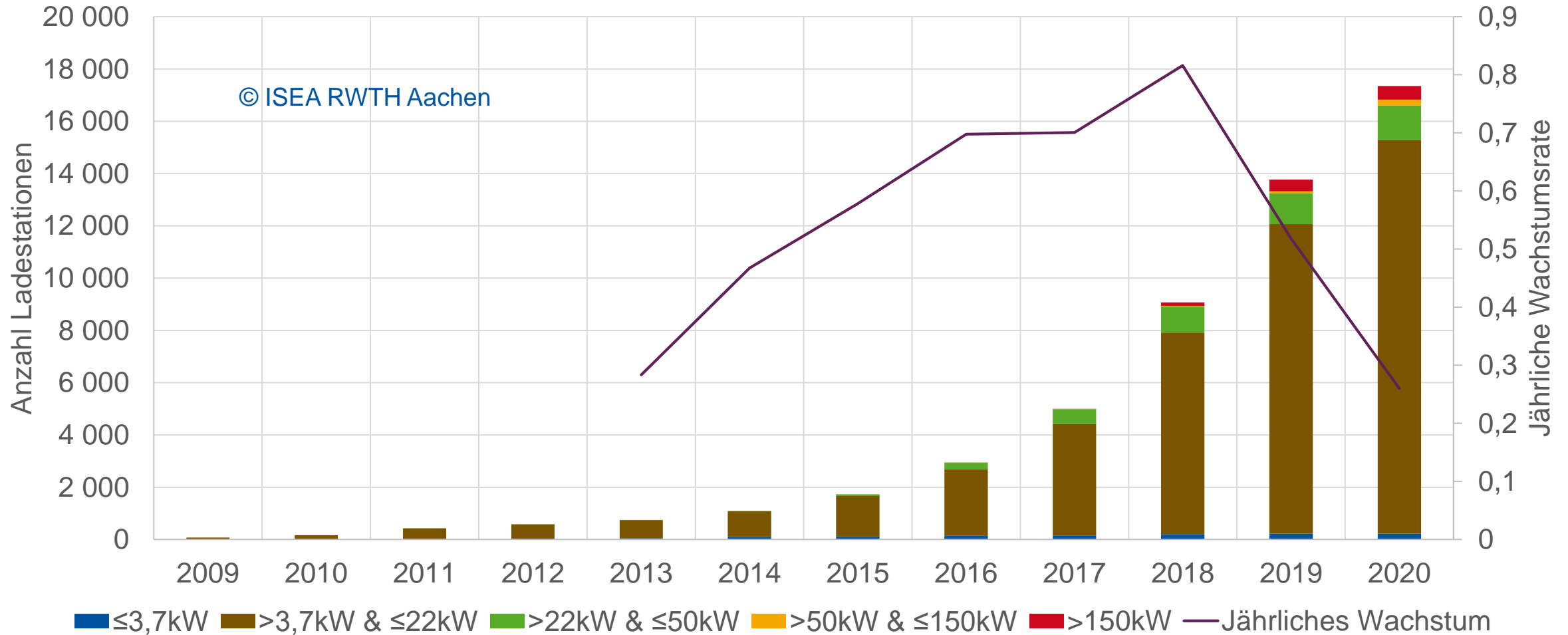
Neuzulassungen und Berechnung von Kapazität und Leistung



Quelle: C. Hecht, J. Figgner in pv magazine <https://www.pv-magazine.de/2021/03/12/elektroauto-boom-2020-neuzulassungen-mit-9-gigawattstunden-batteriekapazitaet/>

Öffentliche Ladeinfrastruktur in Deutschland

Anzahl und Wachstum der Ladestationen

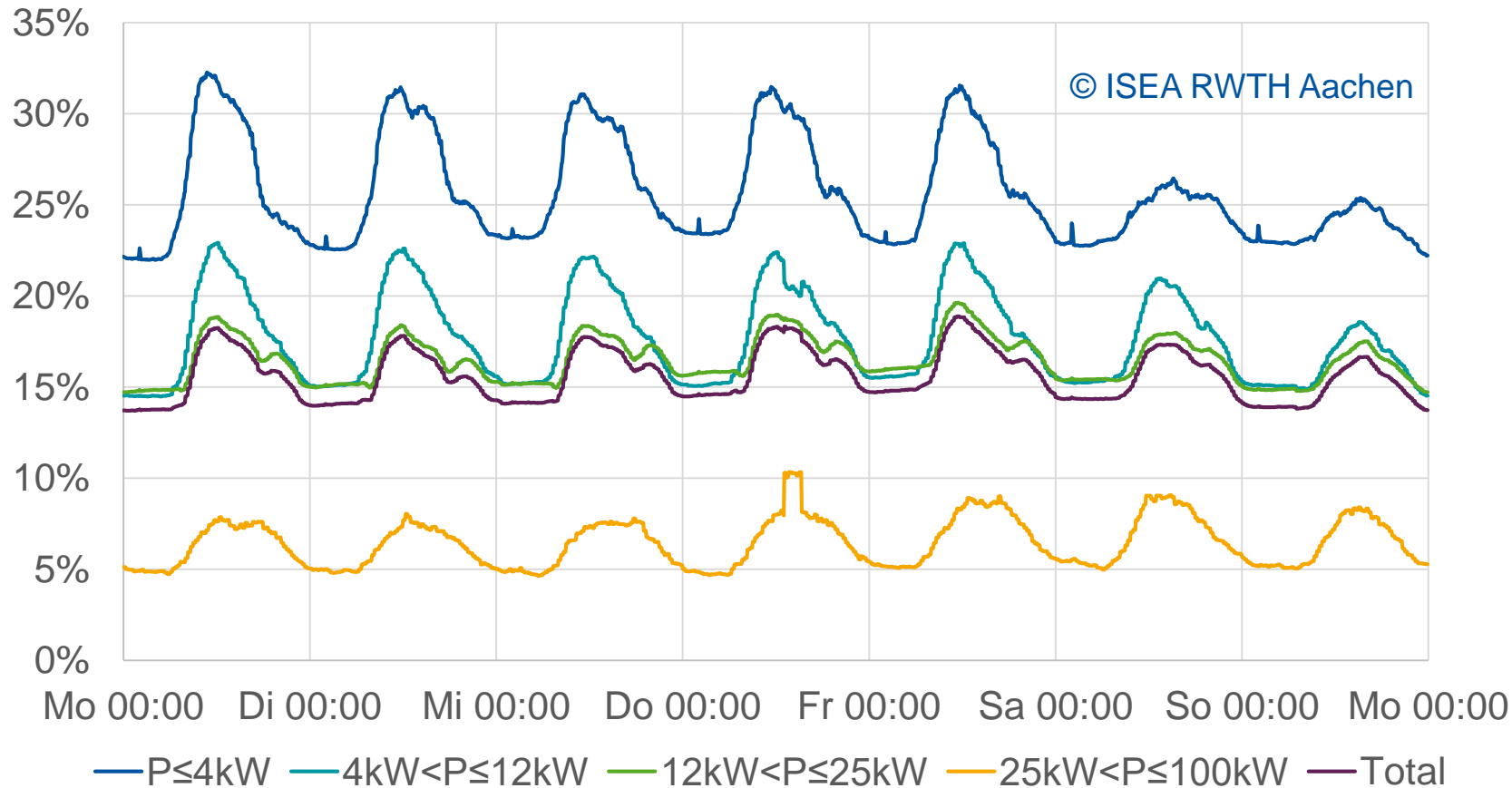


Quelle: Eigene Darstellung des ISEA der RWTH Aachen nach Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur, 2021-01-06, lizenziert unter [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Die Belegung der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Deutschland

Große Unterschiede nach Stationsleistung, Uhrzeit und Wochentag

Average charging stations occupied over a week

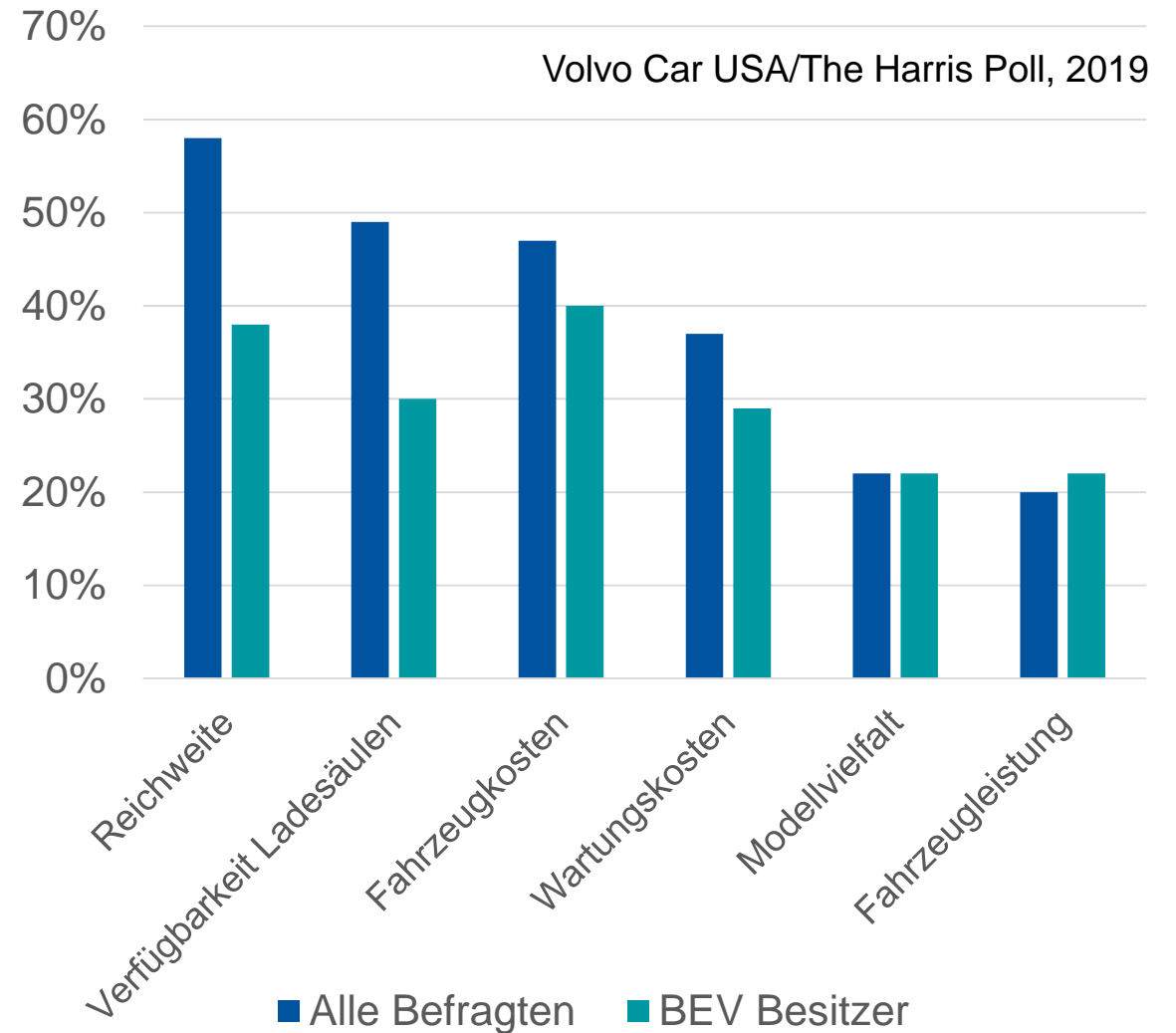
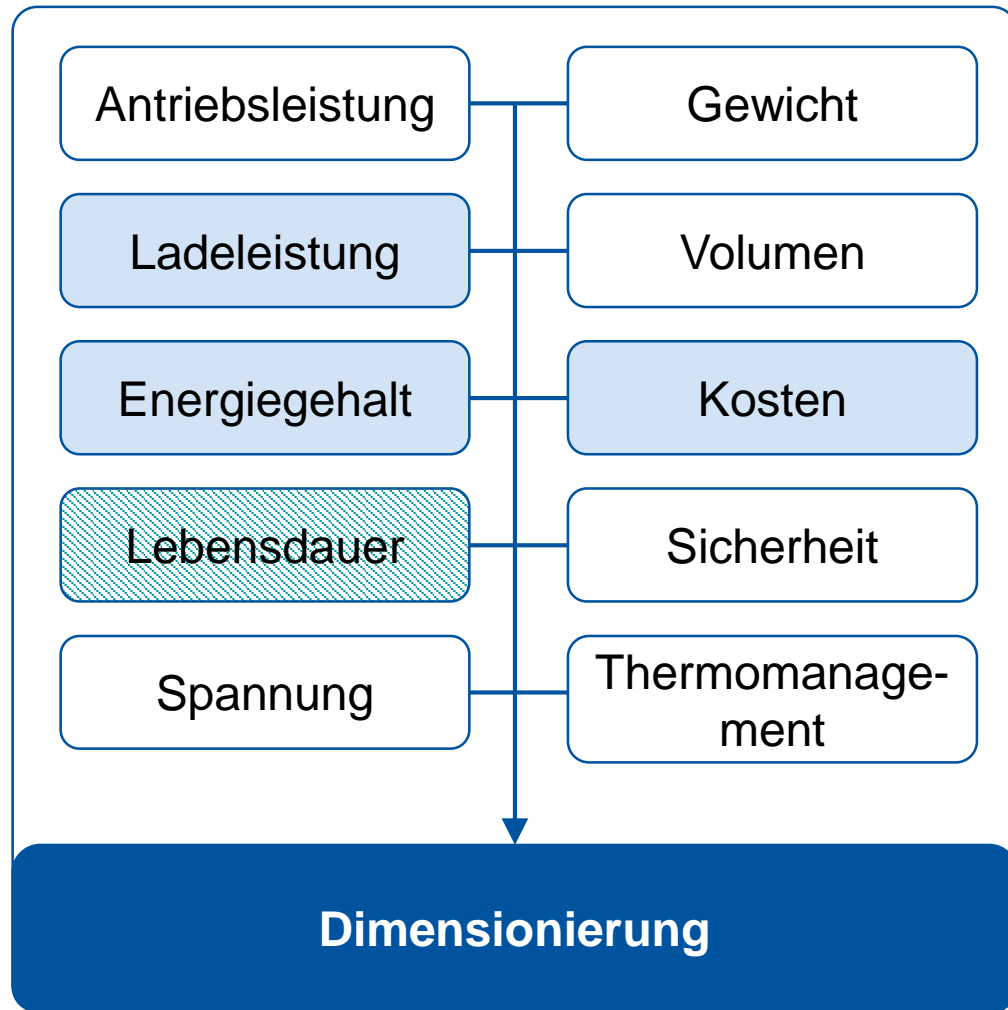


- Eine Belegung bedeutet nicht, dass Leistung fließt
- Insgesamt ist die Auslastung im Mittel aller betrachteten Stationen etwa 15% - 20%
- Die Auslastung unter der Woche ist für Langsamlader erhöht
- Schnelllader folgen keinem regelmäßigen Auslastungsmuster

Quelle: Hecht et al., Journal of eTransportation 2020, <https://doi.org/10.1016/j.etrans.2020.100079>

Anforderungen an ein BEV-Batteriesystem

Herstellersicht vs. Kundensicht

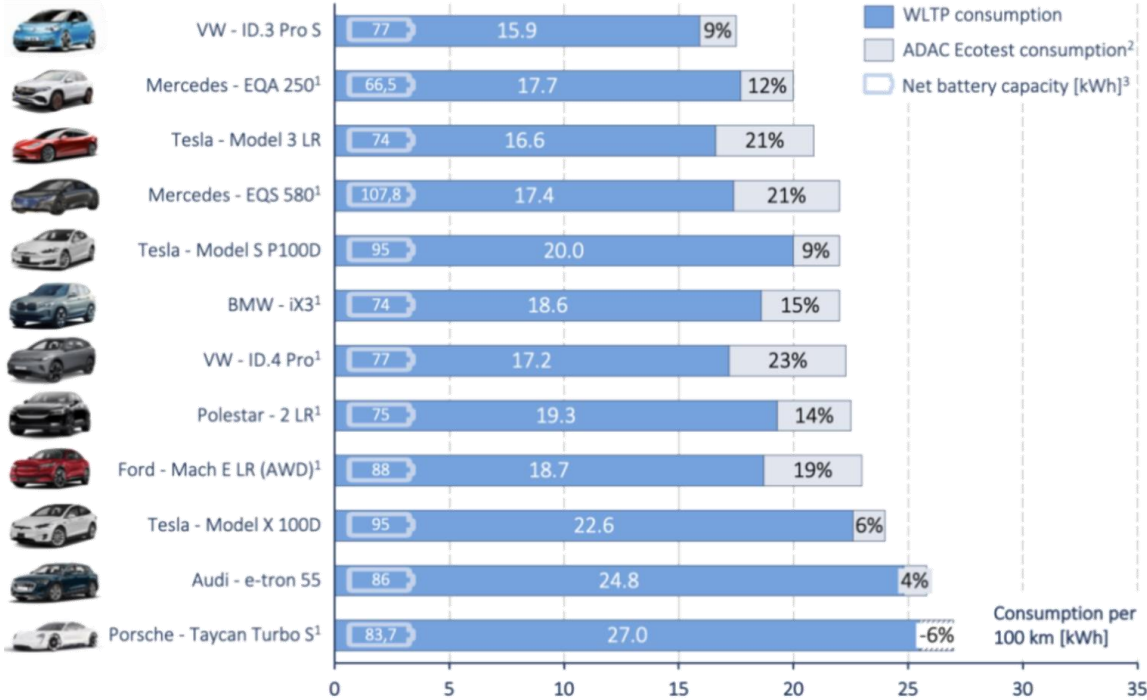


Daten: <https://evadoption.com/more-charging-stations-biggest-factor-to-increase-ev-purchases-volvo-car-usa-the-harris-poll/>

Analyse aktueller batterieelektrischer PKW

Entladung der HV-Batterie

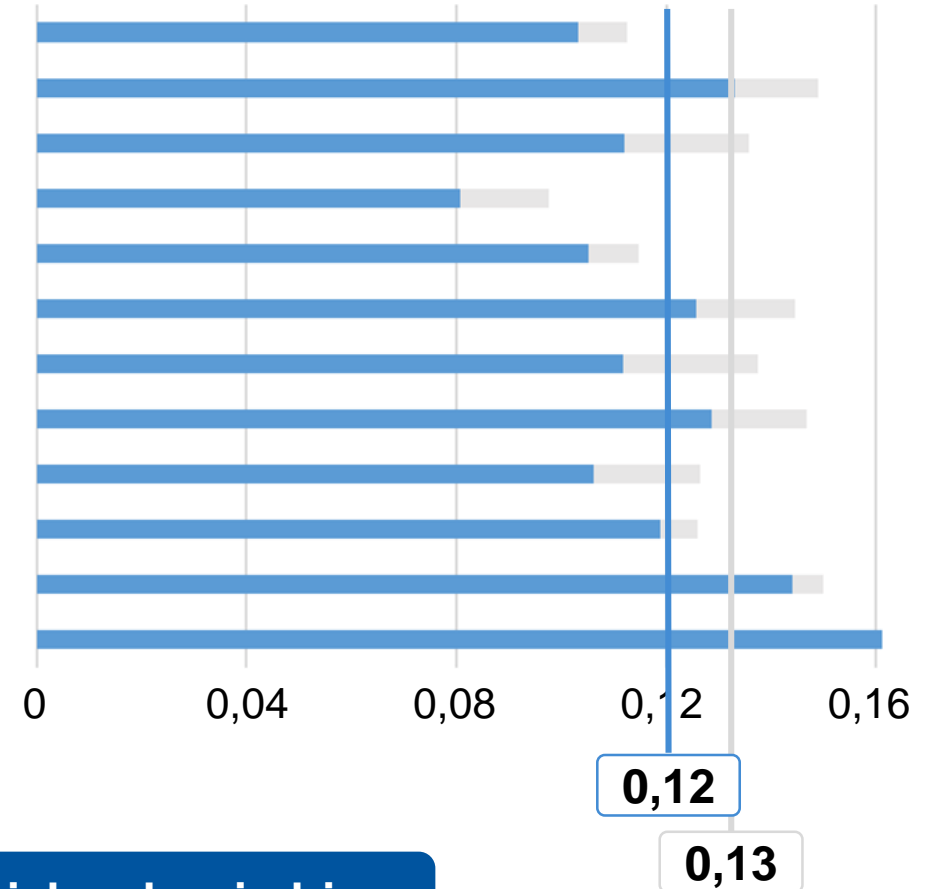
COMPARISON OF THE BEV CONSUMPTION (WLTP ABSOLUTE AND ADDITIONAL PERCENTAGE ADAC ECOTEST)



Quelle: P3 automotive GmbH, 70191 Stuttgart, P3 Charging Index – Update 2021 (<https://www.p3-group.com/p3-charging-index-vergleich-der-schnellladefaeahigkeit-verschiedener-elektrofahrzeuge-aus-nutzerperspektive-update-2021/>)



C-Raten

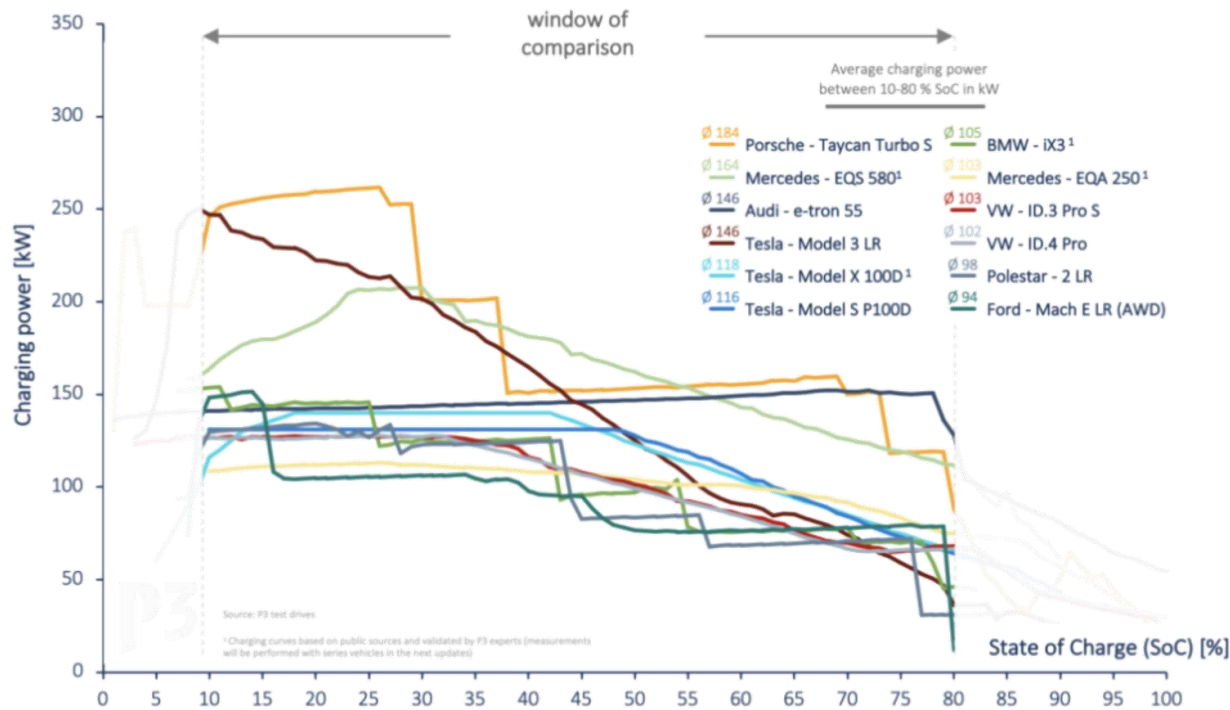


Durchschnittliche Enladeraten im Betrieb sehr niedrig

Analyse aktueller batterieelektrischer PKW

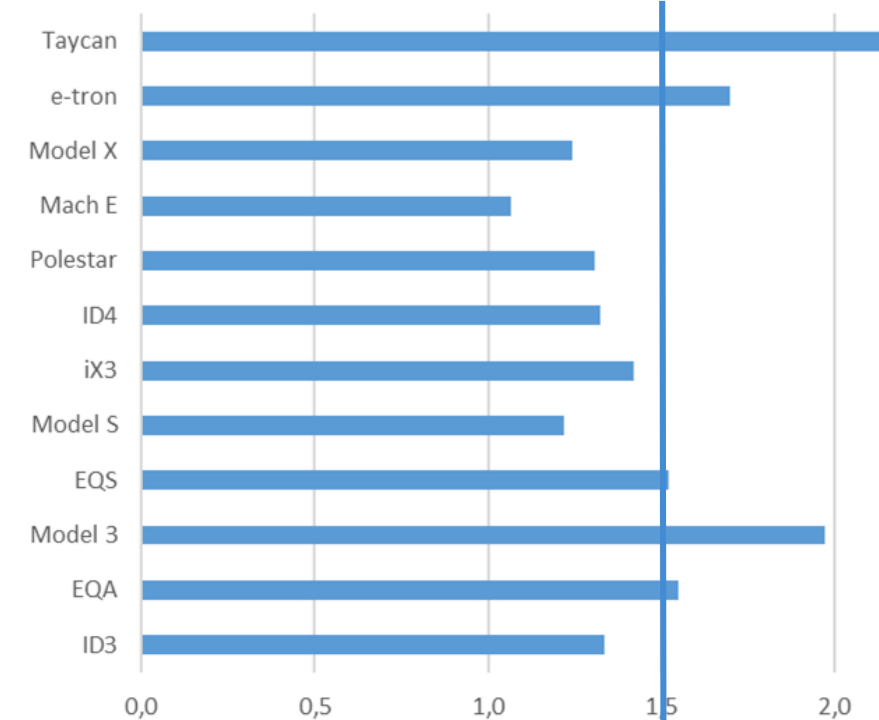
Entladung der HV-Batterie

P3 CHARGING CURVES FOR DIFFERENT BATTERY ELECTRIC VEHICLE (BEV) MODELS



Quelle: P3 automotive GmbH, 70191 Stuttgart, P3 Charging Index – Update 2021 (<https://www.p3-group.com/p3-charging-index-vergleich-der-schnelllade-faehigkeit-verschiedener-elektrofahrzeuge-aus-nutzerperspektive-update-2021/>)

C-Raten

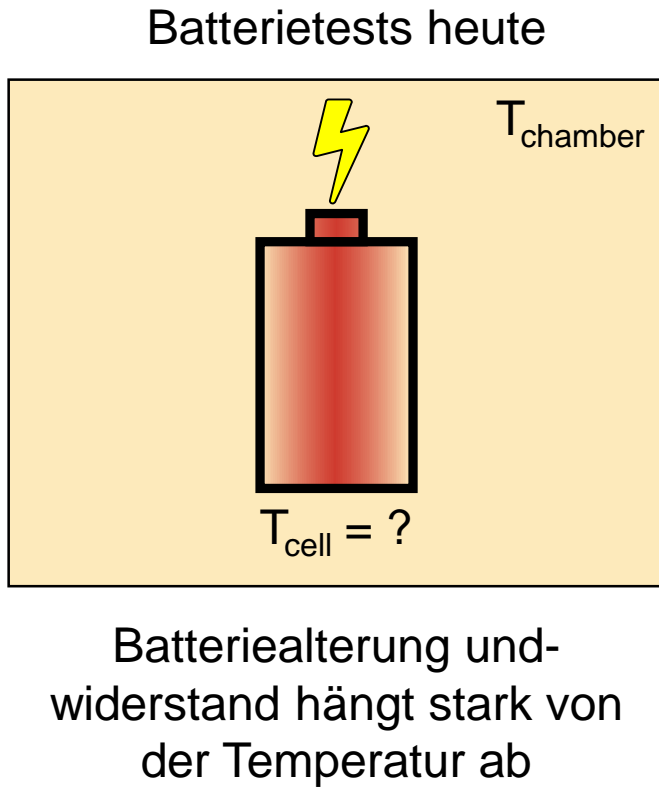


1,5

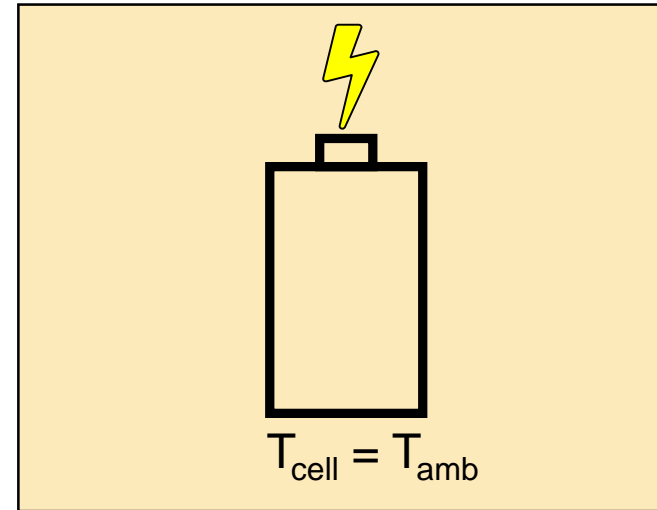
Durchschnittliche Laderaten im Betrieb sehr hoch

Batteriealterung im Labor

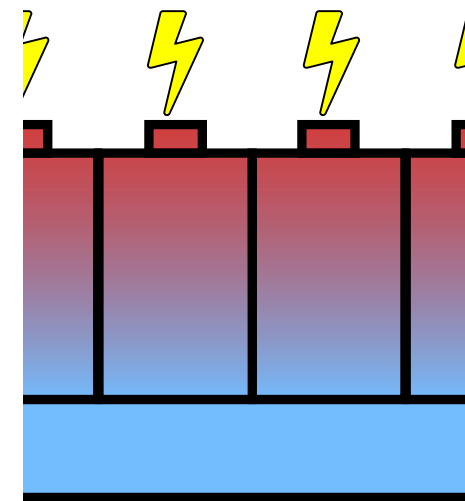
Typische Alterungsmessung



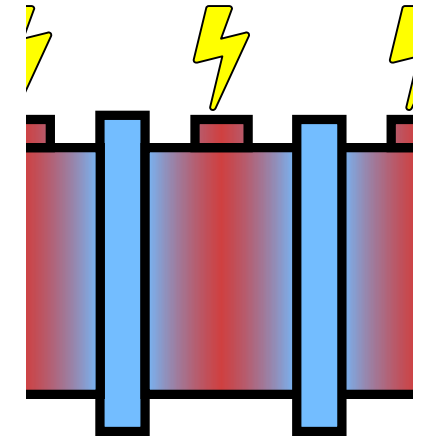
\neq



?



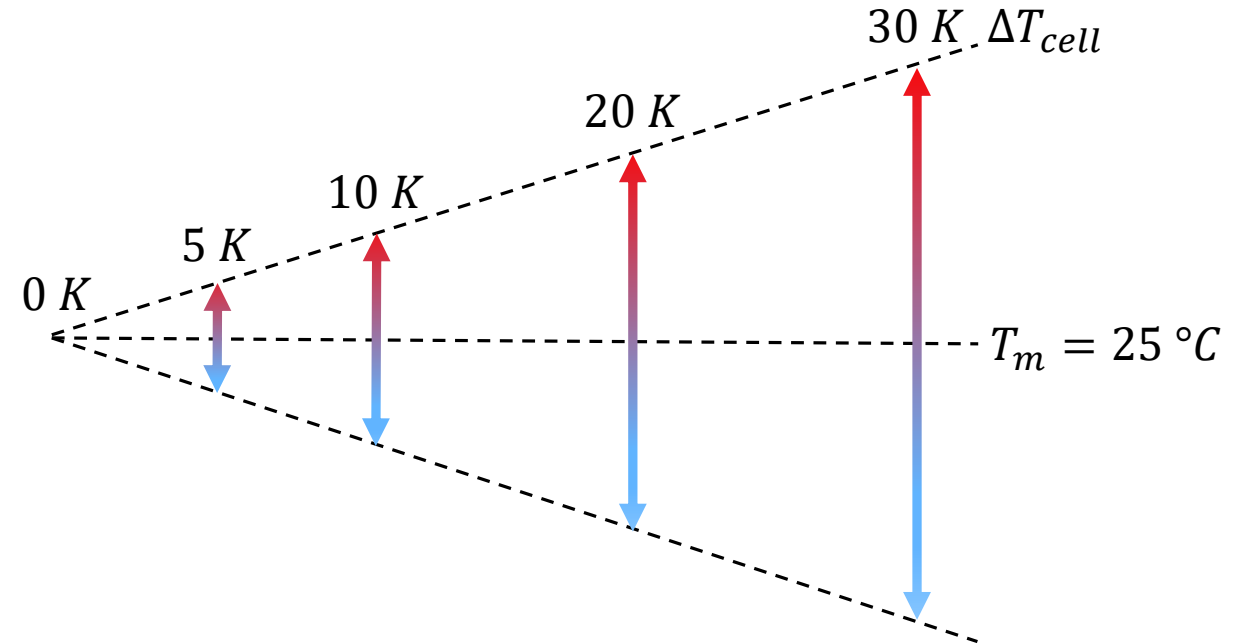
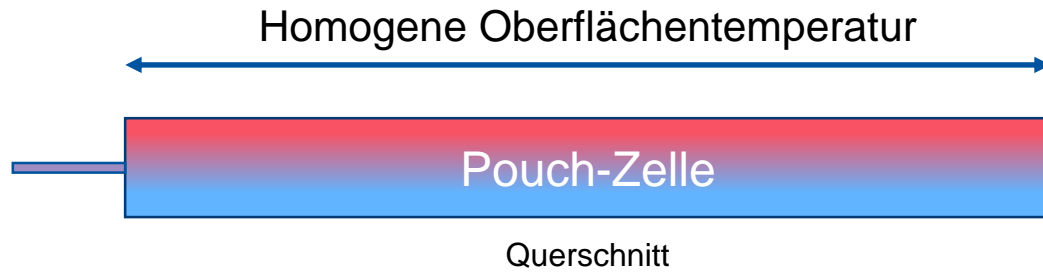
or



Bedingung in der Anwendung

Batteriealterung mit thermischen Through-Plane-Gradienten

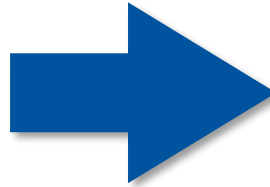
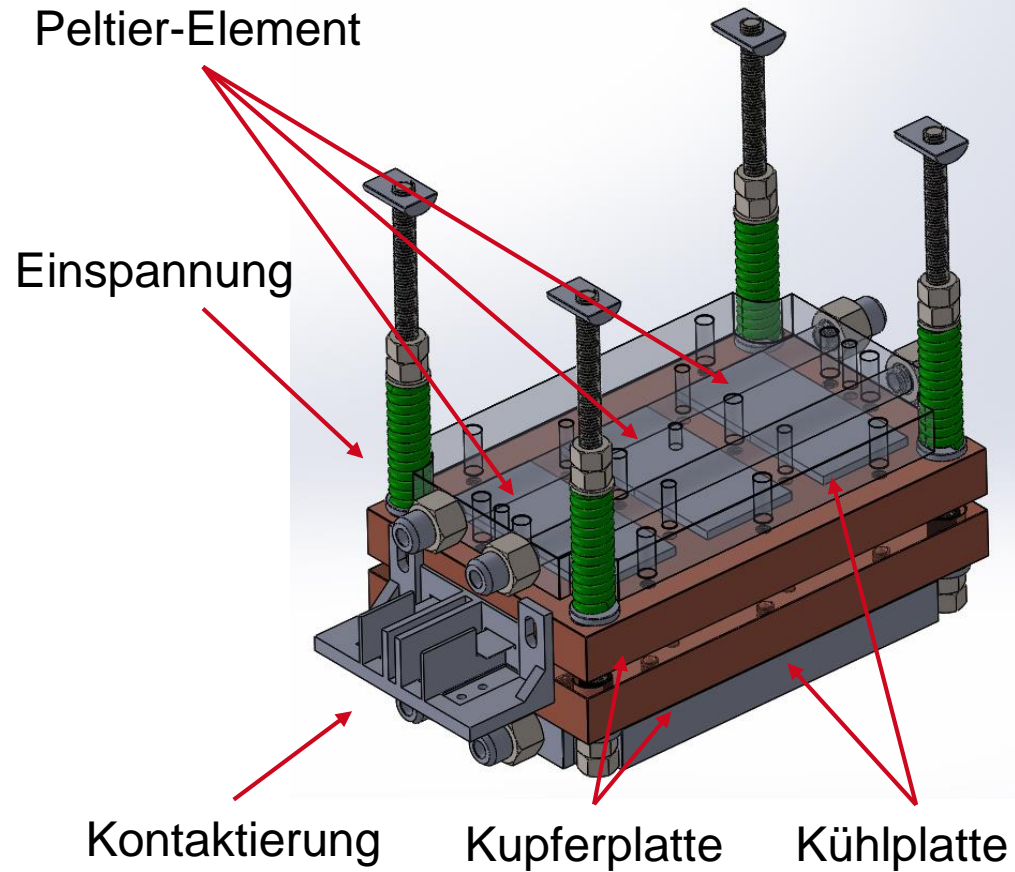
Untersuchte Bedingungen



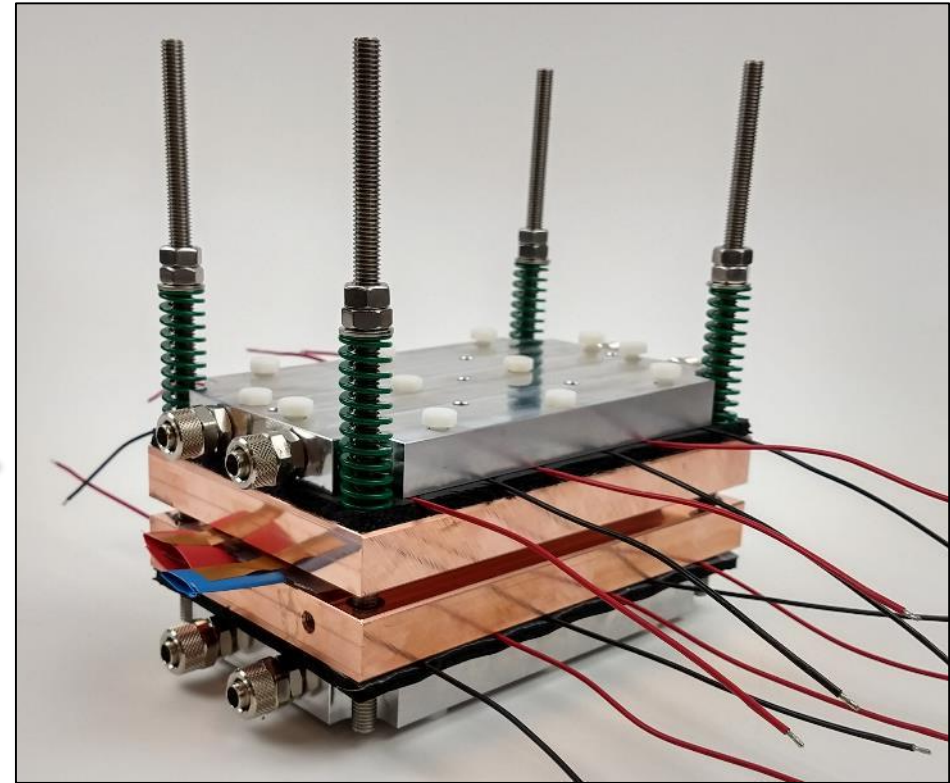
Batteriealterung mit thermischen Through-Plane-Gradienten

Aufbau und Temperierung

CAD

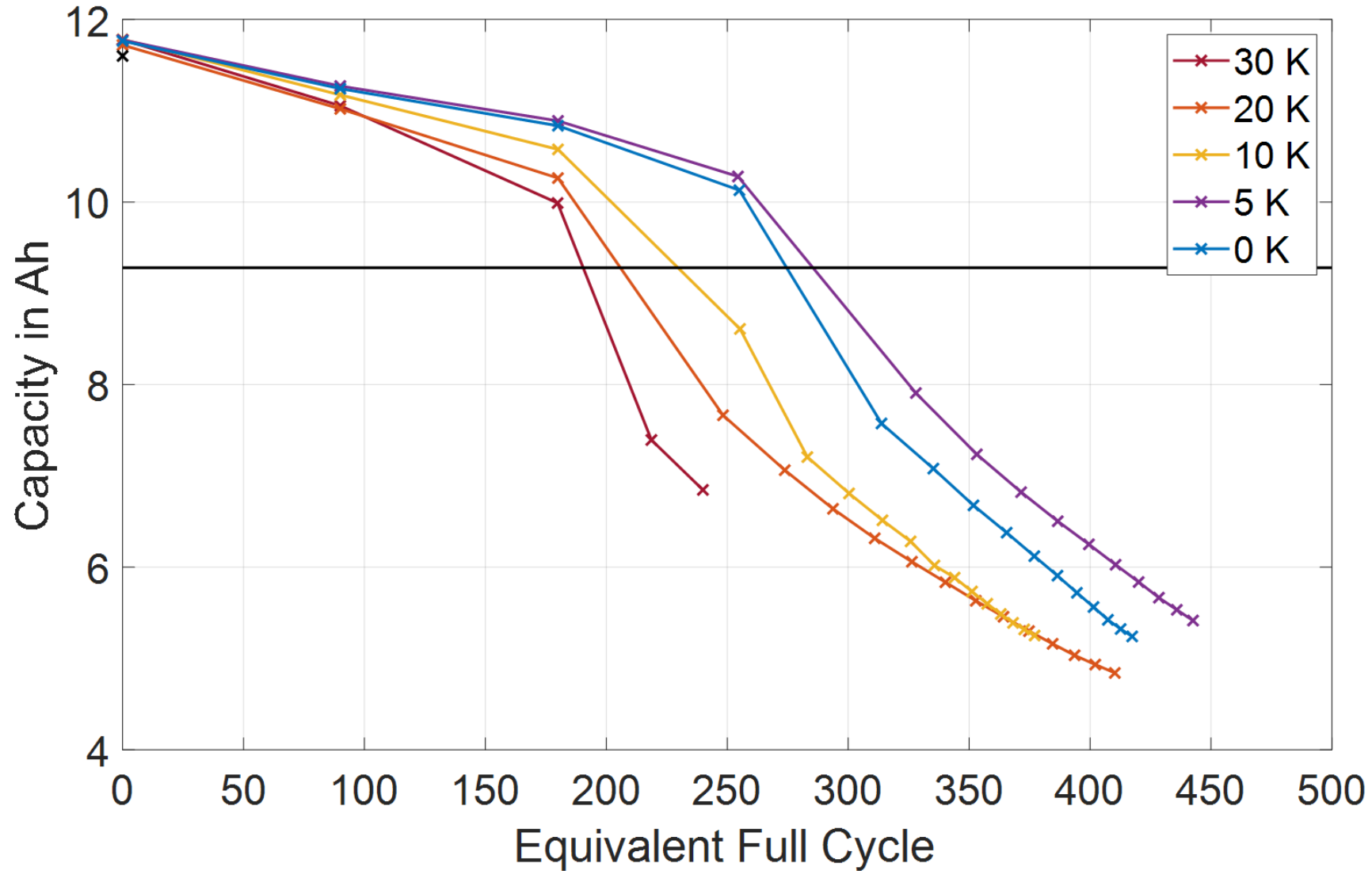


Aufbau



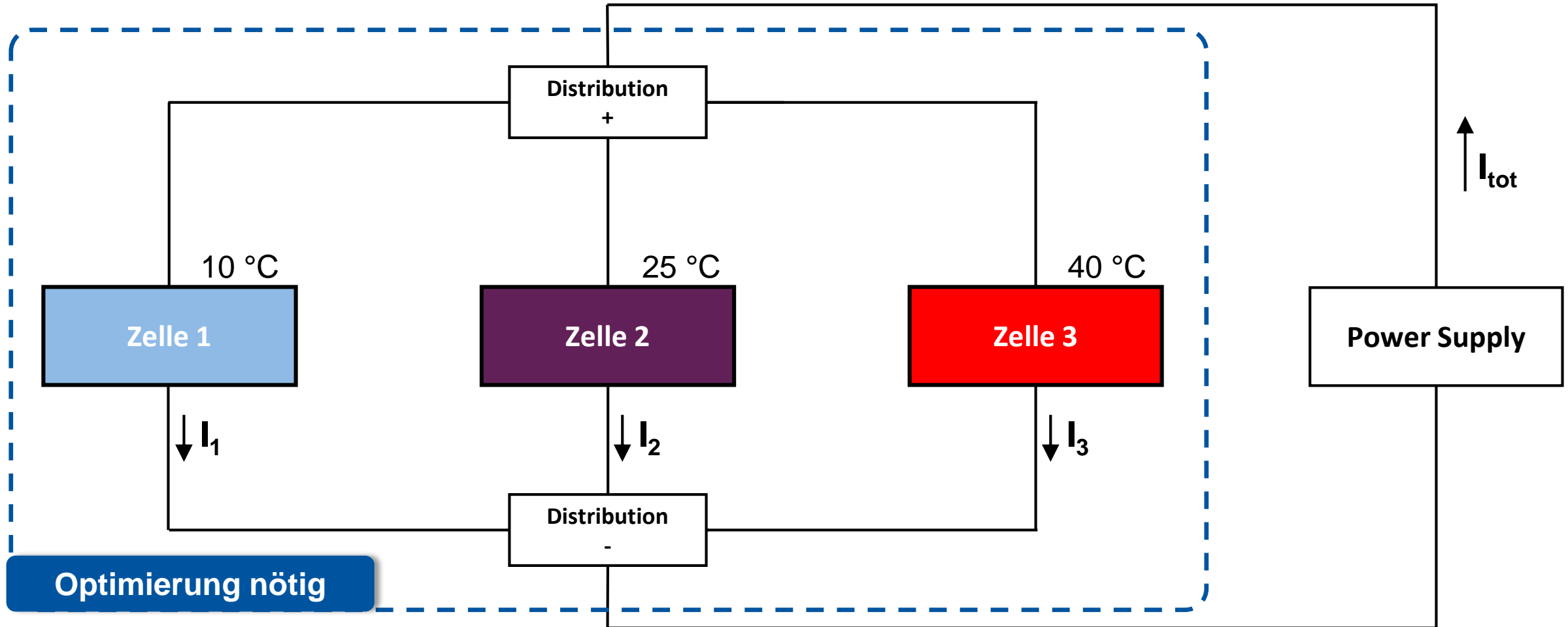
Batteriealterung mit thermischen Through-Plane-Gradienten

Messergebnisse mit 1C, DoD = 60 % und $T_m = 25 \text{ }^\circ\text{C}$



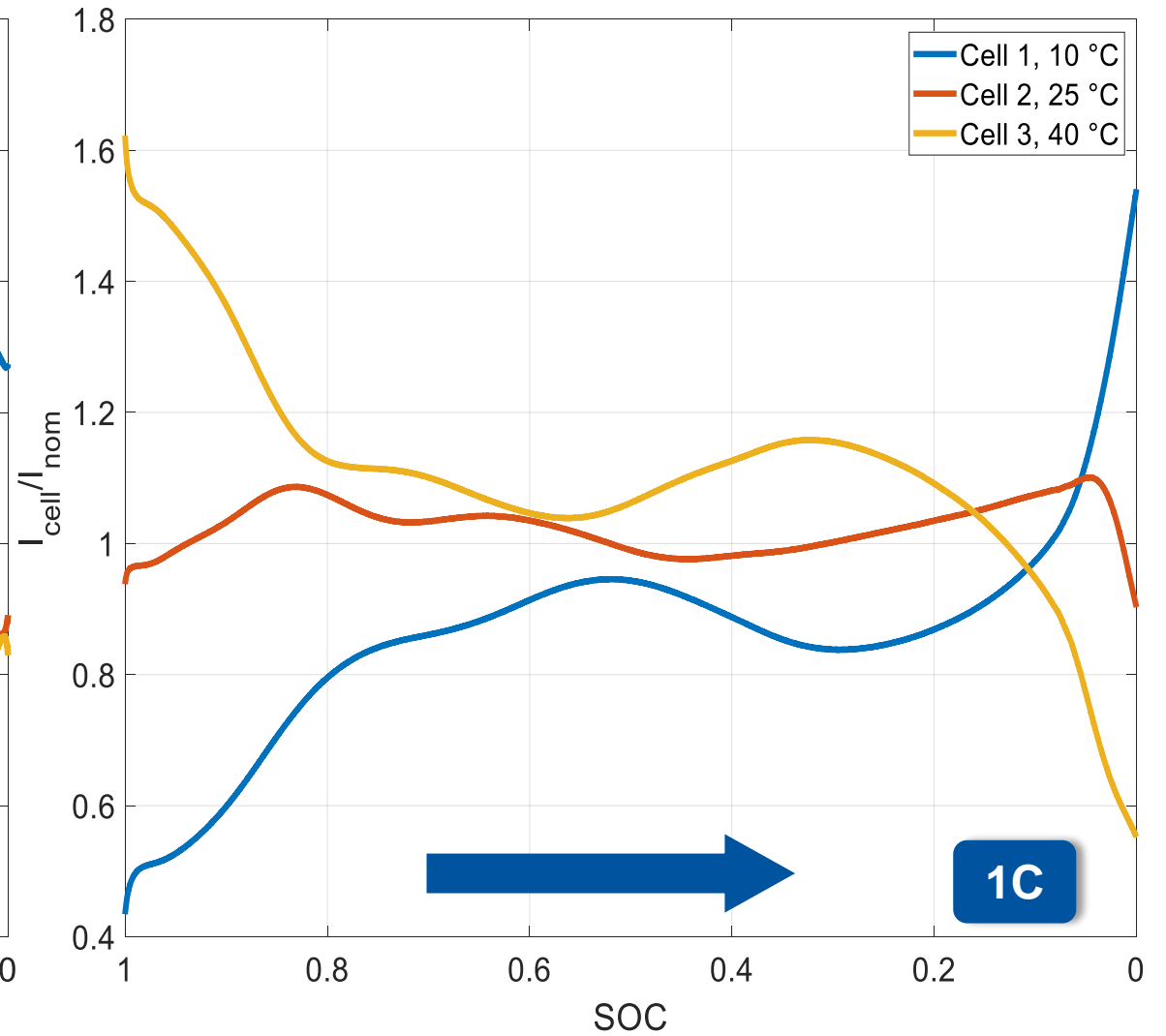
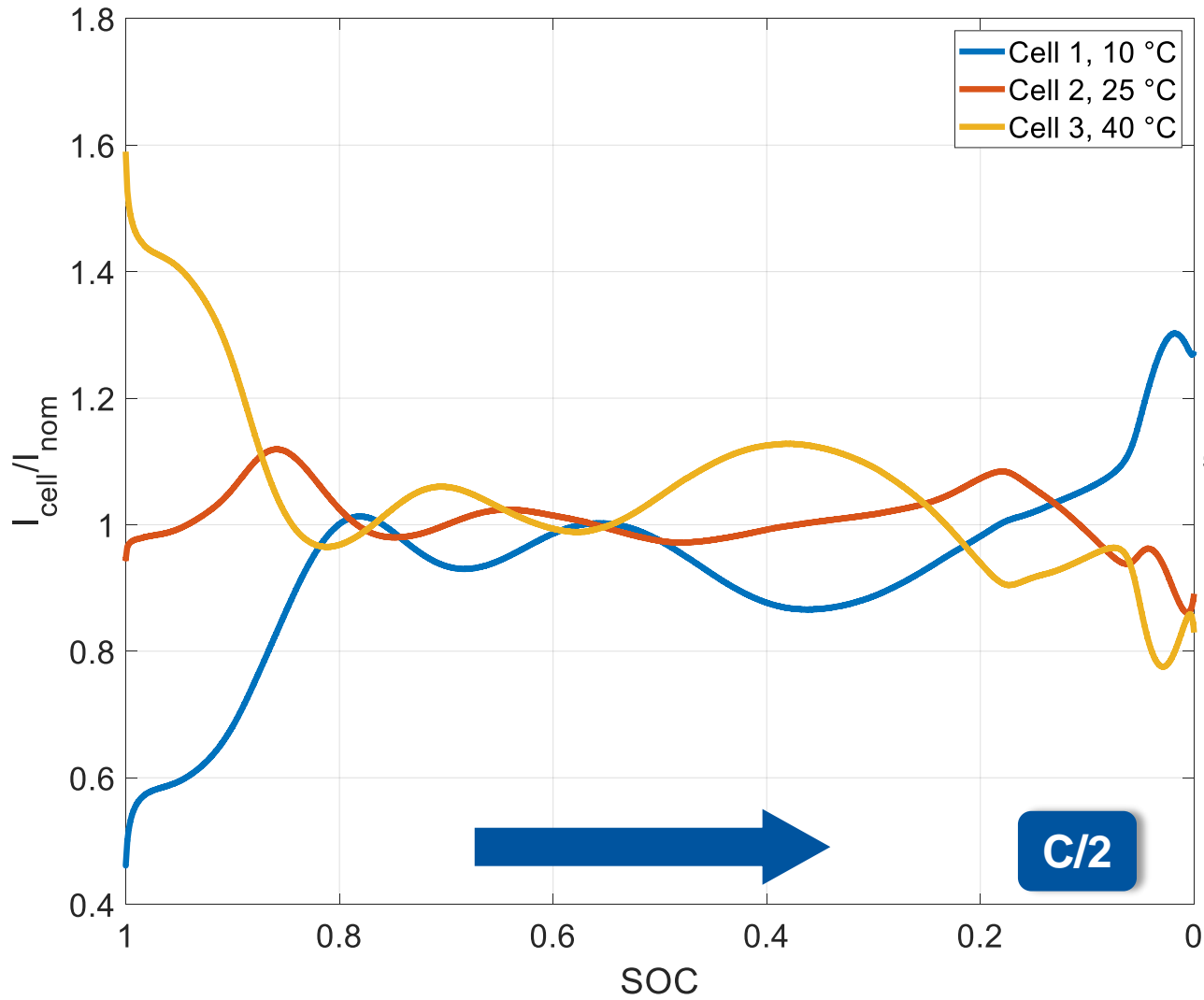
Effekte von thermischen Through-Plane-Gradienten

Messung von thermisch induzierten Stromverteilungen



Effekte von thermischen Through-Plane-Gradienten

Stromverteilung bei Entladung mit C/2 und 1C unter Temperaturgradienten

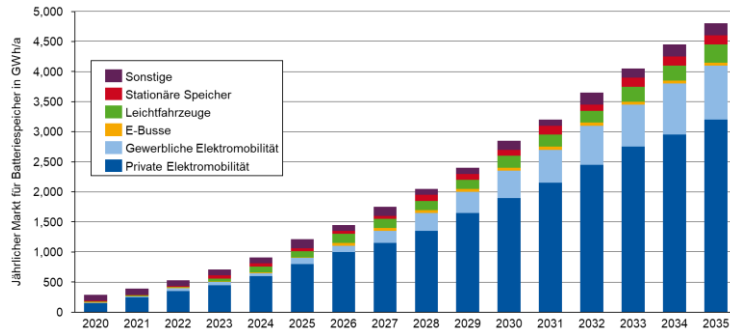


Dimensionierung von -Batterien und Temperaturgradienten

Zusammenfassung

Marksituation

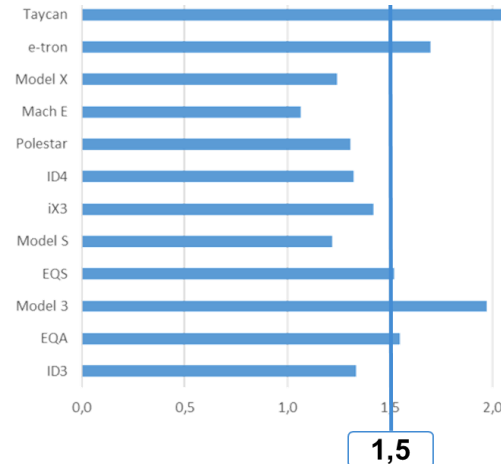
- Batteriemarkt wächst stark
- Hauptzuwächse insbesondere in mobilen Anwendungen
- Bei BEV überlappen Kundenwünsche und Angebot zunehmend



Batterieauslegung

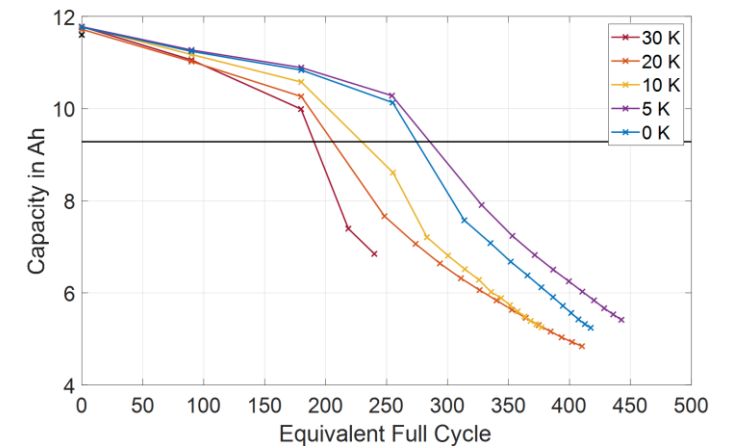
- Hauptsorgen der Kunden ist Reichweite und Kosten
- Speichergröße nimmt zu
- Auslegungsfokus verschiebt sich in Richtung Ladung
- Batterielebensdauer wichtig für Systemkosten

Durchschn. Entlade-C-Raten



Temperaturgradienten

- Strom und Temperaturen beeinflussen Batteriealterung maßgeblich
- Temperaturgradienten verzerren Stromverteilungen und beeinflussen Batteriealterung



Ausblick

CARL - Center for Ageing, Reliability and Lifetime Prediction

2,150 m² office space, 2,750 m² lab space, 150 Researchers, 110 mio. € invest,
Completed 2022



> 2,000 Battery testing channels



- Semi-automated cell (dis)assembly
- Material composition, electrolyte and morphology analysis
- Mechanical, electrical and thermal characterization
- Analytics for surface layer identification

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Matthias Faber

Tel.: +49 241 80-49362
matthias.faber@isea.rwth-aachen.de

Lehrstuhl für Elektrochemische Energiewandlung
und Speichersystemtechnik
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer
RWTH Aachen University

Jägerstraße 17/19
52066 Aachen
GERMANY

www.isea.rwth-aachen.de



Wir danken

GradiBatt - Inhomogene Alterung in Li-Ionenbatterien, Fördernummer 20884 N

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Dimensionierung von Lithium-Ionen-Batteriespeichern unter Berücksichtigung von Temperaturgradienten

Matthias Faber, Jan Figgener, Christopher Hecht, Dirk Uwe Sauer

5. Herbstworkshop „Energiespeichersysteme“
Online-Veranstaltung

07. Dezember 2021