

# Optimierung des Ableiterdesigns auf die Schnellladefähigkeit von Rundzellen

## Cell Design and Performance

### Motivation

- Für die Verwendung in Elektrofahrzeugen (EVs) bieten Lithium-Ionen Batterien den optimalen trade-off zwischen Energiedichte (Reichweite), Leistung (Ladezeit) und Kosten.
- Diese Arbeit untersucht den Einfluss eines optimierten Ableiterdesigns (kontinuierlich/tabless) auf das Ladeverhalten von zylindrischen hochenergie Lithium-Ionen Zellen.
- Zusätzlich wird der Einfluss durch Format, Kühl- und Ladestrategie charakterisiert.

### Methodik

Eine Übersicht über das Simulationsmodell (MuDiMod) ist in Abb. 1 gegeben. Es basiert auf einer 18650 hochenergie SiC/NMC-811 (INR18650-Mj1, LG Chem) zylindrischen Zelle mit einer volumetrischen Energiedichte von  $713 \text{ Wh l}^{-1}$  [1].

Die untersuchten Simulationsfälle unterscheiden zwischen drei Formaten (18650, 21700, 4680) und zwei Ableiterdesigns (segmentiert/standart, tabless), welche jeweils in einer Konstantstrom (CC) und in verschiedenen multi-step Konstantstrom-Konstantspannungs (MCC-CV) Profilen untersucht wurden.

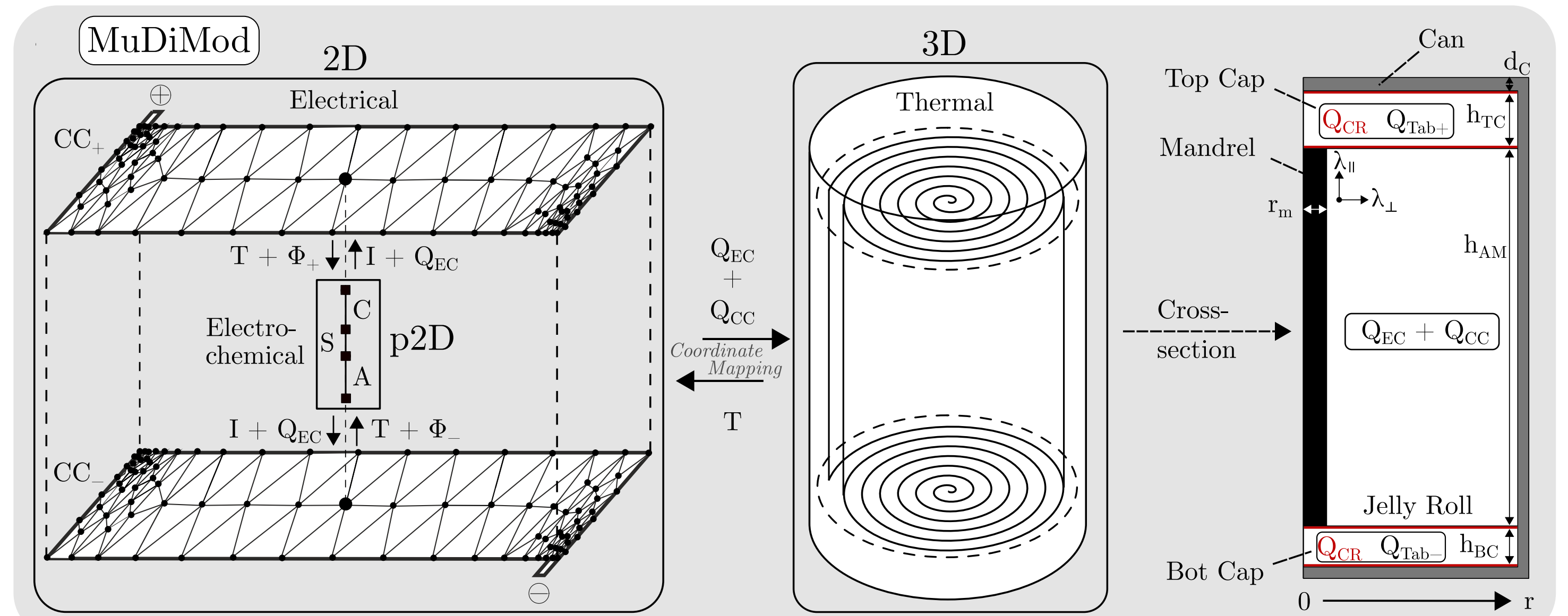
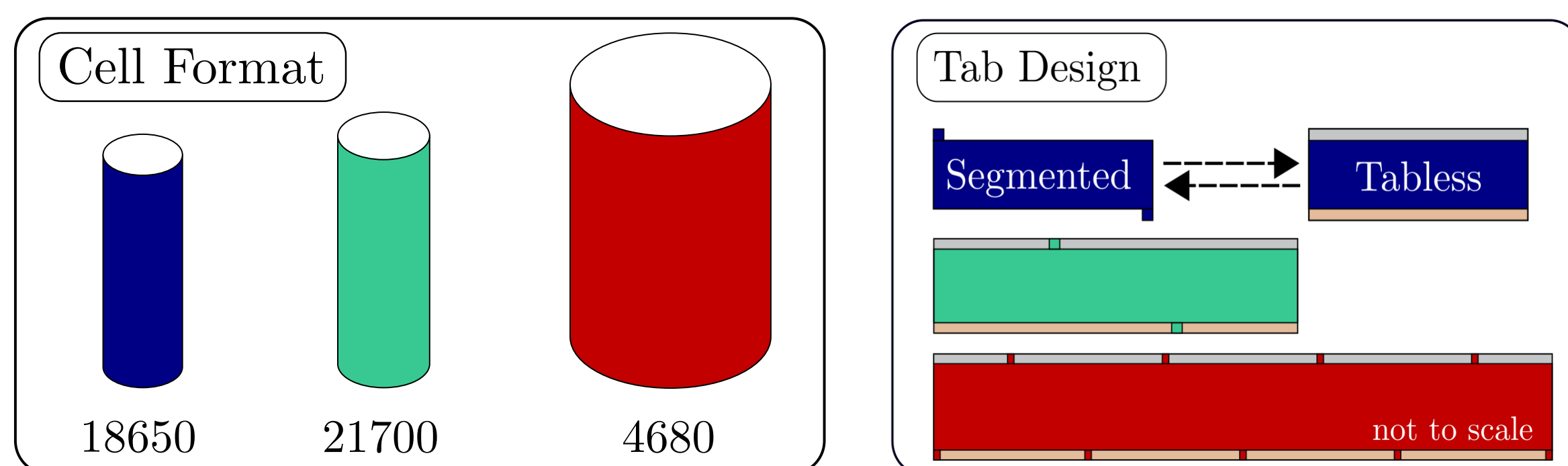


Abbildung 1: Übersicht über den MuDiMod, welcher sich aus mehreren p2Ds, einem 2D elektrischen und einem 3D thermischen Modell zusammensetzt. Die p2D Modelle sind über das elektrische Potential in den Ableitern parallel geschaltet. Dort wird die Wärme kumuliert und via bidirektionaler Kopplung in das 3D thermische Modell überführt. [2]

### Ergebnisse - Ratenfähigkeit

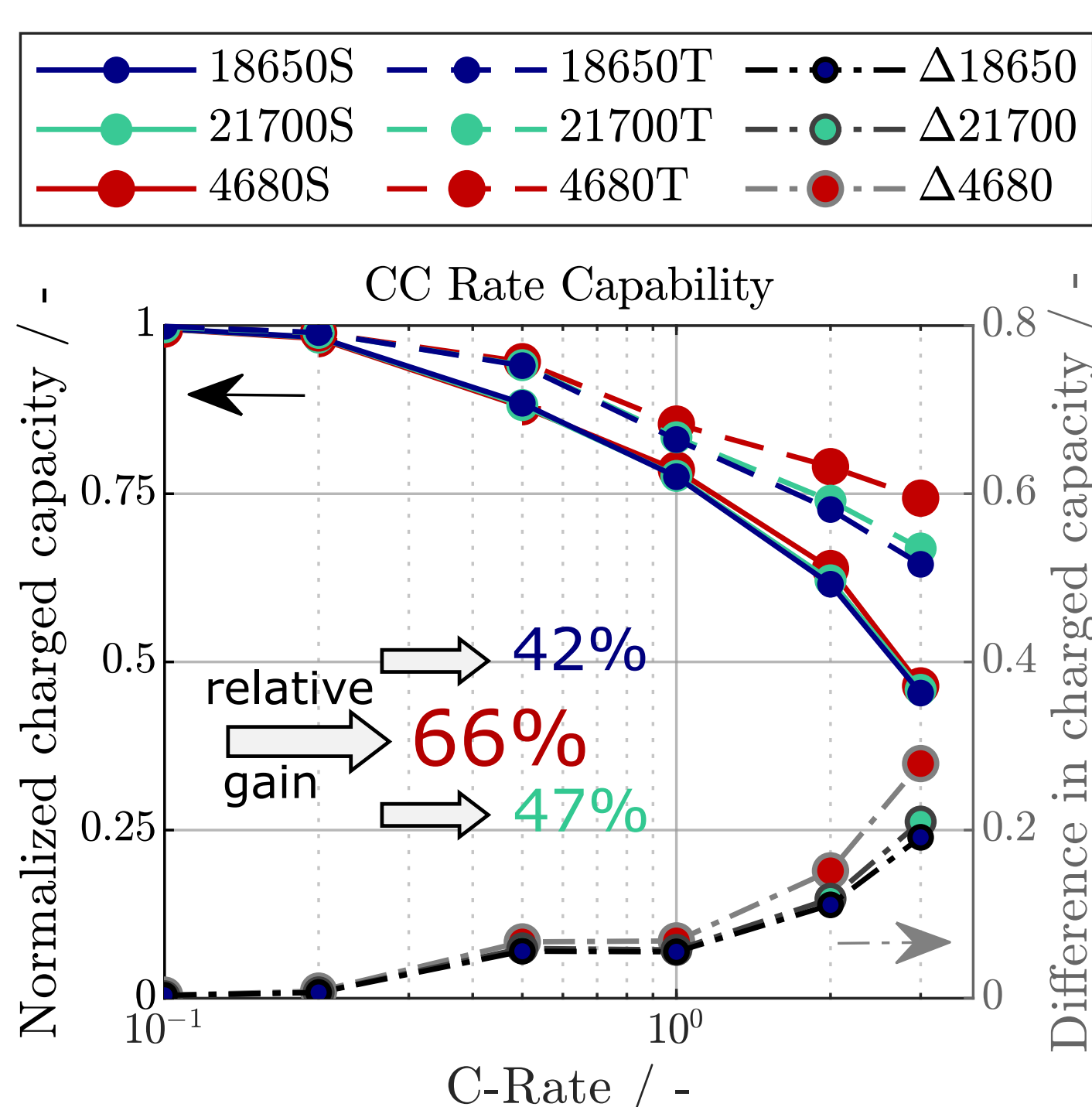


Abbildung 2: Charakterisierung der CC-Ratenfähigkeit anhand der normalisierten Ladekapazität bei 0.1C bis 3C für das 18650, 21700 und 4680 Format bei  $50 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  konvektiver Mantelkühlung mit segmentiertem (S) und tabless (T) Ableiterdesign, sowie der relativen Differenz von beiden (Δ). [2]

Signifikante Verbesserung des Ratenverhaltens für jedes Format mit hoher C-Rate und Tabless Design. Somit ist es möglich

- 19.1% mehr Kapazität für das 18650
- 21.0% für das 21700, und
- 27.9% für das 4680 Format

am Ende der 3C-CC Ladung zu erreichen.

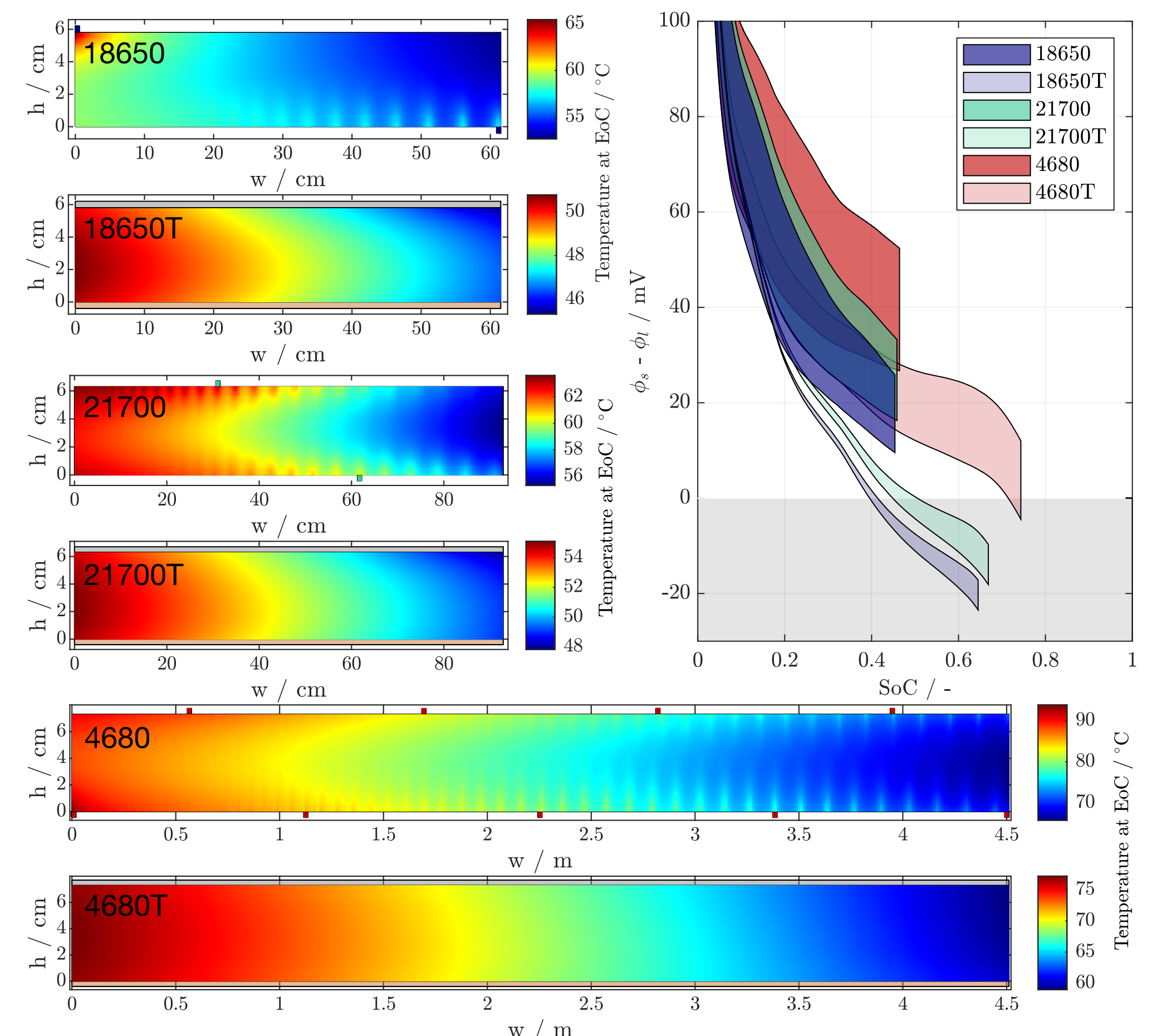
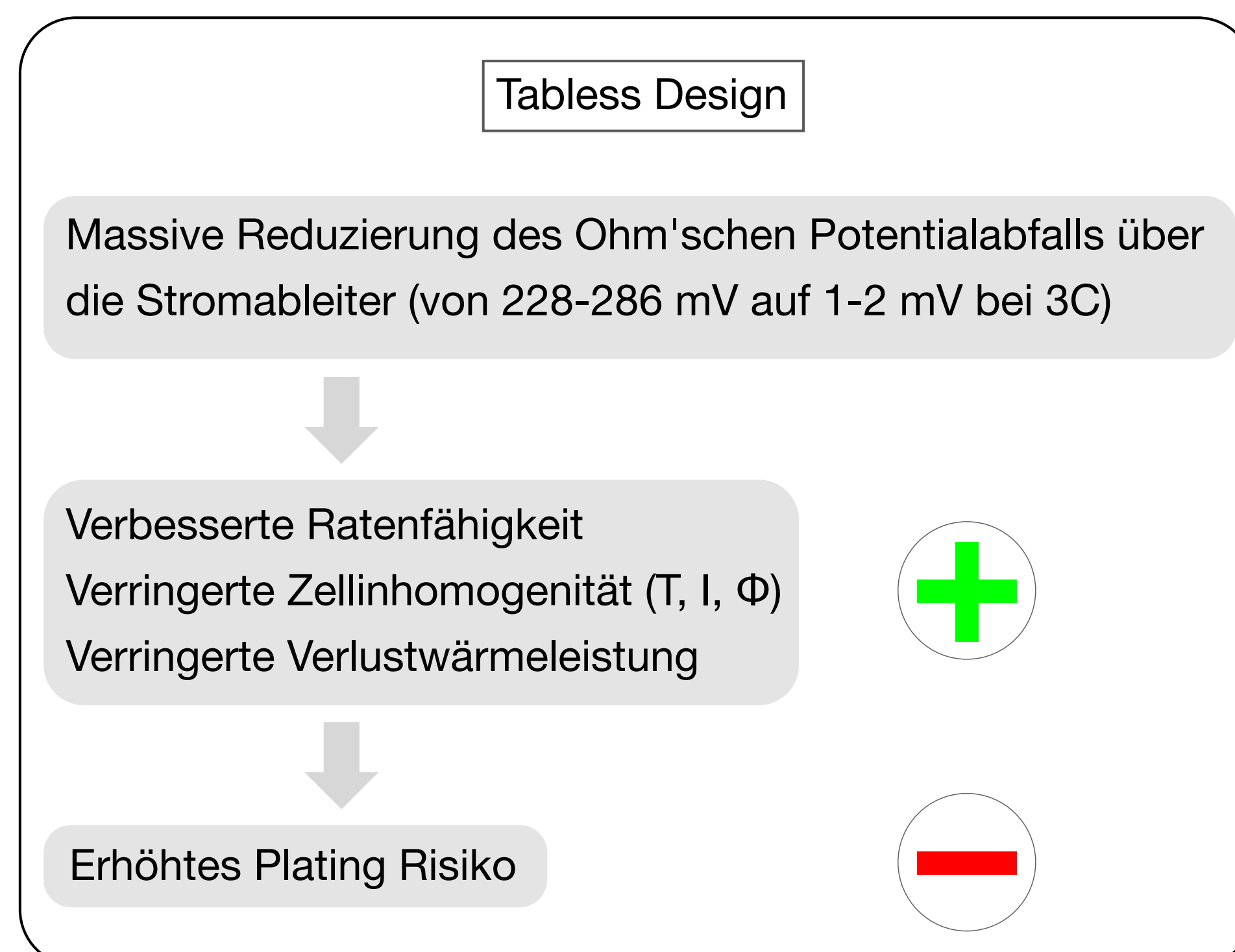


Abbildung 3: Temperaturverteilung am Ende der Ladung für das 18650, 21700 und 4680 Format mit segmentiertem und tabless Ableiterdesign bei 3C-CC von 3.0 V bis 4.2 V und  $50 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  konvektiver Mantelkühlung. Der Verlauf des Anodenpotenzials ist über den Ladezustand (SoC) dargestellt. [2]

### Ergebnisse - Schnellladung

Auswertung der Ladezeit von 0 bis 80% SoC unter verschiedenen Kühlszenarien und Ladeprofilen:

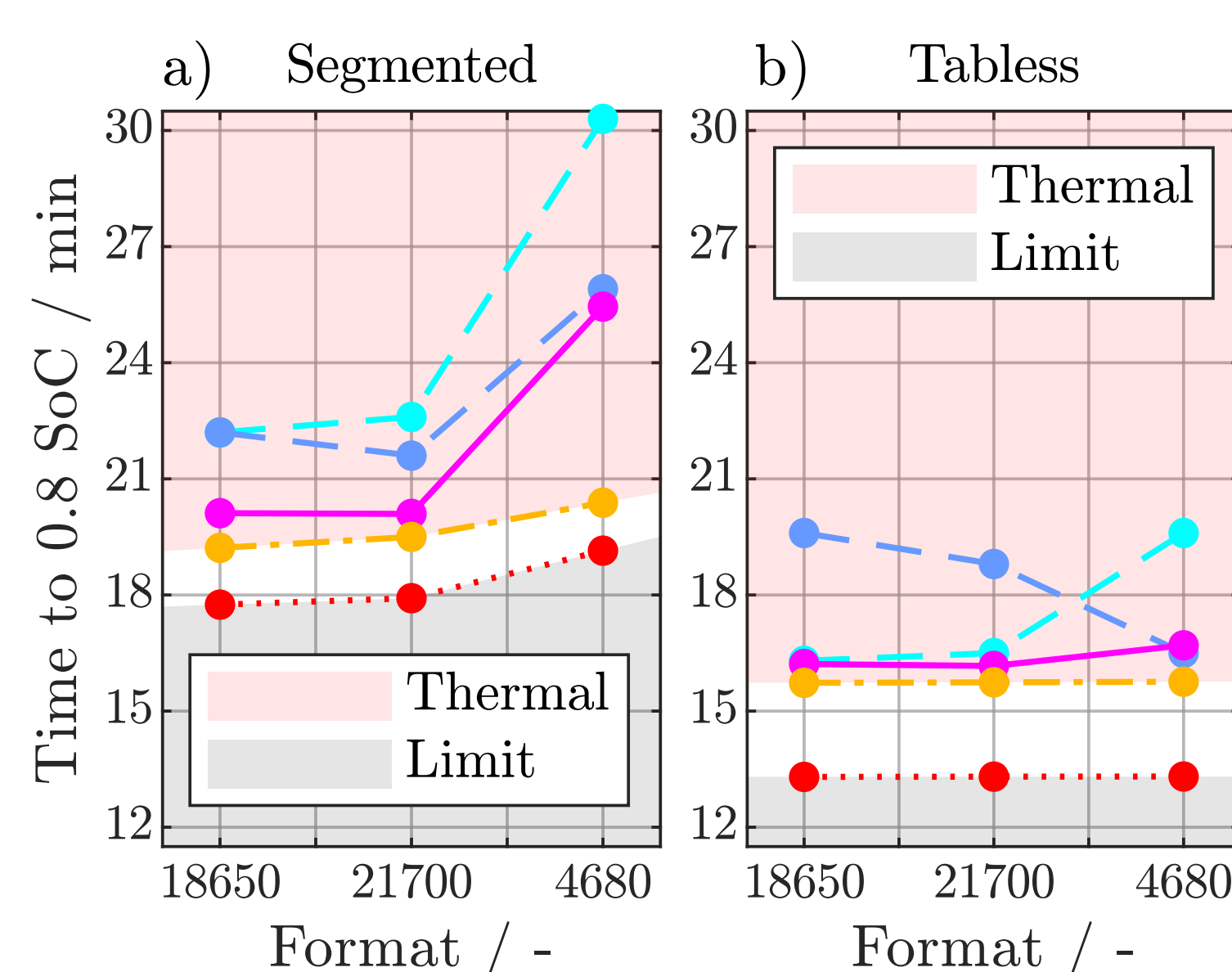
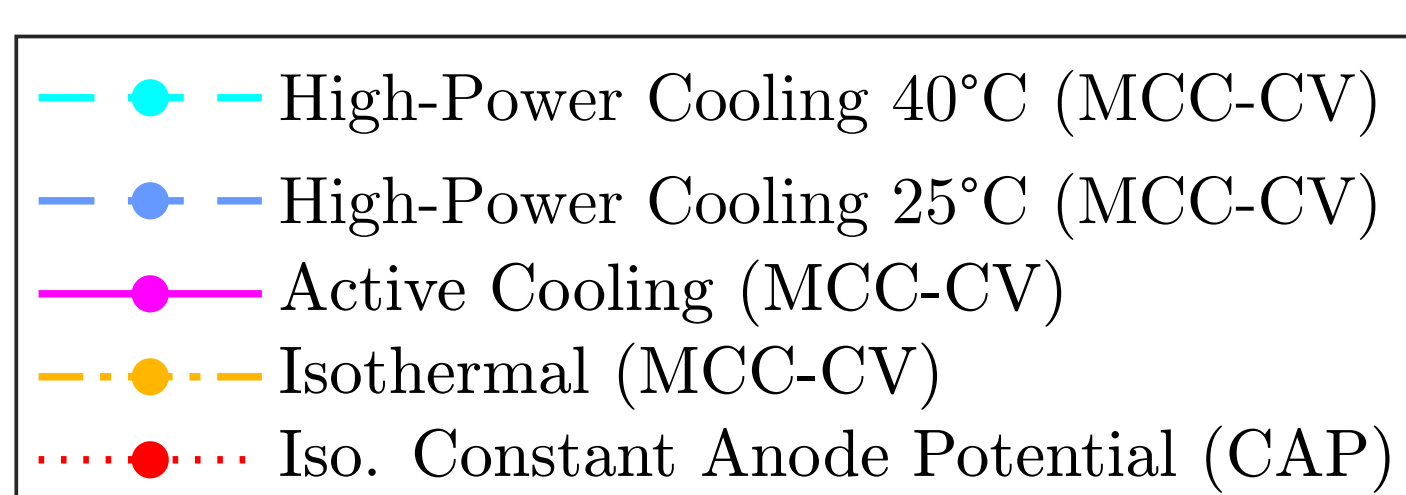


Abbildung 4: Ladezeit von 0 bis 80% SoC unter verschiedenen MCC-CV Ladeprofilen für das segmentierte (a) und tabless Ableiterdesign (b), sowie das theoretische Optimum (Isothermes CAP Profile). [2]

### Erkenntnis

Das tabless Ableiterdesign hilft die Ladeperformance von hochenergie Lithium-Ionen Zellen deutlich zu steigern:

- Reduzierung der Polarisation und der ohm. Verlustleistung
- Verringerung der Zell-Inhomogenität (Alterung)
- Ermöglichung der Skalierung hin zu größeren Formaten (4680)

Dies ist besonders für die Applikation in EVs von Bedeutung, da größere Formate zusätzliche Kostenreduktionen durch weniger benötigte Zellverbinder/Parallelschaltungen ermöglichen.

Falls eine Ladezeit von unter 20 Minuten auf Packlevel (0 bis 80% SoC) mit dem aktuellen Stand der Technik von hochenergie Lithium-Ionen Batterien erreicht werden soll, ist das tabless Design ein vielversprechender Ansatz.