

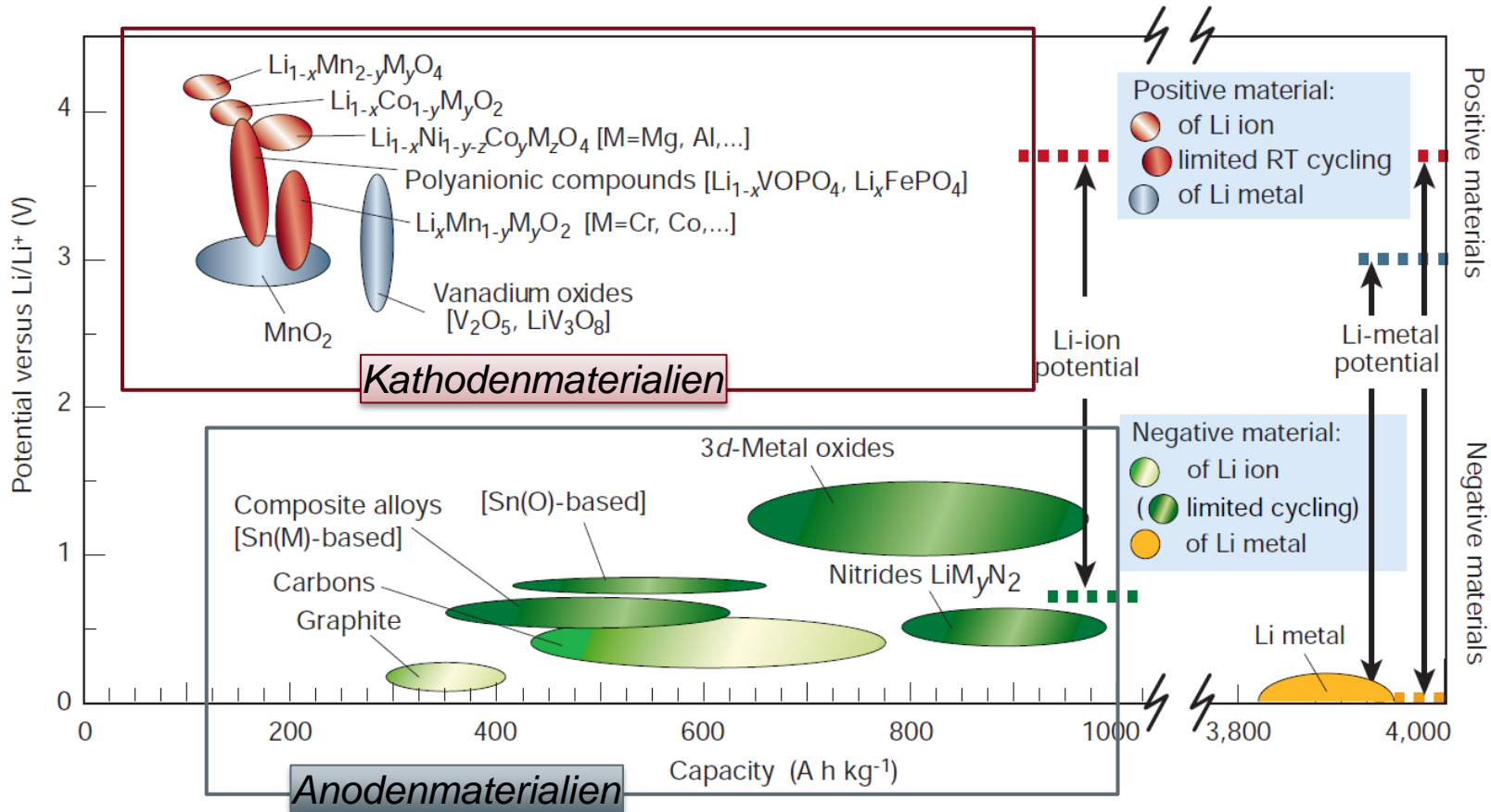
ZINNSULFIDE ALS HOCHLEISTUNGS-ANODENMATERIALIEN FÜR LI-IONEN-BATTERIEN

Optimierung von Prozessparametern und elektrochemischen Eigenschaften

Damian M. Cupid, Ph.D.



ANFORDERUNGEN AN ELEKTRODENMATERIALIEN

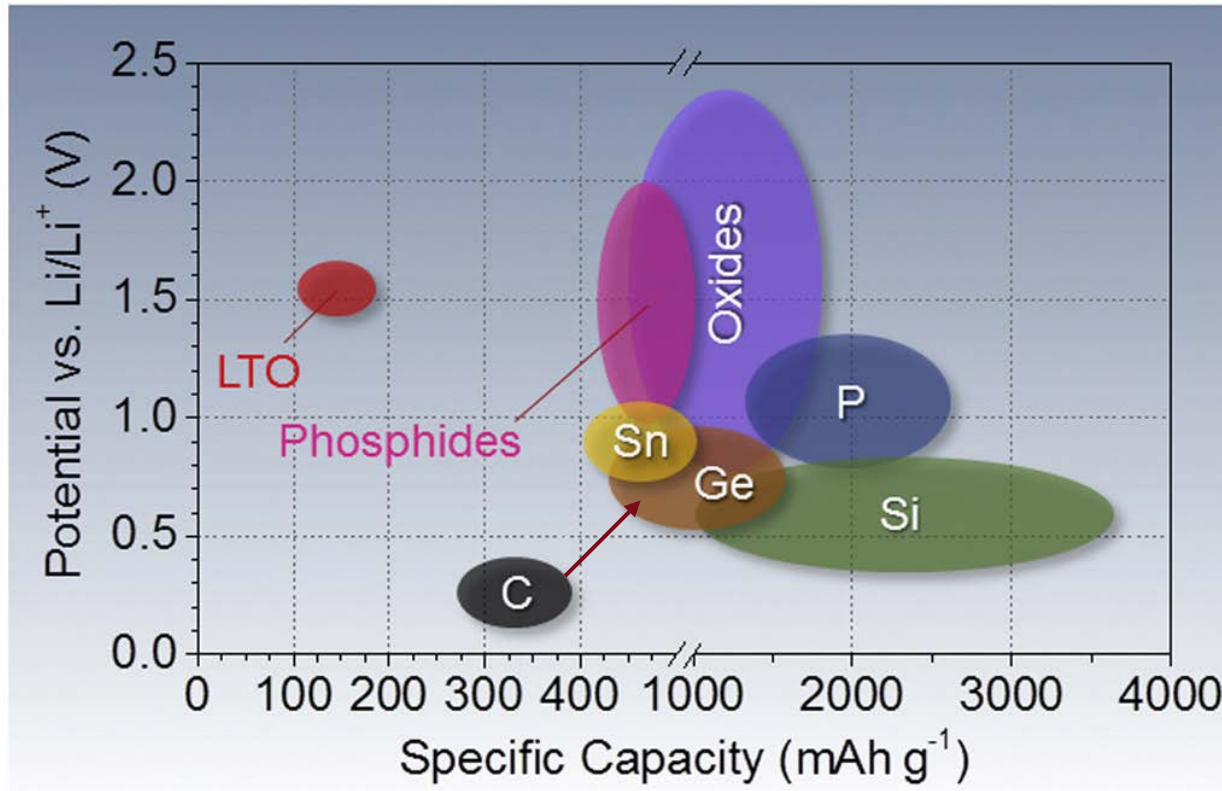


Tarascon and Armand, Nature, Vol. 414 p.359 (2001)

Volumetrische und gravimetrische Energiedichte:

- Möglichst große Potenzialdifferenz zwischen Kathode und Anode
- Hohe und reversible Lithium-Speicherkapazität der Kathode und Anode
- Geringe Masse und geringes Volumen

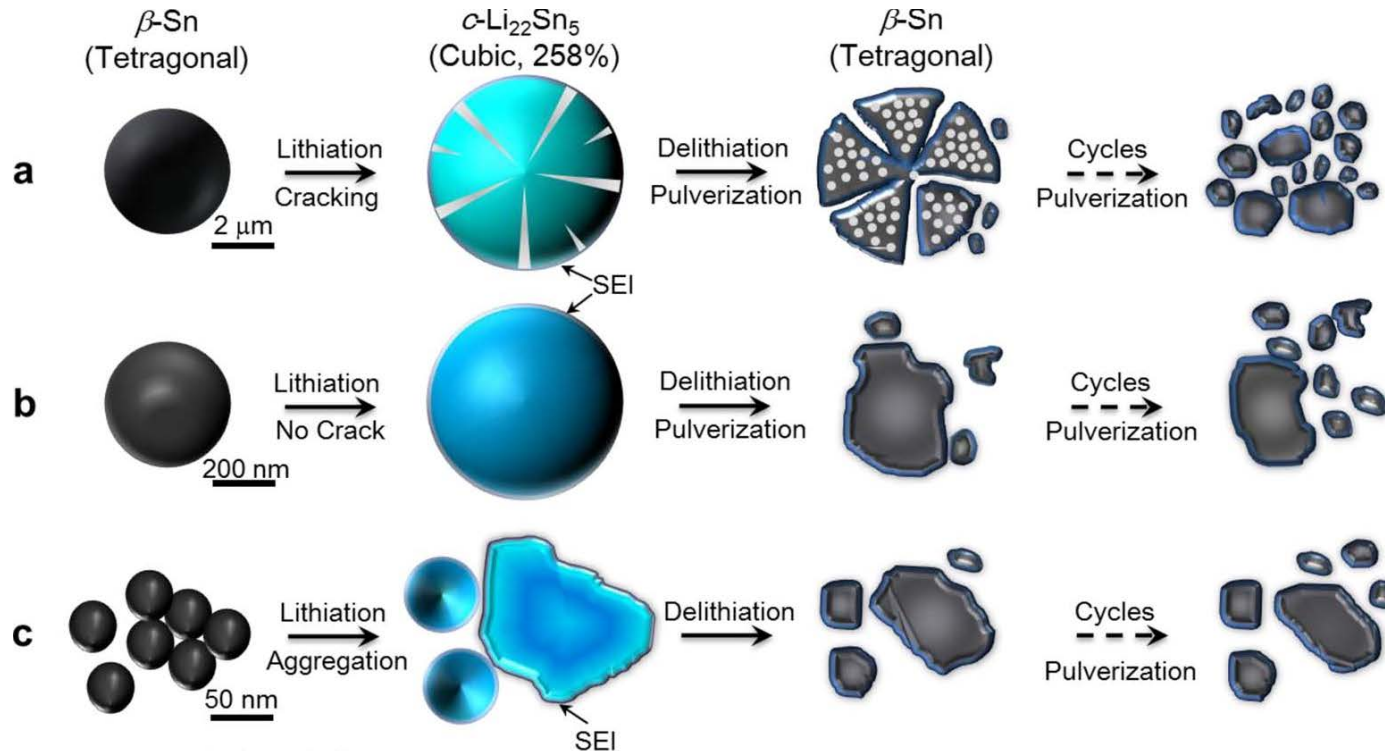
ANODENMATERIALIEN



Nitta et al., Materials Today, Vol. 18 No.5 p. 252 (2015)

- Die theoretische Lithium-Speicherkapazität von Grafit beträgt nur 372 mAhg^{-1}
- Neue Hochleistungsanodenmaterialien mit erhöhten Lithium-Speicherkapazitäten müssen gefunden werden
- Zyklenstabilität, hohe Lebensdauer und Sicherheit sind unverzichtbare Anforderungen an Energiespeichern
- Zinn ist eines der vielversprechenden Anodenmaterialien (996 mAhg^{-1})

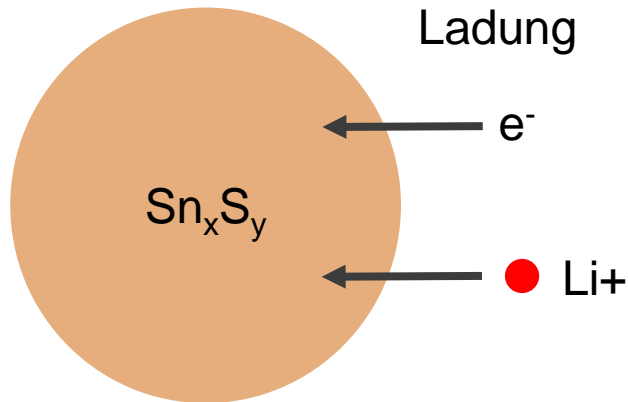
HERAUSFORDERUNGEN



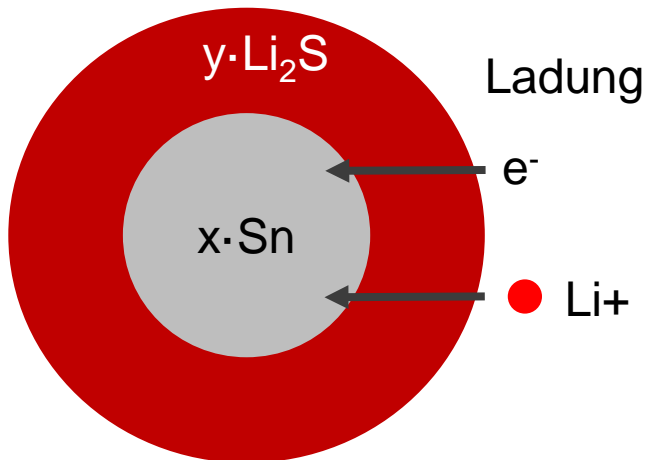
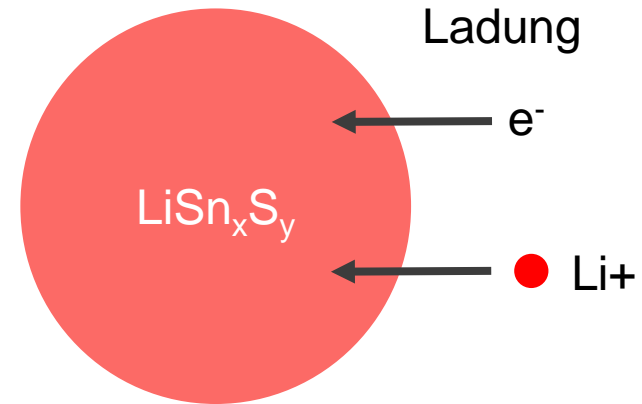
Wang et al., J. Electrochem. Soc. Vol. 161 No.11 p.F3019 (2014)

- Zinn weist eine enorme Volumenänderung ($> 255\%$) während der Lithiierung auf
- Diese erfolgt aufgrund der Bildung von thermodynamisch stabilen intermetallischen Li_xSn Phasen (Konversionsmechanismus) mit unterschiedlichen Dichten
- Riss-Bildung, Ausbreitung und Pulverisierung führen zu einer drastischen Abnahme der Zellenkapazität

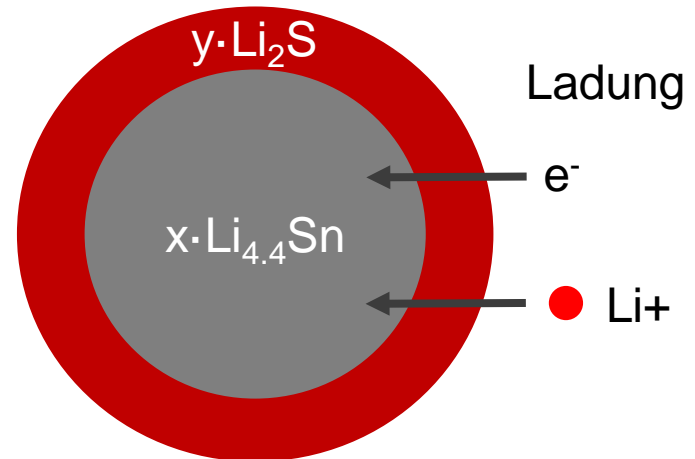
WARUM ZINN SULFIDE?



Interkalation

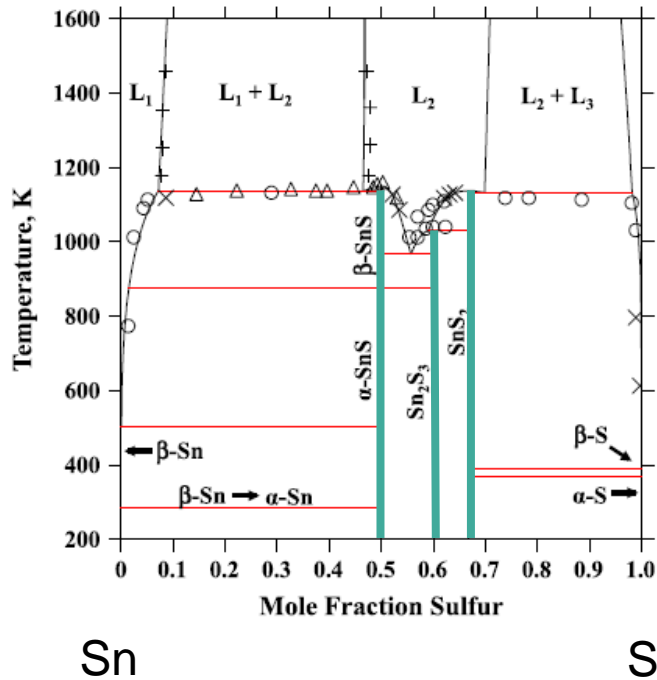


Konversion



Legierungsbildung

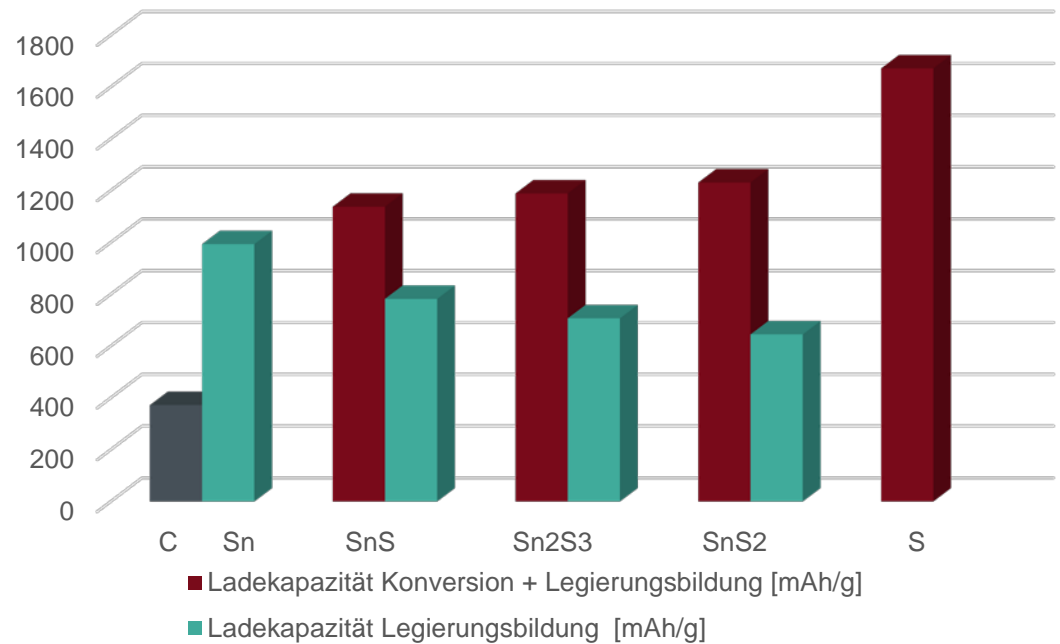
MATERIALSYSTEM SN-S





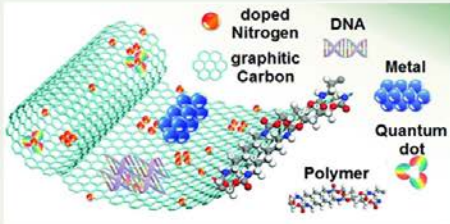
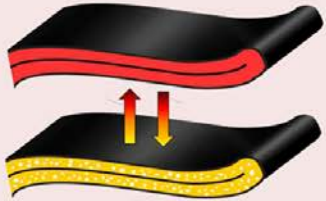


Lindwall et al., Solar Energy Vol. 125 p.314 (2016)

Berechnete Phasengleichgewichte im Sn-S System

Ladepkapazitäten stabiler Sn-S Verbindungen in mAhg⁻¹

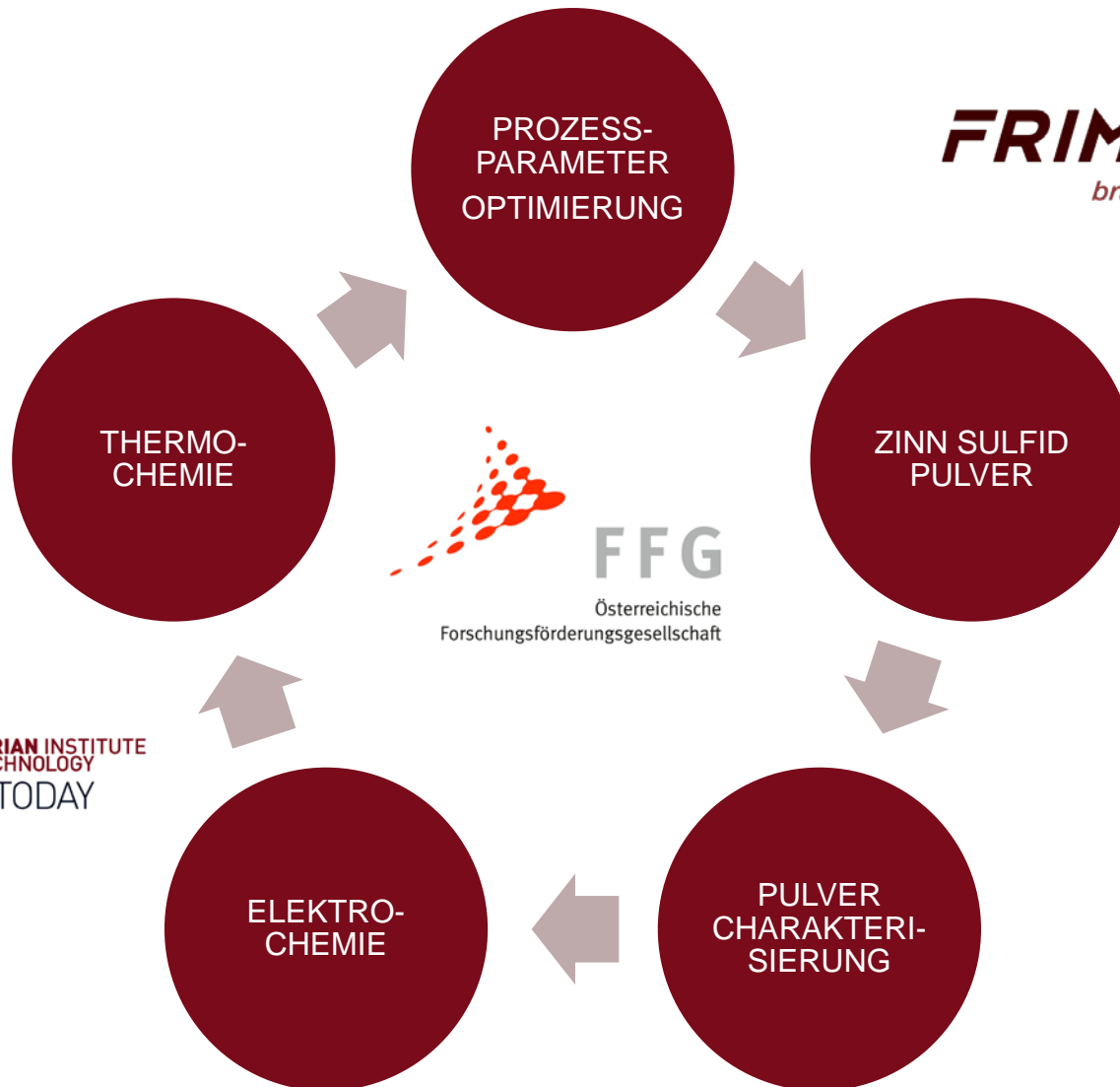


INNOVATIVE LÖSUNGSANSÄTZE

<p>(a) Dimension Reduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faster electron transport • Higher reactivity • Relieved stress & improved mechanical properties 	<p>(b) Composite Formation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductivity • Mechanical strength (structural support) 	<p>(c) Doping & Functionalization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faster ion & electron transport • Improved chemical & thermal stability 
<p>(d) Morphology Control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Improved structural stability • Faster ion, electron, & phonon transport • Modified reactivity 	<p>(e) Coating & Encapsulation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protection of electrode • Prevention of electrode decomposition • Stabilization of surface • Conductivity 	<p>(f) Electrolyte Modification</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation of passivation layer(s) on the surface of electrode(s) • Controlled solubility of active material(s) & decomposition product(s) 

PROJEKTZIELE GEMEINSAM MIT FRIMECO

FRIMECO
brakes the limits



METHODEN UND ANSÄTZE

- Thermodynamische Modellierung
 - Simulation des Einflusses der Prozessparameter auf die Phasengleichgewichte mithilfe der CALPHAD-Methode
- Charakterisierungsmethoden der Werkstoffchemie
 - Bestimmung der Phasenverhältnisse, der chemischen Zusammensetzung sowie Partikelmorphologie, Partikelgrößenverteilung, usw.
- Thermische Analyse
 - Messung von Phasenübergängen und deren Umwandlungstemperaturen
- In-Situ Dilatometrie
 - Messung der Volumenänderung während der Ladung bzw. Entladung
- Elektrochemische Messungen
 - Bestimmung der Lade- und Entladekapazitäten, Zyklenstabilität und Lebensdauer

INNOVATION

- Industrielle Produktion von hochreinen Zinnsulfiden für Batterieanwendungen
- Optimierung von Prozessparametern zur Herstellung von Zinnsulfiden mit gezielten elektrochemischen Eigenschaften für LIB
- Einbringung einer elektrisch leitenden Kohlenstoff-Matrix zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des Anodenmaterials
- Herstellung eines Slurrys zur Aufbringung/Auftragung der Zinnsulfide auf einen Stromableiter –Elektrodenherstellung
- Beschichtung von Elektrodenmaterialien im industriellen Maßstab mithilfe einer Pilot-Anlage
- Anfertigung und Prüfung von Pouchzellen

THANK YOU!

Dr. Damian M. Cupid, 16.04.2018

