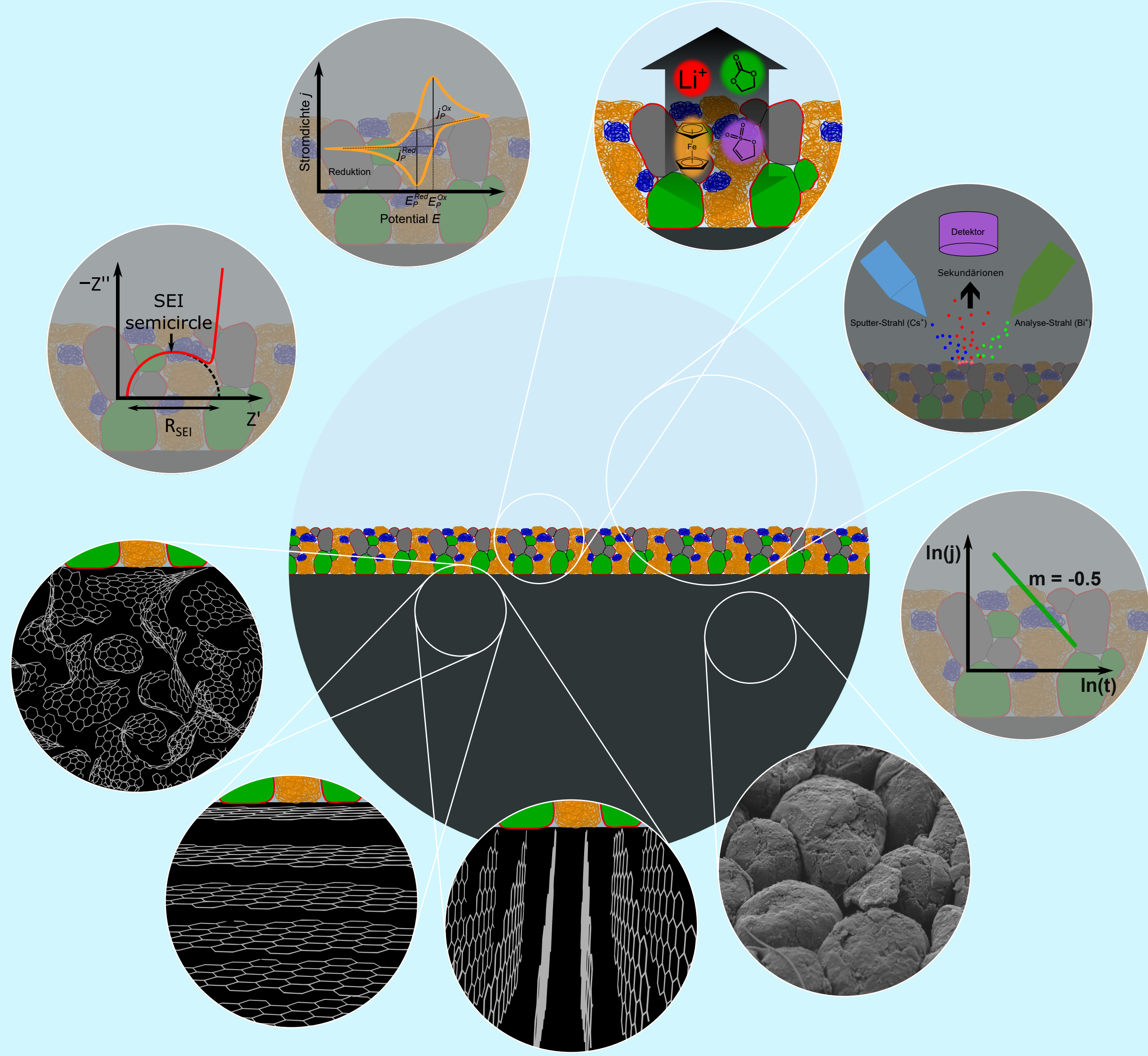


Die spannende Welt der Lithiumionen-Batterien

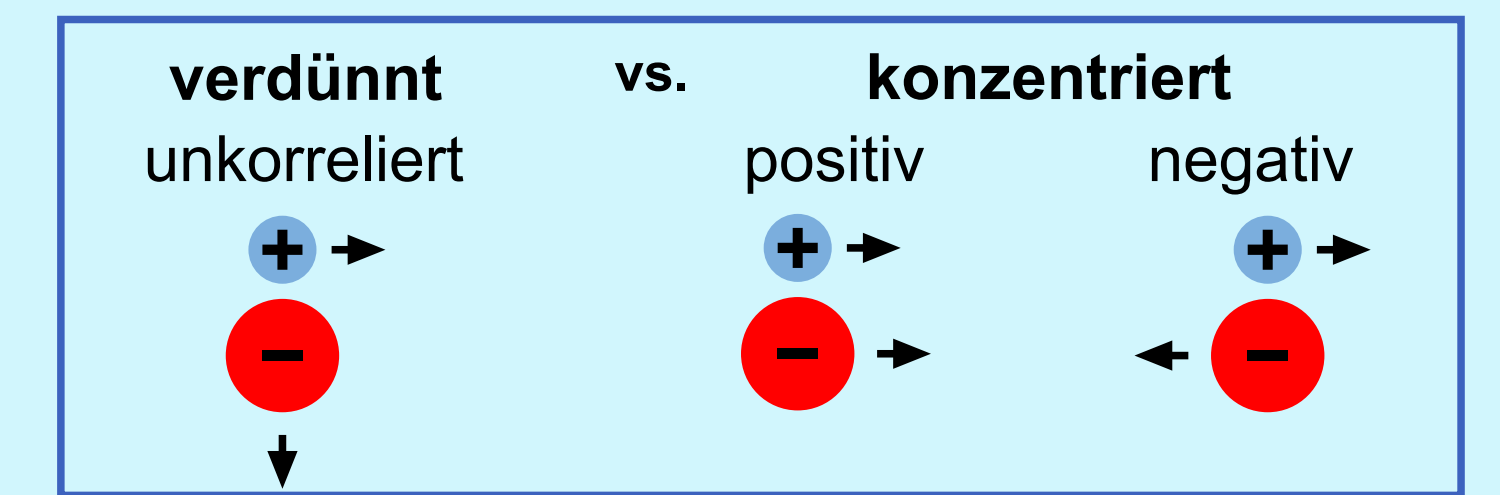
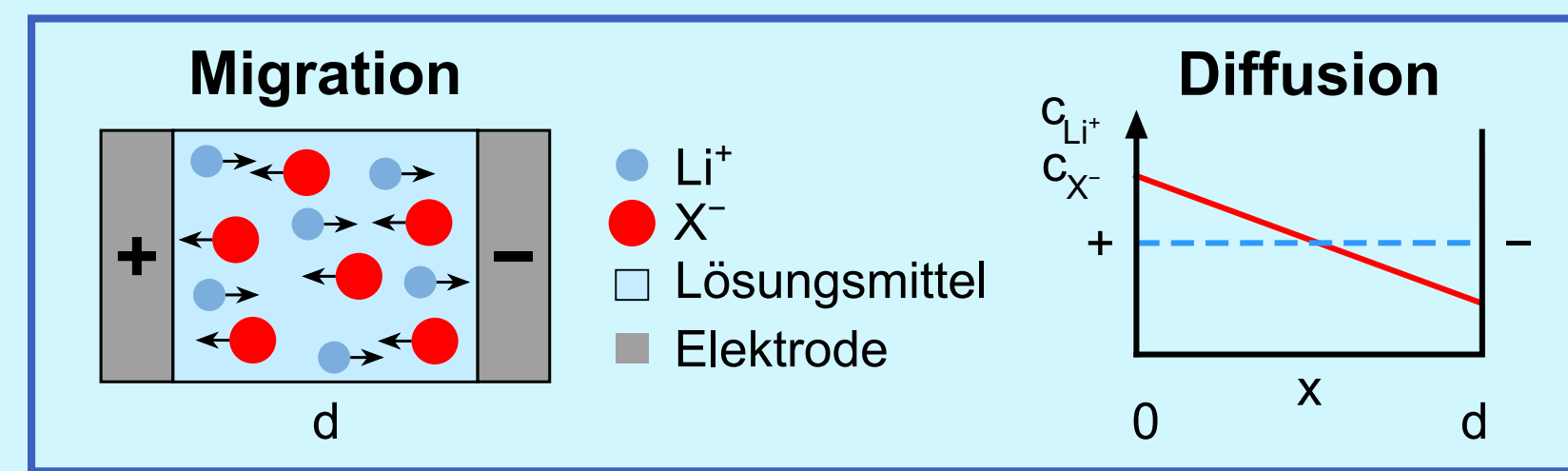
Solid Electrolyte Interphase (SEI) [1,2]

Passivierungsschicht auf der Anode in einer LIB

- Idealfall:** → Selektiver Ionenleiter für Li⁺-Ionen
→ Unterdrückt weitere Elektrolytzersetzung
- Realität:** → Kontinuierliche Zersetzung, Zellalterung
→ Komplexer, heterogener Aufbau
→ Stofftransport und Alterung nicht vollständig geklärt



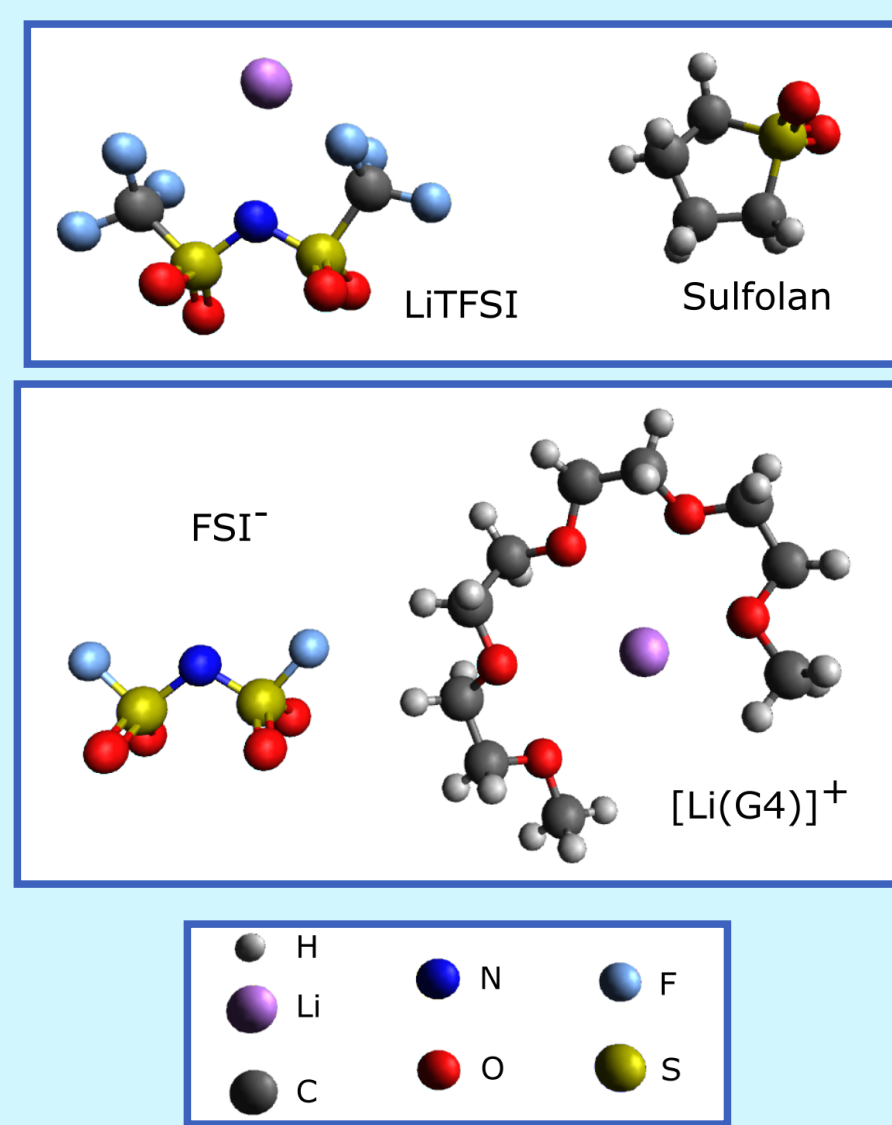
Ionentransport in konzentrierten Flüssigelektrolyten [3,4]



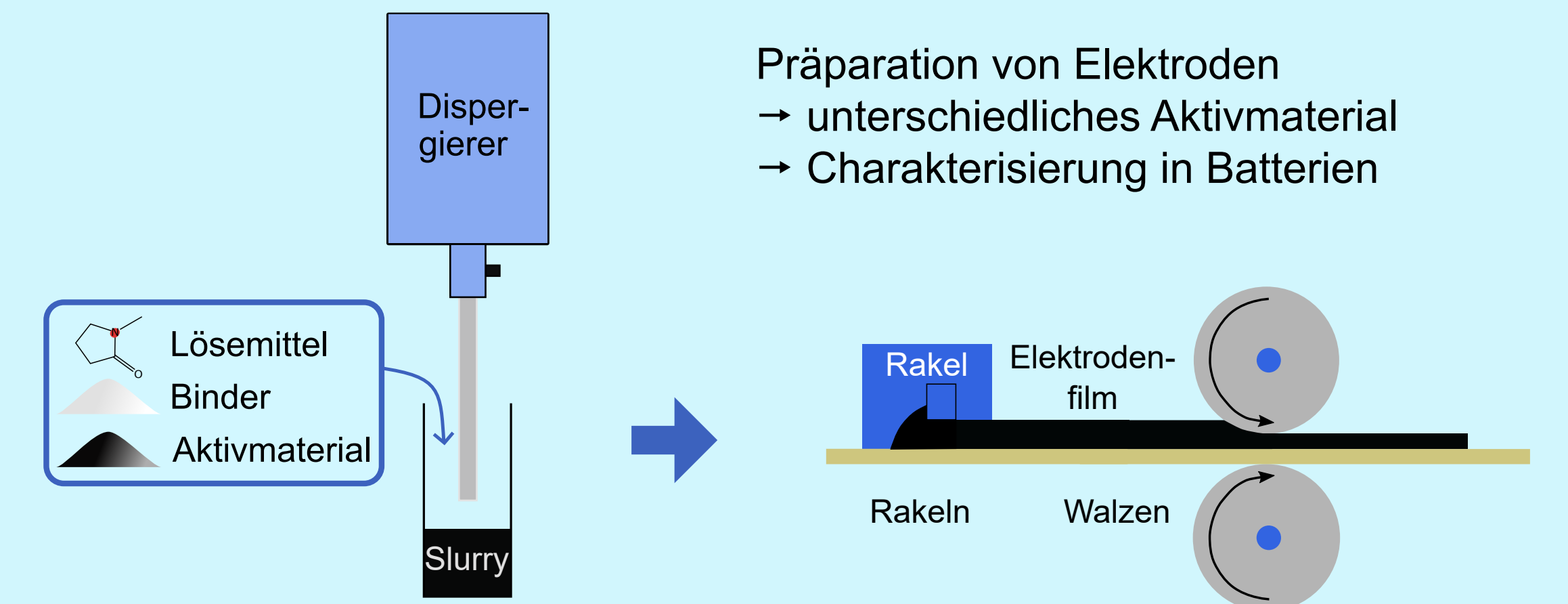
Konzentrierter Elektrolyt: wenig freies Lösungsmittel
→ Bewegung der Ionen stark korreliert
→ Einfluss auf Ladungs- und Massentransport

Bestimmung verschiedener Transportparameter des Elektrolyten (σ_{ion} , D_{salt} , t_{Li^+})
→ Charakterisierung der Ionenkorrelationen
→ Einordnung des Ladungs- und Massentransports

Beispiele Elektrolyte:



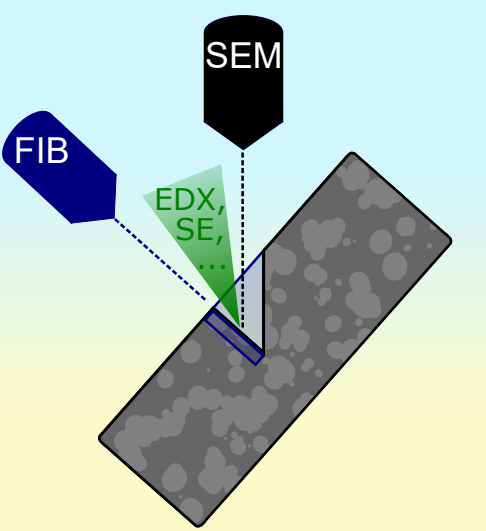
Kompositelektrodenschichten [5]



Präparation von Elektroden
→ unterschiedliches Aktivmaterial
→ Charakterisierung in Batterien

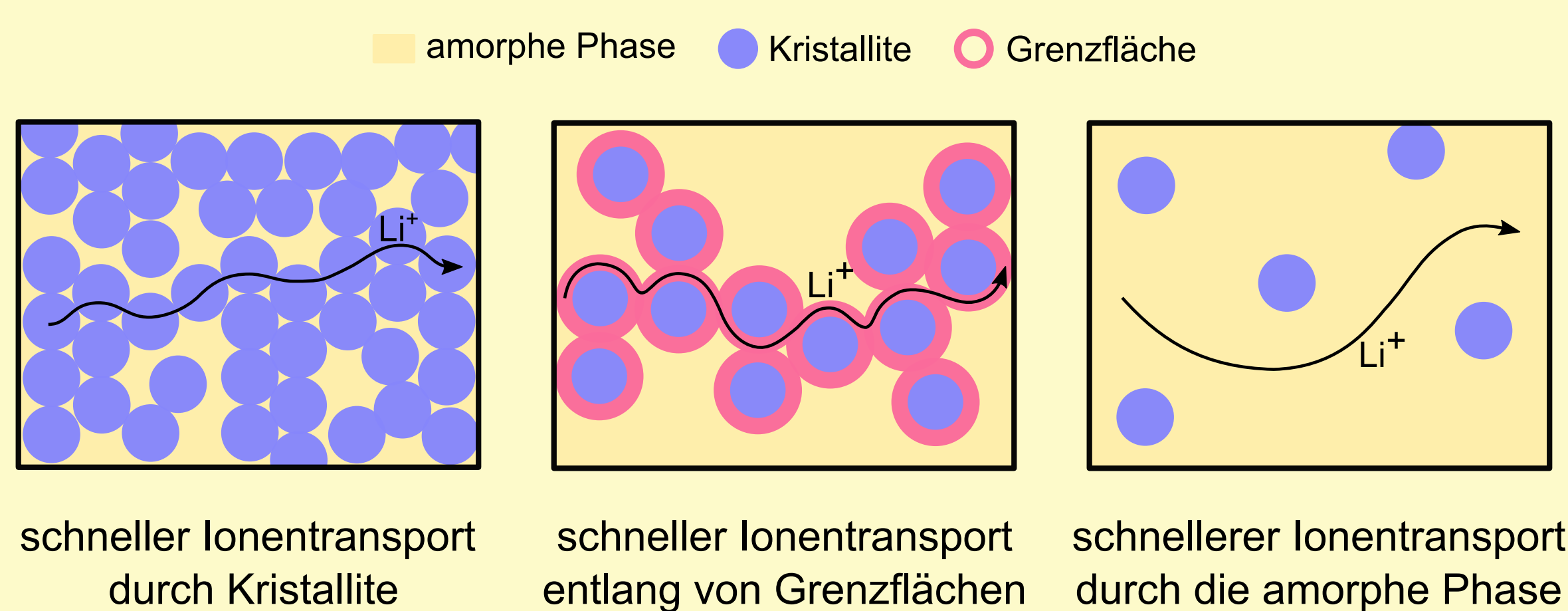
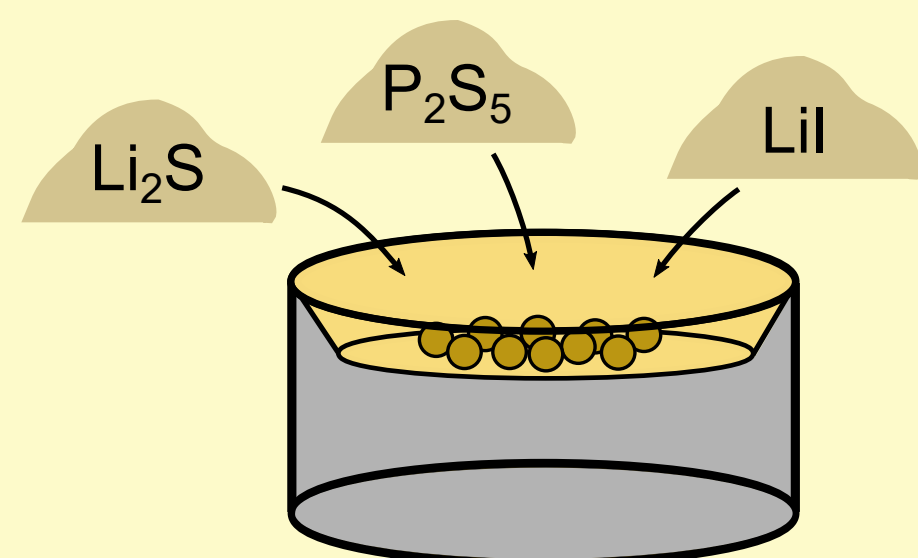
Fokussierter Ionenstrahl Sekundärelektronenmikroskopie [6]

Untersuchung an flüssigen Batterien und Festkörperbatterien
→ Pulver, Elektroden und Kompositkathoden
→ Querschnitte und Oberflächen
→ Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX)

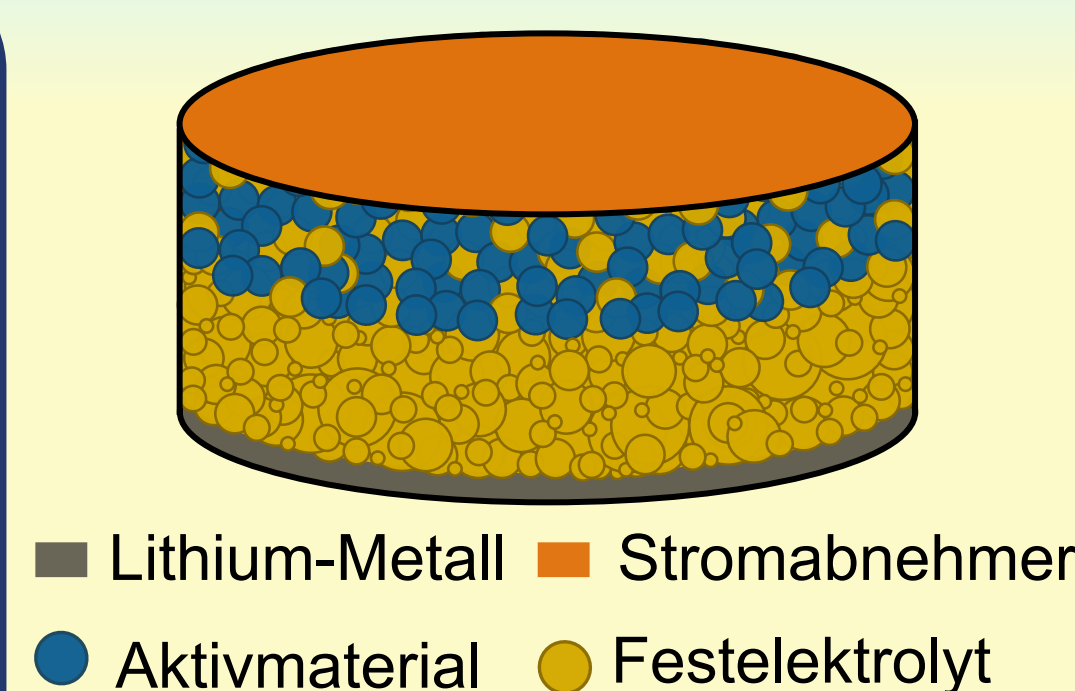
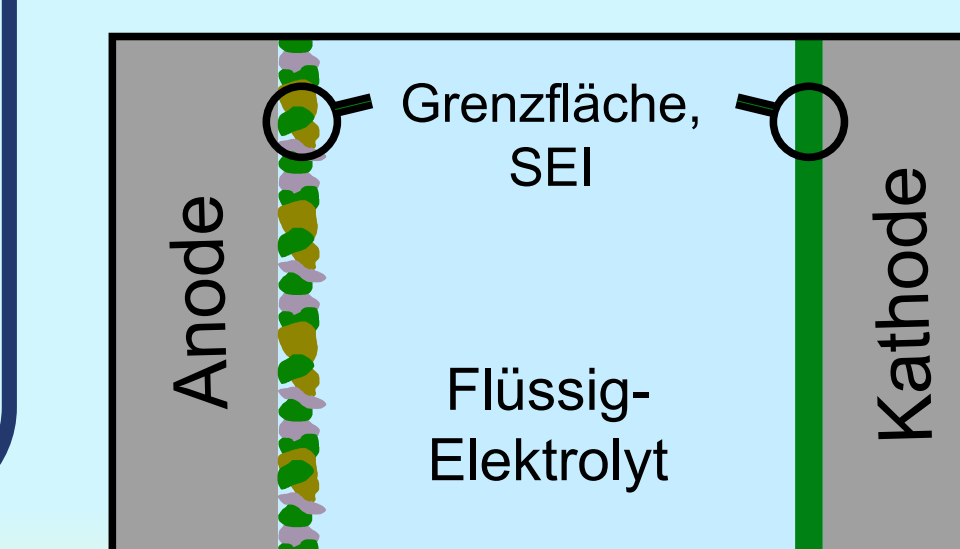


Charakterisierung von Festelektrolyten [7,8]

- Sulfidische und halidische Festelektrolyte
- Synthese via Kugelmühle
→ Li₂S-P₂S₅-LiI System
→ Li_{5,3}PS_{4,3}ClBr_{0,7}
→ Li_{2,5}Y_{0,5}Zr_{0,5}Cl₆
- Unterschiedlicher Lithiumionentransport



schneller Ionentransport durch Kristallite schneller Ionentransport entlang von Grenzflächen schnellerer Ionentransport durch die amorphe Phase

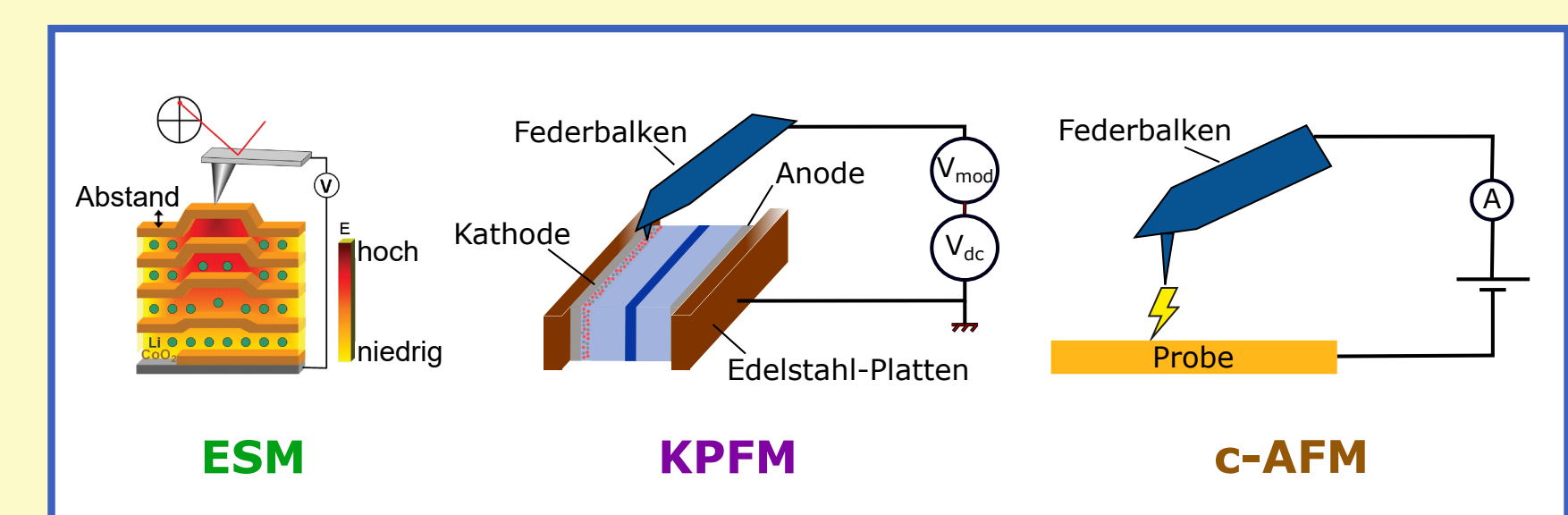


Rasterkraftmikroskopie (AFM) [9,10]

AFM als Grundlage zur Bestimmung zusätzlicher elektrochemischer Eigenschaften:

- Elektrochemische Verformungsmikroskopie (ESM):
• Untersuchung des lokalen Ionentransportes in Elektrodenmaterialien
- Kelvin-Rastersondenmikroskopie (KPFM):
• Bestimmung des Oberflächenpotentials (Volta-Potential in der Elektrochemie)
- Leitfähigkeits-Rasterkraftmikroskopie (c-AFM):
• Messung von lokalen elektrischen Strömen

→ Charakterisierung von Kompositkathoden in unterschiedlichen Ladezuständen.

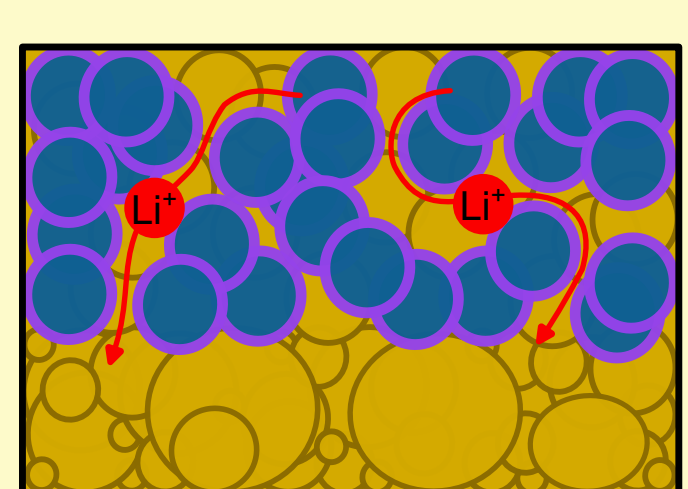


Untersuchung von Festkörperbatterien [11,12]

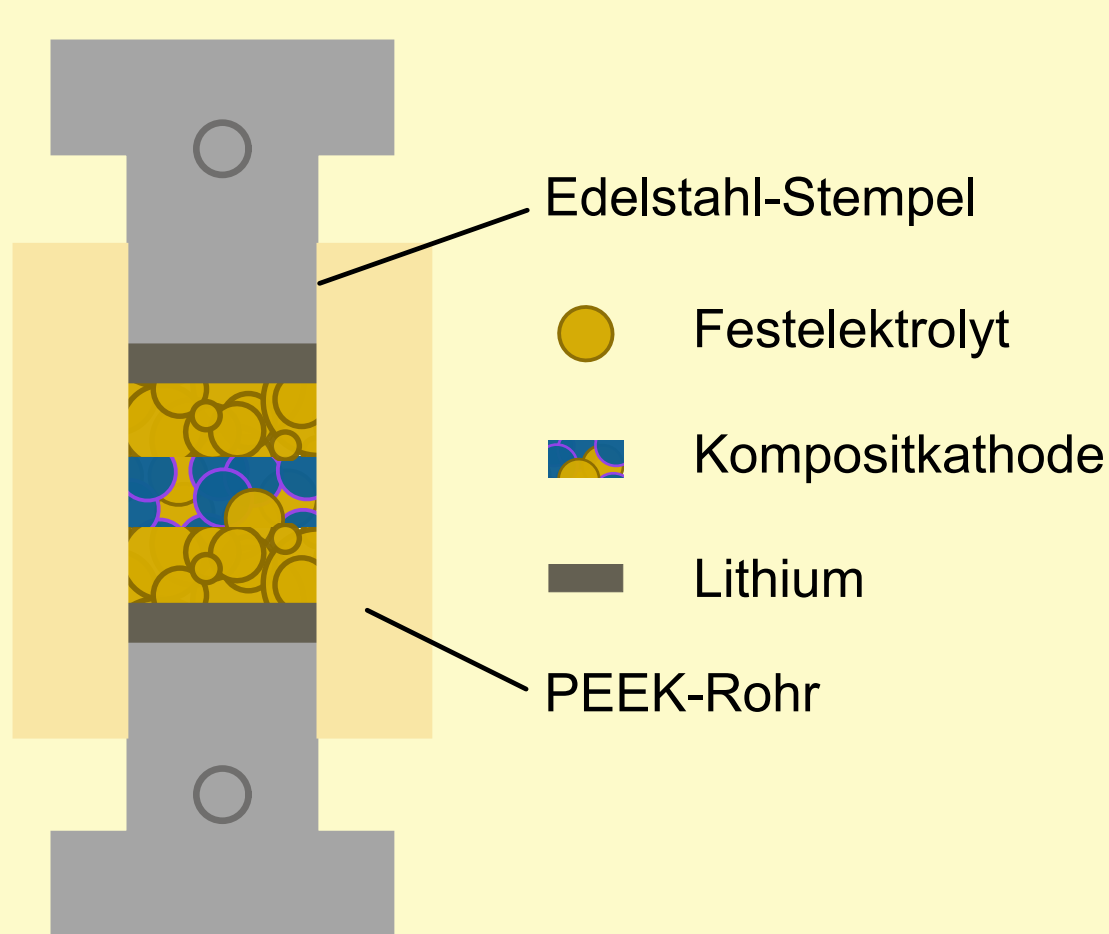
Bestimmung der Tortuosität in Kompositkathoden

Was ist die effektive Tortuosität?

Weg, den die Lithiumionen zurücklegen, wobei Umwege, wie Poren oder Engstellen, mit berücksichtigt werden



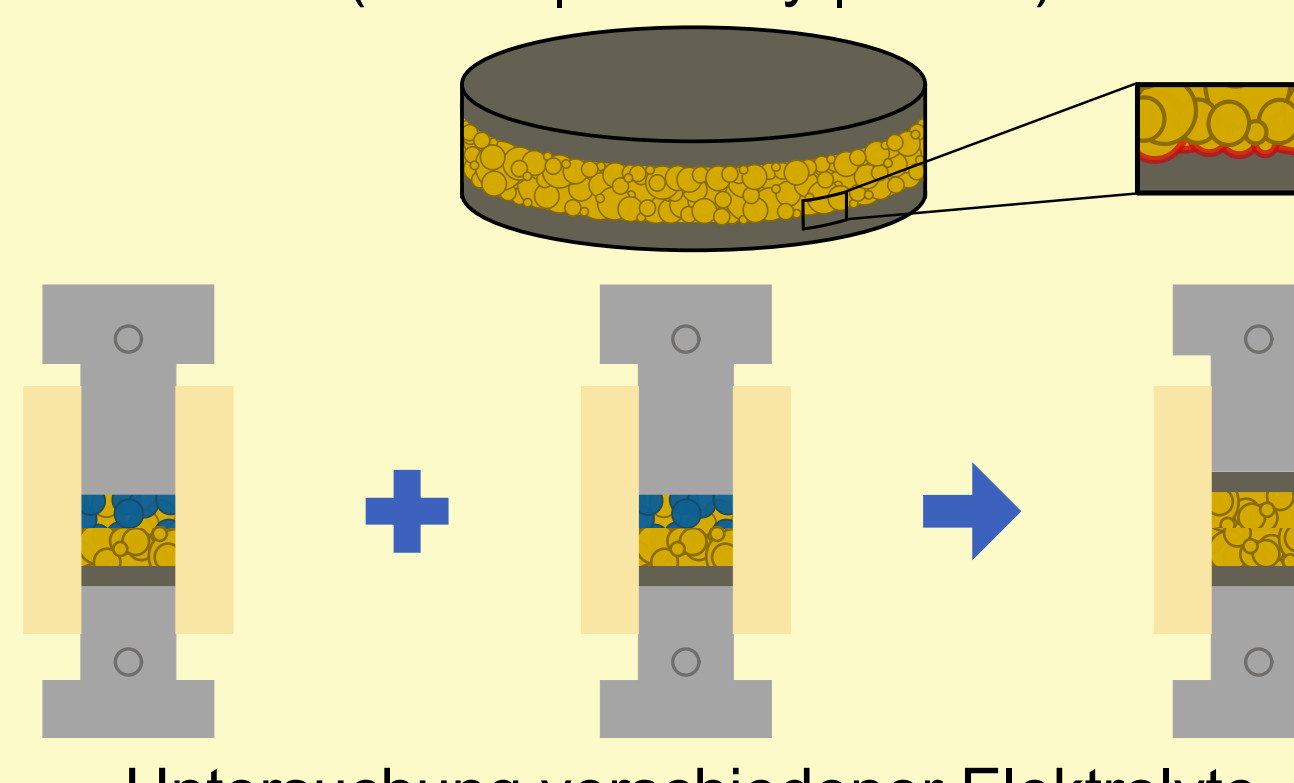
- Aktivmaterial, z.B. NMC
- Festelektrolyt
- ionisch leitfähige Beschichtung
- verwendene Li⁺ Pfade



Untersuchung der Grenzflächen

Grenzfläche Anode|Elektrolyt

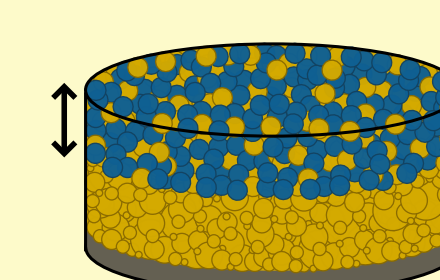
Untersuchung symmetrischer Zellen (Anode|Elektrolyt|Anode)



Untersuchung verschiedener Elektrolyte sowie Druck der Batteriezelle

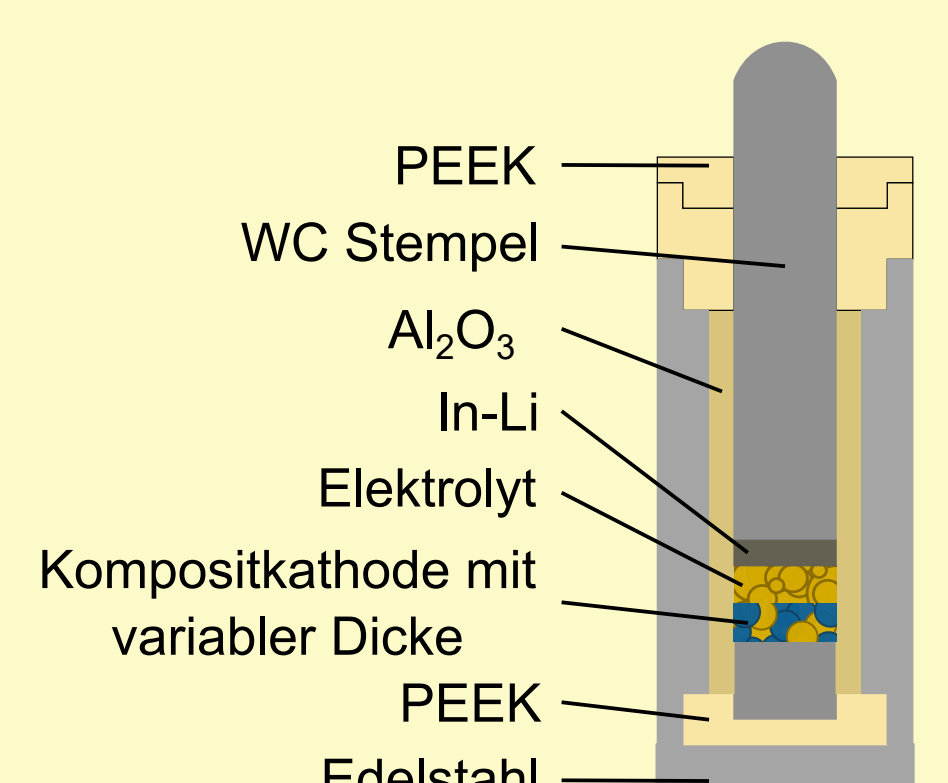
Grenzfläche Kathode|Elektrolyt

Variation der Kathodendicke



Untersuchung verschiedener Aktivmaterialien wie LiCoO₂ und LiNi_{1-y-z}Mn_yCo_zO₂

Einfluss der Synthesemethode von LiNbO₃-Beschichtungen auf dem Aktivmaterial



→ Untersuchung via elektrochemischer Impedanzspektroskopie (EIS)

Literatur

[1] P. J. F. Harris, *Philos. Mag.* 2004, 84 (29), 3159–3167.
 [2] F. T. Krauss, I. Pantenburg, B. Roling, *Adv. Mater. Interfaces* 2022, 9, 2101891.
 [3] F. Wohde, M. Balabajew, B. Roling, *J. Electrochem. Soc.* 2016, 163 (5), A714–A721.
 [4] D. Dong, F. Sälzer, B. Roling, D. Bedrov, *PCCP* 2018, 20 (46), 29174–29183.
 [5] M. Cronau, A. Paulus, L. P. Pescara, M. Kroll, D. Renz, J. A. Mekontso, A. Marx, B. Roling, *Batteries & Supercaps* 2022, 5, e202200194.
 [6] B. Song, T. Sui, S. Ying, L. Li, L. Lu, Li A. M. Korsunsky, *J. Mater. Chem. A* 2015, 3, 18171–18179.
 [7] V. Miß, S. Neuberger, E. Winter, J. O. Weiershäuser, D. Gerken, Y. Xu, S. Krüger, F. di Capua, M. Vogel, J. Schmedt auf der Günne, B. Roling, *Chem. Mater.* 2022, 34 (17) 7721–7729.
 [8] S. V. Patel, S. Banerjee, H. Liu, P. Wang, P.-H. Chien, X. Feng, J. Liu, S. P. Ong, Y.-Y. Hu, *Chem. Mater.* 2021, 33, 1435–1443.
 [9] S. Kalinin, N. Balke, S. Jesse, T. Tselev, A. Kumar, T. M. Arruda, S. Gao, *Mater. Today* 2011, 14, 548–558.
 [10] H. Masuda, N. Ishida, Y. Ogata, D. Ito, D. Fujita, *Nanoscale* 2017, 9, 893.
 [11] V. Miß, A. Ramanayagam, B. Roling, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2022, 14 38246–38254.
 [12] N. Kaiser, S. Spannenberger, M. Schmitt, M. Cronau, Y. Kato, B. Roling, *J. Power Sources* 2018, 396, 175–181.