

Ionogele für Lithium-Ionen-Zellen

Sichere Batterien durch innovative Materialien

R. Löwe, T. Hanemann, A. Hofmann

Zusammenfassung

Durch den Einsatz der neuen Stoffklasse von Nanopartikel-IL-Hybridmaterialien als Feststoffelektrolyten wird die Sicherheit von Lithium-Ionen-Zellen signifikant erhöht.

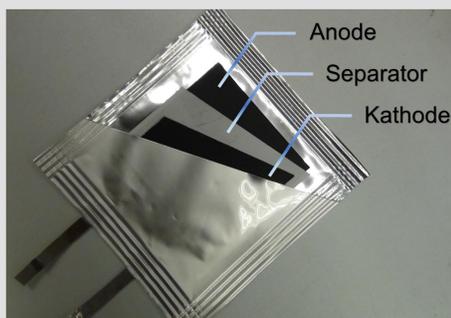
Als Matrixkomponenten werden genutzt:

- Polymerisierbare Ionische Flüssigkeiten (IL)
- Anorganische Füllstoffe
- Stabile Lithium-Leitsalze
- Additive zur Verbesserung der Lithium-Ionen-Zelle

Auf den Einsatz von leicht entflammaren organischen Lösungsmitteln und zersetzungsempfindlichen Leitsalzen (LiPF_6) wird verzichtet.

Motivation

Handelsübliche Lithium-Ionen-Zellen sind durch eine hohe Energiedichte gekennzeichnet. Durch Alterungsprozesse oder mechanischen Stress kann es zum Kurzschluss und Umwandlung der chemischen Energie in Wärme kommen. Es werden brennbare und giftige (HF) Gase freigesetzt.



Aufbau einer Zelle



Durchgehende Zelle

➔ **Neue Materiallösungen notwendig zur Erhöhung der Sicherheit und Erweiterung der Batterieanwendungen**

Überlegenheit der neuen Materialien

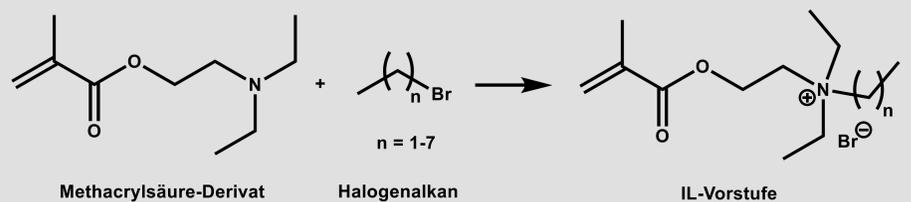
Ionogele: Mit Nanopartikeln gelierte Ionische Flüssigkeiten

Vorteile von polymerisierten Ionogelen als Elektrolyt:

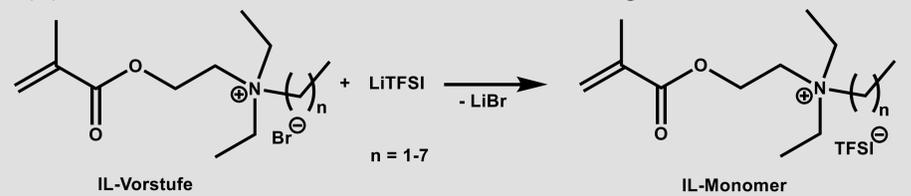
- Nicht brennbar
- Sicher gegen Auslaufen der Zellen
- Breites elektrochemisches Fenster
- Erschließung neuer Anwendungsbereiche von Lithium-Ionen-Batterien, z.B. in der Luft- und Raumfahrt
- Erweiterung des Verwendungsspektrums der Membranen außerhalb der Batterietechnik, z.B. als Filtrationsmembran

Synthese der Ionischen Flüssigkeiten

(1) Menshutkin-Reaktion



(2) Anionenmetathese zur Ionischen Flüssigkeit



➔ **Gesamtausbeute auf ca. 90 % optimiert**

Herstellung von Ionogelen

Aufbau von kovalenten Netzwerken durch schnelle und kostengünstige *in situ* – Photopolymerisation:

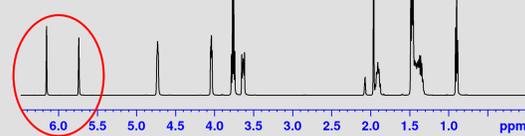
IL + Initiator + Leitsalz + Additive

Homogenisieren

UV-Belichtung (5 min)

Ionogel

- Direkte Nutzung als Elektrolytmembran
- Durchführung von Zelltests



^1H NMR-Spektrum eines IL Monomers vor der Polymerisation

Vollständiger Abbau der Doppelbindungen

^1H NMR-Spektrum nach der Polymerisation

Vielfältige Variationen der Ionogele in:

- Art und Kettenlänge der Substituenten am Ammoniumion
- Art und Konzentrationen des Leitsalzes im Ionogel
- Initiatorkonzentration (Kettenlänge der Polymerketten)
- Art und Größe der Nanopartikel

Fazit und Ausblick

- Umfangreiche Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der IL
- Optimierung der Materialeigenschaften von Ionogelen
- Untersuchung der Zyklenstabilität
- Sicherheitstests – Materialverhalten in Extremsituationen



M. Sc. Robert Löwe
Phone: +49 721 608-24111
E-Mail: robert.loewe@kit.edu

Gefördert durch



Deutsche
Forschungsgemeinschaft



IMTEK

