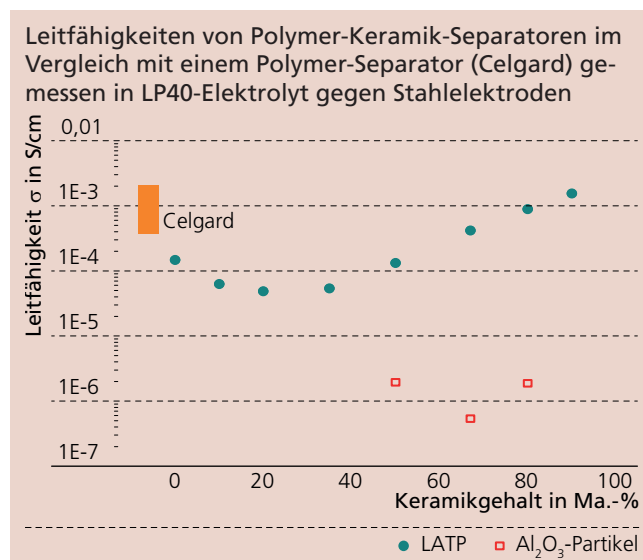


NEUE WERKSTOFFE FÜR LITHIUM-IONEN LEITENDE FESTELEKTROLYTE

Dr. Axel Rost, Dr. Katja Wätzig, Dipl.-Ing. Dörte Wagner, Dr. Jochen Schilm, Dr. Mihails Kusnezoff

Die Energieversorgung für mobile Consumer-Endgeräte, stationäre Energiespeicher und die Elektromobilität stellen hohe Anforderungen an die Entwicklung leistungsfähiger Akkumulatoren. Bei Lithium-Ionen-Batterien sind nur noch inkrementelle Verbesserungen bei Energiedichten, Betriebsspannungen, Lade- und Entladeraten realisierbar. Neue Batteriekonzepte wie z. B. Lithium-Schwefel-Zellen oder Festkörperbatterien sollen diese Grenzen überwinden. Separatoren zur Trennung von Anoden- und Kathodenraum beeinflussen die Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Betriebssicherheit aller Batteriekonzepte. Abhängig vom Batterietyp müssen sie entweder zwingend oder optional eine Leitfähigkeit für Lithium-Ionen aufweisen und gleichzeitig eine Barriere für den Elektronendurchgang bilden, um die Funktionalität der Batterie zu ermöglichen oder zu verbessern. Polymere Separatoren in Kombination mit flüssigen Elektrolyten halten den Anforderungen hinsichtlich thermischer und chemischer Stabilität nicht stand und können die Bildung von Lithium-Dendriten im Inneren der Batterie nicht zuverlässig unterbinden, was deren Lebensdauer erheblich beeinträchtigt. Keramische Materialien z. B. im System $\text{Li}_{1-x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ (LATP) mit Leitfähigkeiten bis $4 \cdot 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ bei 25°C für Lithium-Ionen sowie hoher thermischer und mechanischer Stabilität eignen sich als Festelektrolyt und Separatoren. Ihre Herstellung in Pulverform kann über die Schmelze einer Glasfritte mit anschließender Mahlung, die Festphasensynthese oder den Sol-Gel-Prozess erfolgen. Die gewählte Herstellungsrouten und die stöchiometrische Zusammensetzung beeinflussen dabei erzielbare Partikelformen bzw. -größen und Sinteraktivitäten der Pulver. Die Verwendung von Li^+ -leitenden Pulvern als Füllstoff in porösen, polymergebundenen Folien erlaubt die Herstellung von Separatoren, die im Vergleich zu nichtleitenden, keramischen Pulvern (z. B. Al_2O_3) deutlich höhere Leitfähigkeiten aufweisen (Diagramm). Für

neue Batteriekonzepte wie z. B. Festkörperbatterien fungieren dicht gesinterte Substrate gleichzeitig als Separator und Festelektrolyt, um die Trennung von Anode und Kathode sowie die Ionenleitfähigkeit zu gewährleisten. Entscheidend für defektfreie Gefüge sind neben geeigneten Pulvereigenschaften die Sinterbedingungen, die Korngrößen $< 2 \mu\text{m}$ ermöglichen (Bild 2). Über das Foliengießverfahren können Substrate mit Dicken von weniger als $150 \mu\text{m}$ hergestellt werden, die Leitfähigkeiten bis $2 \cdot 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ bei 25°C aufweisen (Bild 1).



- 1 Foliengegossene, gesinterte vollkeramische Festelektrolyte.
- 2 Feinkörniges, dichtes Gefüge eines LATP-Festelektrolyten.