

# Festelektrolyt-Substrate für Natrium-Batterien

Dipl.-Ing. Rafael Anton, M.Sc. Ansgar Lowack, Dr. Dörte Wagner, Dr. Jochen Schilm, Dr. Kristian Nikolowski, Dr. Mihails Kusnezoff, Dr. Mareike Partsch

Auf Natrium (Na) basierende Batteriekonzepte gelten mit ihrer guten und umweltfreundlichen Rohstoffverfügbarkeit als kostengünstige Alternativen zu Lithium-Batterien. Eine vielversprechende Technologie ist die Natrium-Festkörperbatterie. Im Gegensatz zu herkömmlichen Akkumulatoren werden die Elektroden hier durch einen festen keramischen Ionenleiter und nicht durch einen flüssigelektrolytgetränkten Separator getrennt. Aufgrund dichter Gefügestrukturen und einer Redoxstabilität ist eine sichere Verwendung von metallischem Natrium als Anode möglich. Dies ermöglicht höhere theoretische Energiedichten als in kommerziellen Li- oder Na-Ionenakkumulatoren. Aus der stationären Energiespeicherung bei 300 °C in Natrium-Schwefel- und ZEBRA-Batterien sind die oxidischen Keramiken Beta-Aluminat und NASICON als prominente Kandidaten für geeignete Na-Festelektrolyte bekannt. Am Fraunhofer IKTS wurden neuartige glaskeramische Festelektrolyte, sogenannte Natriumselektedsilikate (NaRSiO) entwickelt, die über die Pulverroute prozessiert werden können. Sie weisen mit 1050 bis 1120 °C eine geringere Sintertemperatur als Beta-Aluminat (> 1600 °C) und NASICON (> 1230 °C) auf. Im Fokus der Forschung steht die Realisierung dünner gesinteter NaRSiO-Substrate für den Einsatz in Natrium-Batterien.

Am Fraunhofer IKTS sind Glasschmelzen sowie diverse Mühlen für die Herstellung des Pulvers im Kilogrammabmaß verfügbar. Es wurden NaRSiO-Materialien mit der leitfähigen Phase  $Na_5RSi_4O_{12}$  (R = Yb, Y, Gd, Sm) synthetisiert, wobei sich die verschiedenen Seltenerdelemente unterschiedlich auf die Ionenleitfähigkeiten auswirken (Tabelle).

$\sigma$ , mS cm <sup>-1</sup>	NaYbSiO	NaYSiO	NaGdSiO	NaSmSiO
Pellet (1500 µm)	0,3	0,2	2,1	1,5
Folie (350 µm)	0,2	1,5	1,7	2,1

Die NaRSiO-Proben weisen vergleichbar hohe Leitfähigkeiten auf wie die bereits etablierten Beta-Aluminat und NASICON. Die Zyklierung einer Vollzelle mit einer gesinterten NaGdSiO-Folie als Separator zeigt einen hohen Kapazitätserhalt über 100 Zyklen.

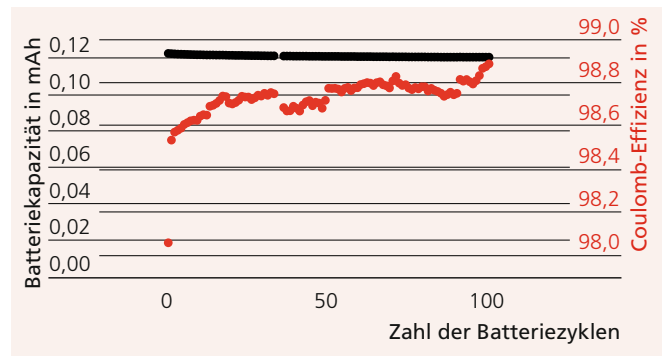


Bild 1: Zyklierung einer Vollzelle mit NaGdSiO-Festelektrolyt bei 30 °C.

Zur Herstellung dünner Substrate wurde die Foliengießtechnik genutzt, mit der eine Folie von ca. 200 µm Dicke und mehreren Metern Länge realisiert werden konnte. Die Folie wurde in kleinere Formate getrennt, um aus Gründen der mechanischen Stabilität jeweils zwei Folien miteinander zu verpressen. Für die Messungen wurden kreisrunde Folien mit einem Durchmesser von 20 mm ausgestanzt und gesintert. Trotz der Schwierigkeiten beim Sintern dünner keramischer Substrate, die sich in Verwölbung oder Rissen zeigen, können ebene und dichte Substrate mit guter Oberflächenqualität und Ionenleitung (Tabelle) hergestellt werden.

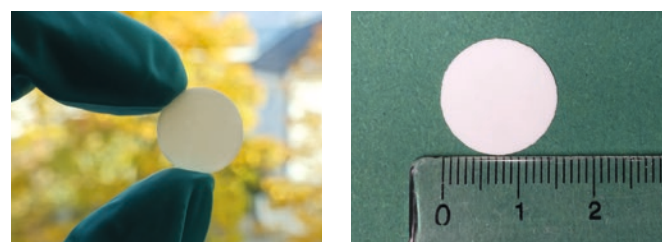


Bild 2: Querschnittsfläche von NaSmSiO-Substrat im Rasterelektronenmikroskop (oben), Aufnahmen des Festelektrolyts (unten).

Das Fraunhofer IKTS entwickelt neuartige Na-Batteriekonzepte und unterstützt Unternehmen bei der Materialsynthese sowie der Herstellung dünner ionenleitender Substrate durch Foliengießtechnologie bzw. Schichten über Dickschichttechnik.

