



Nanostrukturierte Zellkomponenten für reversible Energiespeicher mit verbesserter Lebensdauer (Superkondensatoren)

Prof. Dr. Peter Kurzweil, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden,
Fakultät MBUT, Labor für Elektrochemie

Neue umweltfreundliche Konzepte für leistungsfähige und effiziente Energiespeicher sind wichtige Bausteine der zukünftigen Energieversorgung. Elektrochemische Kondensatoren (sogenannte Super- oder Doppelschichtkondensatoren) sind die derzeit einzige Technologie, die besonders schnelle Lade- und Entladevorgänge in hoher Zahl zulässt. Superkondensatoren besetzen Marktsegmente der Elektro-, Energie- und Automobilindustrie sowie der Sicherheitstechnik.

Im Rahmen des Projekts wurde die praxisrelevante Fragestellung, wie erstens die Betriebsspannung und die Betriebstemperatur der Bauteile weiter erhöht werden können und zweitens welche technischen Maßnahmen die Lebensdauer im Dauerbetrieb verbessern, im Detail untersucht. Das Projekt verfolgte neuartige Konzepte für alterungsbeständige Doppelschichtkondensatoren in mobilen und stationären Energiespeicher-Anwendungen. Dazu dienten insbesondere nanoporöse Elektrodenmaterialien¹ und modifizierte Elektrolytsysteme. Grundlage der fortgeschrittenen Entwicklung war die Aufklärung der chemisch-technologischen Prozesse und Materialdefekte, die zur schleichenden Alterung führen.²

Die wichtigsten Projektergebnisse umfassen:

1. Charakterisierung vielversprechender Elektrodenmaterialien

- Nanomaterialien auf der Basis von carbidischem Kohlenstoff (Carbid Derived Carbon) erzielen eine hohe Energiedichte.
- Durch Laserthermolyse konnten erstmals nanopartikuläre Metalloxidhydrate aus salzartigen Vorstufen zum Einsatz als Aktivmaterial gewonnen werden.
- Grafitoxid wurde als Modellsubstanz zum Verständnis der Alterung von Kohlenstoffoberflächen identifiziert. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Oxidation von Kohlenstoffoberflächen im Verlauf der Alterung negativ auf die Speicherdichte auswirkt.
- Für die Elektrodenfertigung und die Anwendung bei erhöhten Temperaturen stellte sich das Bindersystem als kritische Komponente heraus.

2. Qualifizierung von Materialien und Komponenten

- Zersetzungsreaktionen und Alterungsprodukten an Elektroden, Separatoren und Elektrolyten im Realbetrieb wurden mit instrumenteller Analytik aufgeklärt.
- Langzeitversuche zeigten Mängel konventioneller und fortschrittlicher technischer Elektrolytsysteme auf.

¹ P. Kurzweil, *Electrochemical Double-Layer Capacitors*. In: J. Garche et al. (Eds.): *Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier; 2009. pp. 607–633; *Carbon Materials*, pp. 634–648.

² P. Kurzweil, M. Chwistek, Electrochemical stability of organic electrolytes in supercapacitors: Spectroscopy and gas analysis of decomposition products. *Journal of Power Sources* 176 (2008) 555–567.



3. Langzeittest von Doppelschichtkondensatoren unter hoher Temperatur und Spannung

- Zur Abschätzung der Lebensdauer im Zyklusbetrieb wurde ein Frühindikator identifiziert und in ein industrielles Qualitätssicherungsprogramm integriert.
- Eine neuartige voltammetrische Methode, mit der erstmals eine verlässliche Kapazitätsmessung möglich ist, wurde entwickelt und in die industrielle Anwendung transferiert.
- Alterungsmechanismen, die zur schleichenden Verschlechterung von Superkondensatoren führen, konnten aufgeklärt werden.

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit Material- und Bauteilherstellern durchgeführt und berücksichtigte bereits existierende industrielle Speicheranwendungen.



Nanostrukturierte Kohlenstoffmaterialien – die technologische Basis für neuartige Energiespeicher.