

# **Projekt „Super-Kon“**

## **Neue Super-Kondensatoren für die Energiespeicherung**

### **DAS VORHABEN**

Nach den Zielen der Energiepolitik der Bundesregierung soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Doch die Probleme, die mit der Gewinnung, Nutzbarmachung und Netz-Einspeisung regenerativer Energieformen einhergehen, sind vielfältig. So ist z.B. die Ausbeute von Wind- und Sonnenenergie stark wetter- und tageszeitabhängig, die Stromnetzauslastung ist ebenfalls variabel. Durch fehlende effektive Speichermöglichkeiten kann bisher nur ein Bruchteil des Potentials regenerativer Energien ausgenutzt werden.

Als Antwort auf diese Bedürfnisse wurde die Idee des „Super-Kon“-Energiespeichers geboren, dessen Grundlage die physikalische Speicherung von elektrischer Energie in Dünnschichtbauelementen ist.

Dafür wird ein neuartiges, zunächst auf die regionalen Marktanforderungen abgestimmtes, Super-Kondensator-Modul entwickelt, welches ein effektives, flexibles, ökologisches und sicheres System zur Energiespeicherung mit besonderem Fokus auf den regenerativen Energien (Windenergie, Energy Harvesting, Photovoltaik) darstellt.

Die Forschungen finden im Rahmen des ForMaT-Programms des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) statt. Mit diesem Förderprogramm will das BMBF Ergebnisse aus der öffentlichen Forschung besser und schneller für die Wirtschaft nutzbar machen und damit den Wissens- und Technologietransfer befördern.

### **STAND DER TECHNIK**

Bisher dienen hauptsächlich Akkumulatoren als Speicher von Elektroenergie, die allerdings aufgrund ihrer chemischen Arbeitsweise spezifische Eigenschaften aufweisen, die zum Teil problematisch sind (begrenzte Lebensdauer, Memoryeffekt, begrenzter Temperatureinsatzbereich, Probleme bei Überlastspitzen und Tiefentladungen, Erwärmung bei schnellen Ladezyklen, ökologisch nicht unbedenklich).

Kondensatoren dagegen können sehr schnell ge- und entladen werden und erlauben viele Tausende Lade-/Entladezyklen. Die gespeicherten Energiedichten sind allerdings bisher noch deutlich geringer als bei Akkus.

Als Kondensatorsysteme werden derzeit hauptsächlich keramische Vielschichtkondensatoren, Folienkondensatoren sowie Doppelschichtkondensatoren eingesetzt. Alle Typen besitzen bestimmte Vor- und Nachteile (keramische Kondensatoren: hohe Permittivitäten, temperaturstabil, geeignet für hohe Frequenzen, spröde, schwer verarbeitbar; Polymer-Folienkondensatoren: höhere Spannungsfestigkeiten, sehr geringe elektrische Leitfähigkeit, leicht form- und prozessierbar, nur geringe Permittivitäten; Doppelschichtkondensatoren: geringe Ladespannung, begrenzter Temperaturbereich). Die Nachteile gilt es, möglichst zu überwinden.

### **DIE ZIELE**

Das Hauptziel des „Super-Kon“-Projektes besteht darin, mit neuartigen Kondensatoren aus Kompositmaterialien (0–3-Komposite) vergleichbare Energiedichten wie die von verfügbaren, aber in der Anwendbarkeit begrenzten, Doppelschichtkondensatoren (Supercaps) zu erreichen und dabei die spezifischen Vorteile der Super-Kondensatoren nutzbar zu machen.

Diese Vorteile sind im Wesentlichen:

- robust
- keine nennenswerte Alterung, sehr hohe Lebensdauer
- deutlich höhere Ladespannungen (> 10 V)
- thermische Stabilität (Betriebstemperaturen > 60 °C realisierbar)
- keine Kühlvorrichtungen notwendig (dadurch Speicherung von höheren Energiemengen pro Gewicht bzw. Volumen möglich)
- schnelle Lade- und Entladezyklen
- hoher Wirkungsgrad
- ökologisch unbedenklich, Schonung der Umwelt
- geringe Herstellungskosten, geringe Wartungskosten, keine Verschleißteile.

## DIE FORSCHUNG

Um den Nachteil der geringen Energiespeichermengen von Kondensatoren zu beseitigen, müssen für unser Vorhaben, Dielektrika mit einer hohen Permittivität, einer möglichst hohen Durchbruchspannung, sowie geringer Dichte entwickelt werden.

Der innovative Ansatz des vorliegenden Konzeptes basiert auf dem Einsatz von Kompositmaterialien als Dielektrika. Durch die Herstellung neuartiger 0–3-Komposite sollen die positiven Eigenschaften der beiden Materialklassen, Keramiken und Polymere, vereinigt werden. Dazu werden Nanopartikel etablierter Dielektrika wie BaTiO<sub>3</sub> sowie auch neuer Verbindungen, die jeweils eine spezifische Oberflächenbeschichtung erhalten, in eine organische oder auch anorganische Matrix eingebettet. Diese werden anschließend zu dünnen Filmen verarbeitet, die durch das Aufbringen dünner Metallelektroden elektrisch kontaktiert werden.

Vorarbeiten und theoretische Berechnungen haben gezeigt, dass die eingebetteten Komposite eine drastische Steigerung der speicherbaren Ladung im Vergleich zum reinen Matrixmaterial ermöglichen, während sich diese Kompositmaterialien ähnlich gut wie reine Polymere verarbeiten lassen.

Die Skalierbarkeit der Kondensatorsysteme soll durch einen modularen Aufbau gewährleistet werden. Dabei wird eine große Anzahl identischer kleiner Kondensatoren zu größeren Baueinheiten zusammengefasst. Der Vorteil dieser Herangehensweise besteht in der einfacheren technischen Realisierbarkeit sowie in geringen Reparatur- und Wartungskosten, da bei einem technischen Defekt nur das jeweils betroffene kleine Modul ausgewechselt werden müsste.

Die Verwendung ökologisch unbedenklicher Materialien stellt einen weiteren Vorteil unseres Ansatzes dar, verglichen mit klassischen keramischen Kondensatoren, die häufig auf bleihaltigen Verbindungen wie Blei-Zirkonat-Titanat basieren.

Die Arbeiten werden im Rahmen eines aus den Wissenschaftlern der beteiligten Arbeitsgruppen neu formierten Innovationslabors durchgeführt, welches die Expertise der Kooperationspartner optimal bündeln sowie Synergie-Effekte nutzbar machen soll. Der prinzipielle Ablauf der Forschung im Innovationslabor lässt sich in die vier Schritte Synthese, Schichtdeposition, Kontaktierung und physikalische Charakterisierung mit einer direkten Rückkopplung zur Bauelementeoptimierung einteilen. Die einzelnen Schritte sind dabei eng miteinander verzahnt.

Schwerpunkt der Arbeiten der *AG Festkörperchemie* ist die Synthese und Modifizierung von Dielektrika, deren Einbettung in eine geeignete Matrix sowie die Darstellung von dünnen Filmen. Die *AG am Interdisziplinären Zentrum für Materialwissenschaften* befasst sich mit der Realisierung von Teststrukturen, deren struktureller Diagnostik sowie der Fertigung von Labormustern der vollständigen Kondensatorstruktur. Die *AG Physik ferroischer Materialien* beschäftigt sich mit der physikalischen Charakterisierung der dielektrischen Schichten mit den eingebetteten ferroelektrischen Nanoteilchen. Im Zentrum stehen dabei elektrische und

dielektrische Messungen sowie FEM-Modellierungen theoretischer Kondensatoreigenschaften.

Die erhaltenen Forschungsergebnisse werden später vom Labormaßstab auf einen größeren Maßstab erweitert. Der Aufbau eines entsprechenden Technikums wird während des „Super-Kon“-Projektes beginnen.

Neben der Forschungstätigkeit stellt die betriebswirtschaftliche Projektunterstützung eine wesentliche Komponente der Arbeit im Innovationslabor dar. Ihre Aufgaben umfassen das Verwertungsmanagement, die Identifikation und Bewertung weiterer Verwertungsstrategien, die Koordinierung der Schutzrechtsstrategie sowie die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit. Darüber hinaus wird ein Projektbeirat, der aus Vertretern vor allem regionaler Unternehmen besteht, als externes Beratungsgremium die Wissenschaftler bei der Entwicklung unterstützen und zur Netzwerkbildung beitragen.

Im Ergebnis des Projektes soll ein „Super-Kon“-Demonstrator auf der Basis der neuartigen dielektrischen Kompositmaterialien entwickelt und aufgebaut werden.

## **KOOPERATION**

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

PD Dr. Hartmut S. Leipner (Interdisziplinäres Zentrum für Materialwissenschaften)  
(Projektleiter)

Prof. Dr. Stefan Ebbinghaus (Institut für Chemie)

Prof. Dr. Horst Beige / Dr. M. Diestelhorst (Institut für Physik)

Leiter des Innovationslabors:

Dr. Alexandra Buchsteiner

Betriebswirtschaftliche Projektunterstützung:

Dipl.-Kff. Kristin Suckau

## **KONTAKT**

Dr. Alexandra Buchsteiner

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Interdisziplinäres Zentrum für Materialwissenschaften

Heinrich-Damerow-Str. 4

06120 Halle (Saale)

Tel.: 0345 / 55-28484

E-Mail: [alexandra.buchsteiner@super-kon.uni-halle.de](mailto:alexandra.buchsteiner@super-kon.uni-halle.de)

Web: [www.super-kon.uni-halle.de](http://www.super-kon.uni-halle.de)