

Electrochemistry of Solids – Physical Chemistry of Solids

Materials and Methods for Electrochemical (Energy) Technologies

AG Prof. Jürgen Janek

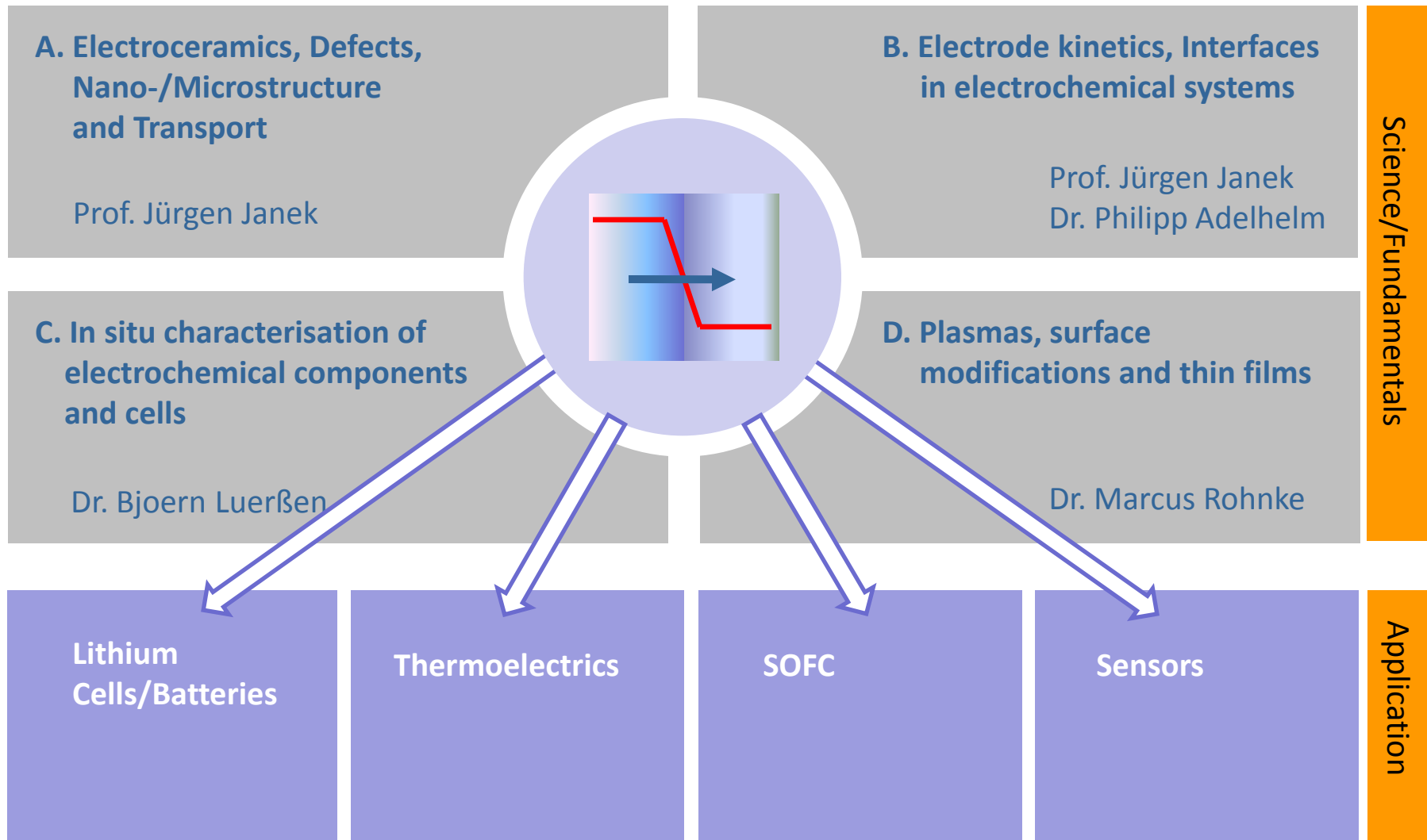


TransMIT-Zentrum für
Festkörperionik und Elektrochemie

- I. Profile
Topics and experimental resources
- II. Student projects, BSc projects 2011
Topics, titles, abstracts
- III. The group

Physical Chemistry of Solids: Where Chemistry, Physics and Engineering meet!

Profile: Solid State Ionics/Electrochemistry



Profile: Resources

• Preparation/Chemistry:

- **High T laboratory**
($< 1800\text{ }^{\circ}\text{C}$, controlled atmospheres)
- **Pulsed Laser Deposition**
(3 chambers, 4 planned), Dual beam
- PVD, Sputtering (AG Meyer)
- **Electrochemistry** (e. g. ceramic thin films from non-aqueous solvents)
- **Plasma reactors** (rf, μw , dc)
- **Nano-/Microlithography** (joint lab)
-

• Lithium laboratory:

- **Gloveboxes** (10 places)
- **Electrolyte characterisation** in glovebox
(Karl-Fischer, Tensiometer, Viscosimeter)
- **Battery cyclers**, > 100 channels (incl. Impedance, CV)
- **PLD chamber** under protective atmosphere
- **Climate chamber**

• Characterisation:

- **HREM/EDX/EBSD/nm-prober**
- **TOF-SIMS**
- **XPS** (incl. Auger, UPS)
- **PEEM (μ -ESCA** at ELETTRA/Trieste)
- **XRD, XRD*** (in-situ cell, texture analysis, thin films)
- **AFM**
- **IR/Raman** (AG Over)
- **EIS, CV, electrochemical techniques**
- **microelectrode setups** ($< 800\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- **(HT) contact angle measurement**
- **Catalytic reactor** (Kelvin probe, QMS)

Personnel at JLU:

3 permanent scientists
6 Post-Docs
18 Dr. rer. nat. candidates
1 technician
14 students
3 workshops (institute)

Studien- und Bachelor-Projekte Sommer 2011

- **Themenschwerpunkte der AG Janek:**

- Materialanalytik „in operando“ – Materialien „live“, im Betrieb
- Entwicklung und Untersuchung neuer Materialien/Elektrolyte für elektrochemische Anwendungen
- Korrelation von Struktur/Mikrostruktur poröser Festkörper mit der Funktion (u.a. mit AG Smarsly)
- Modellbildung

- **Ansprechpartner**

- Nähere Informationen zu den möglichen Themen geben Ihnen gerne die jeweiligen Ansprechpartner der Themen. Sie können diese ganz unkompliziert und unverbindlich direkt fragen oder über E-Mail kontaktieren. Adressen dazu finden Sie auf unserer Internetseite: <http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/chemie/physchem/janek>
- Endgültige Zusagen für die gewünschten Studienprojekte können ihnen neben Prof. Janek auch Marcus Rohnke, Bjoern Luerßen und Philipp Adelhelm geben.

Studien- und Bachelor-Projekte Sommer 2011

- **Übersicht über mögliche Themen:**

Ansprechpartner

- | | |
|---|--------------------------|
| • Beschichtungen für neuartige Implantatmaterialien | Rohnke |
| • ToF-SIMS Analytik an Batteriematerialien | Rohnke/Sann |
| • In-situ-Analytik im TOF-SIMS und mittels ESCA | Rohnke/Sann |
| • Charakterisierung von auf ILs basierenden Elektrolyten | Krawczyk |
| • Dünnschichtelektroden für „all-solid-state“ Lithium-Batterien | Hartmann/Reinacher/Braun |
| • Lithographie: Mikrostrukturierung von Batterieelektroden | Hartmann |
| • Neuartige Batteriesysteme: Lithium-Schwefel | Diegelmann |
| • Neuartige Batteriesysteme: Lithium-Sauerstoff | Vracar |
| • Materialien und Elektrolyte für neue Batteriesysteme | Adelhelm |

Studien- und Bachelor-Projekte Sommer 2011

- **Beschichtungen für neuartige Implantatmaterialien**

Im neu eingerichteten Sonderforschungsbereich TRR79 sollen Implantatmaterialien für an Osteoporose erkrankte Menschen entwickelt werden. Ziel dieses Teilprojektes ist es mittels Plasmaverfahren geeignete Beschichtungen auf die neuartigen Implantatmaterialien aufzubringen und die Beschichtungen mittels HREM sowie anderer Techniken zu analysieren.

- **Tof-SIMS-Analytik an Batteriematerialien**

Gemeinsam mit der Firma Bosch soll an Lithium-Batterie-Komponenten der dritten (= zukünftigen) Batteriegeneration eine 3-D-Analytik zur Aufklärung von Zellvorgängen durchgeführt werden. Es bietet sich die Möglichkeit an, eine BSc- oder MSc-Arbeit anzuschließen in der die Untersuchungen auf ESCA ausgedehnt werden.

- **In-situ-Analytik von elektrochemischen Zellen im TOF-SIMS und mittels ESCA**

Spezielle Probenhalter ermöglichen es, elektrochemische Zellen quasi in-Situ im TOF-SIMS oder der ESCA zu untersuchen. Im Rahmen dieses Projektes sollen exemplarische Messungen an einem Modellsystem durchgeführt werden.

- **Charakterisierung von auf ILs basierenden Elektrolyten**

Auf ionischen Flüssigkeiten basierende Elektrolyte sind sehr vielversprechend für die Anwendung in Lithium-Hochleistungsbatterien, da sie eine hohe Sicherheit und ein großes elektrochemisches Fenster aufweisen. Es sollen temperaturabhängige Leitfähigkeitsmessungen von auf ILs basierenden Elektrolyten durchgeführt werden und der Einfluss von mesoporösen Silica als Füllmaterial untersucht werden.

- **Dünnschichtelektroden für „all-solid-state“ Lithium-Batterien**

Mittels gepulster Laserdeposition sollen Batteriekomponenten (Elektroden, Elektrolyte) in Form dünner Schichten abgeschieden und charakterisiert werden. Gemeinsam mit einem Mitarbeiter werden die Dünnschichten auf ihre Funktion in einer elektrochemischen Zelle untersucht. Als Materialsysteme stehen zur Auswahl: Lithium-Titanat (P. Hartmann, J. Reinacher) und Lithium-Eisen-Phosphat (A. Braun)

- **Lithographie: Mikrostrukturierung von Batterieelektroden**

Die Entwicklung neuartiger Lithium-Batteriekonzepte, wie Lithium-Luft oder Lithium-Schwefel sind in Industrie und Forschung von großem Interesse. In diesem Projekt sollen im Mikro- und Nanostrukturierungslabor (Reinraum, IPI) lithographisch Elektroden mit wohldefinierter Struktur auf der Basis von Kohlenstoff und Edelmetallen hergestellt werden, an denen in Zukunft gezielt die chemischen Vorgänge in Zellen während des Lade- bzw. Entladeprozesses untersuchen zu können.

- **Neuartige Batteriesysteme: Lithium-Schwefel**

In den letzten Jahren hat sich die Arbeit an Lithium-Schwefel-Zellen stark intensiviert. Wegen der hohen spezifischen Kapazität und der Ungiftigkeit des Schwefels gelten sie als ein vielversprechendes Material für Energiespeichersysteme. Bevor es jedoch zu einem kommerziellen Einsatz kommen kann, müssen noch einige Hindernisse bewältigt werden. In einem möglichen Studienprojekt/Bachelorarbeit könnten hierbei der Einfluss des verwendeten Elektrolyten, der Schwefelgehalt der Elektrode oder die Art der Elektrodenherstellung auf die Performance einer solchen Testzelle untersucht werden.

- **Neuartige Batteriesysteme: Lithium-Sauerstoff**

Die Li-Luft-Zelle gilt als ein viel versprechendes künftiges Batteriesystem von großer Bedeutung für Elektromobilität. Dabei handelt es sich um ein sehr komplexes System mit einer Vielzahl von praktischen und wissenschaftlichen Problemen. Bei der Entwicklung einer effizienten und wiederaufladbaren Li-Luft-Zelle spielen die Präparation und strukturelle, analytische, und elektrochemische Untersuchungen (u.a. HREM, Raman-Spektroskopie, Zyklovoltammetrie, Zyklieren von Batterien) von Kathodenmaterialien mit verschiedenen Katalysatoren dabei wichtige Rollen.

- **Materialien und Elektrolyte für neue Batteriesysteme**

Die Verbesserung bestehender und Entwicklung neuer Batteriesysteme ist eine der großen Herausforderungen im Bereich der Energiespeicherung. Dabei können verschiedenste Fragestellungen wissenschaftlich untersucht werden. Mögliche Bachelorarbeiten/Studienprojekte können insbesondere für folgende Themen angeboten werden: (1) Modifizierung nanoporöser Kohlenstoffmaterialien für Hochleistungs-Lithium-Ionen-Batterien, und (2) Prüfung und Entwicklung von Materialien und Elektrolytsystemen im Bereich Natrium-Ionen-Batterien.

Dabei sollen zum einen Materialien selbst hergestellt werden, zum anderen deren elektrochemische Charakterisierung mittels „Labor-Batterien“ durchgeführt werden.