

# Schwerpunktprogramm „Materialsynthese nahe Raumtemperatur“



## Projektbeschreibung

### **Materialien aus reduzierbaren Oxiden: Wissensbasierte Entwicklung neuer Tieftemperatur-Synthesemethoden**

Antragsteller	<b>Prof. Dr. Jörg Libuda</b>
Institution	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Department Chemie und Pharmazie Lehrstuhl für Physikalische Chemie II Egerlandstraße 3 91058 Erlangen Telefon +49 9131 85-27308 Fax +49 9131 85-28867 E-Mail libuda@chemie.uni-erlangen.de
Antragsteller	<b>Prof. Dr. Peter Wasserscheid</b>
Institution	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Technische Fakultät Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik Egerlandstraße 3 91058 Erlangen Telefon +49 9131 85-27420 Fax +49 9131 85-27421 E-Mail wasserscheid@crt.cbi.uni-erlangen.de

## Kurzfassung des Projektantrags

Reduzierbare Oxide spielen in verschiedensten Zukunftstechnologien eine zentrale Rolle. Eine Synthese bei niedrigen Temperaturen in ionischen Flüssigkeiten (ILs) eröffnet einen effizienten synthetischen Zugang zu reduzierbaren Oxiden mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Die wissensbasierte Entwicklung solcher Syntheseverfahren setzt aber ein molekulares Verständnis der Grenzflächenchemie voraus, die diese Syntheseprozesse steuert. Das Projekt zielt darauf ab, dieses molekulare Verständnis bereitzustellen. Wir verfolgen eine Strategie, die auf dem Einsatz wohldefinierter Modellsysteme beruht, und kombinieren Oberflächenspektroskopie unter Ultrahochvakuumbedingungen (UHV) mit Untersuchungen unter realen Bedingungen und an realen Nanomaterialien. Im Zentrum des Projektes steht die Synthese von Ceroxidmaterialien in Imidazolium-basierten ILs. Wir verfolgen sämtliche Schritte der Materialsynthese spektroskopisch, angefangen von der Hydrolyse über die Nukleation, das Wachstum und die Aggregation von Nanopartikeln bis hin zum kritischen Schritt der Solvensentfernung. An ultrareinen IL-Filmen im UHV untersuchen wir die Elementarschritte der Hydrolyse, identifizieren Intermediate und deren Umwandlungskinetik. Mittels zeitaufgelöster Spektroskopie verfolgen wir die Grenzflächenchemie der Nukleation und des Partikelwachstums, um so Einblicke in die Prozesse zu erlangen, die Zusammensetzung, Kontaminationen, Stöchiometrie, Struktur und Partikelform bestimmen. Wohldefinierte Ceroxid-Modelloberflächen gestatten es uns dabei,

die Chemie an der IL/Ceroxidgrenzfläche in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur zu untersuchen. Adsorptions-, Desorptions-, Reaktions- und Zersetzungsschritte geben Hinweise darauf, wie Zersetzungsprodukte vermieden oder Dotierungen eingeführt werden können. Schließlich sollen die Ergebnisse der UHV-Studien auf reale Bedingungen und reale Nanomaterialien übertragen werden. Dabei helfen Analyse und hochauflösende Mikroskopie an realen Materialien, die Grenzflächenchemie mit chemischen, strukturellen und morphologischen Eigenschaften der synthetisierten Materialien zu korrelieren. Auf der Basis eines molekularen Verständnisses der Grenzflächenchemie planen wir die einzigartige chemische Flexibilität der ILs zu nutzen, um neue Synthesewege zu maßgeschneiderter Materialien zu erforschen. Beispielsweise erwarten wir über die Wahl der IL und der Reaktionsbedingungen den Einbau von Fremdatomen und Kontaminationen steuern zu können. Neue Synthesewege umfassen auch ILs, die thermisch zu flüchtigen Produkten umgesetzt werden können, um so auf einfache Weise das Solvens zu entfernen. Schließlich sollen Precursor selbst in solche flüchtig-zersetzlichen ILs eingebaut werden, um so einfache und effiziente Syntheseverfahren zu erhalten, z. B. Herstellung ultra-reiner, dotierter oder auch komplexer Mischoxide.