

## ProTec

Selbst-organisierte protonenleitende Komposite für zukünftige Energietechnologien

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 5. Ausschreibung 2018	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2019	<b>Projektende</b>	31.08.2023
<b>Zeitraum</b>	2019 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	Energimaterialien, Materialforschung, Protonenleiter, Defektchemie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen		

### Projektbeschreibung

Ziel des Projektes ProTec ist die Synthese von selbstorganisierten protonenleitenden Kompositen und die Erforschung von deren grundlegenden Materialeigenschaften. Neue Energimaterialien auf Basis von gemischt protonen-, sauerstoffionen- und elektronenleitenden Keramiken (engl. triple conducting oxides, TCOs) bieten attraktive zukünftige Anwendungsmöglichkeiten in protonischen Festelektrolytbrennstoffzellen (PCFCs) und -elektrolysezellen (PCECs) oder Membranen zur Wasserstoffseparation. Die genannten Technologien sind allerdings von der kommerziellen Umsetzung noch weit entfernt, was in erster Linie auf einem Forschungsdefizit im Bereich der grundlegenden Masse- und Ladungstransporteigenschaften und der Defektchemie beruht.

Im Rahmen von ProTec sollen TCO-Komposite mittels einer neuen Methode synthetisiert werden, welche die in-situ Phasenersetzung aus einem geeigneten Precursor beinhaltet (One-Pot Synthese). Insbesondere soll der Fokus auf selbstorganisierten Kompositen von Perowskiten liegen, in denen eine Phase eine gute elektronische Leitfähigkeit und hohe katalytische Aktivität für die Sauerstoffreduktion besitzt, während die andere Phase eine gute Protonenleitfähigkeit aufweist. In Ergänzung zu makroskopischen Proben für die Basischarakterisierung werden Komposit-Dünnschichten mittels Pulsed Laser Deposition (PLD) präpariert, welche wertvolle Modellsysteme für grundlagenorientierte Arbeiten darstellen. Ergänzt werden diese Forschungsaktivitäten durch die Charakterisierung der selbstorganisierten Komposite bis hin zu atomarer Auflösung mittels analytischer Transmissionselektronenmikroskopie (TEM). Neben der Bestimmung der Struktur und chemischen Zusammensetzung der jeweiligen Kompositphasen mit hoher lateraler Auflösung, stehen wichtige Fragestellungen wie die Untersuchung von Interdiffusionseffekten an Hetero-Grenzflächen und die mögliche Bildung metastabiler Phasen insbesondere in selbstorganisierten PLD-Filmen im Fokus.

Angestrebt wird ein tieferes Verständnis der Masse- und Ladungstransporteigenschaften, der Defektchemie und der Mechanismen der Protonenaufnahme bzw. Sauerstoffreduktion in selbstorganisierten keramischen Kompositen. Auf dieser Basis werden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen abgeleitet, welche Empfehlungen für Strukturen und Zusammensetzungen von neuen protonenleitenden Kompositen mit optimierten Eigenschaften für zukünftige Energietechnologien erlauben sollen.

### Abstract

The project ProTec aims at the synthesis of self-organised proton conducting composites and investigations of their basic

material properties. New energy materials based on mixed proton-, oxygen ion- and electron-conducting ceramics (triple conducting oxides, TCOs) offer attractive possibilities for future application in protonic ceramic fuel cells (PCFCs) and electrolyser cells (PCECs) or membranes for hydrogen separation. However, these technologies are still far from reaching commercialization status, which is mainly due to a research deficit in the fields of fundamental mass and charge transport properties as well as defect chemistry.

Within ProTec, TCO-composites will be synthesized using a new method (one-pot synthesis) which is based on in-situ phase separation of appropriate precursors. Special focus is laid on self-organized composites of perovskite phases, composed of a phase with good electronic conductivity and high catalytic activity for oxygen reduction, while the other phase exhibits good protonic conductivity. In addition to macroscopic samples for basic characterisation and porous electrodes for electrochemical investigations, composite thin films will be prepared by means of pulsed laser deposition (PLD). The latter represent valuable model systems for fundamental research. These activities are complemented by the characterisation of self-organised composites with high lateral resolution (up to atomic resolution) by means of analytical transmission electron microscopy (TEM). Besides structural and chemical analyses of the phases within the composites, important research topics are investigations of interdiffusion effects at hetero-grain boundaries and possible formation of metastable phases especially in self-organized PLD films.

The common research efforts of the consortium are aimed at a deeper understanding of mass and charge transport properties, defect chemistry, and mechanisms of proton incorporation and oxygen reduction in self-organized ceramic composites. Based on this knowledge, structure-property relations are derived, which should allow for recommendations of new proton conducting composites with optimized properties for future energy technologies.

### **Projektkoordinator**

- Montanuniversität Leoben

### **Projektpartner**

- Verein zur Förderung der Elektronenmikroskopie und Feinstrukturforschung