

ELSA

An Electrochemical Surface and Interface Analysis Cluster for Sustainability and Green Energy Research

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| Programm / Ausschreibung | F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur 3. Ausschreibung | Status | abgeschlossen |
| Projektstart | 01.01.2021 | Projektende | 30.06.2024 |
| Zeitraum | 2021 - 2024 | Projektlaufzeit | 42 Monate |
| Keywords | Watersplitting, Electrocatalysis, Batteries, Sustainability, Degradation | | |

Projektbeschreibung

Um unsere Gesellschaft zu einer nachhaltigen und geschlossenen Kreislaufwirtschaft zu entwickeln, spielen elektrochemische (EC) Technologien und Prozesse, wie die Wasserstoffgewinnung, Brennstoffzellen, Batterien, Recycling und deren Weiterentwicklung im Hinblick auf Energieeffizienz, Lebensdauer und Stabilität eine zentrale Rolle.

Bei all diesen Technologien laufen nanoskalige Grenzflächenprozesse ab, deren Verständnis für die Entwicklung von besseren Materialien zentral ist.

Dafür wurden im Bereich der Grundlagenforschung in den letzten Jahren klassische Ultra-Hochvakuum (UHV) Methoden hin zu höherem Prozessdruck entwickelt, wobei es nicht möglich ist, reale Betriebsbedingungen zu erreichen.

Um Systeme mit praktischer Relevanz zu verbessern, müssen EC Prozesse jedoch unter operativen Bedingungen analysiert werden.

Entsprechend wird in Modul 1 eine komplementäre Strategie entwickelt. Dazu werden EC Reaktoren, die reale Betriebsbedingungen der entsprechenden Technologien nachstellen können, entwickelt und mit umfassender element- und nano-aufgelösten UHV Oberflächen- und Grenzflächenanalytik kombiniert. Ziel ist, operative EC Materialien in ein UHV System zur quasi-operando Untersuchung einzubringen und eine umfassende nanoskalige Analyse zu ermöglichen.

Die CEST, als führendes K1 Zentrum im Bereich angewandter EC Grenzflächenforschung, wird in enger Zusammenarbeit mit weltweit führenden Teams der TU Wien diesen einzigartigen EC Analytik Cluster (ELSA) aufbauen. ELSA besteht aus einer zentralen Verteilerkammer, an welche 3 EC Messstationen angeschlossen werden. Die 3 Stationen werden operando EC Analyse von Experimenten an (1) flüssig/fest Grenzflächen, (2) Festkörpergrenzflächen und (3) unter hohen Temperaturen (bis 800°C) ermöglichen. Ein kontrollierter Transfer ins UHV Analyse System vor, während und nach einem operando Experiment wird in ELSA durch eine Kelvinsonde ermöglicht, um EC Charakteristika der Materialien vor und nach einer Analyse im UHV zu validieren.

Die geplante UHV Analytik umfasst zwei lateral hochauflösende Methoden; ein hochauflösendes Auger-Elektronen Spektrometer, sowie ein mikrofokussierendes Röntgen Photoelektronen Spektrometer. Weiters wird ELSA mit Vakuum-Koffern ausgestattet, um Proben transfers in vorhandene komplementäre Analysesysteme der CEST/TU Wien zu ermöglichen. Mit ELSA wird insbesondere die technische Elektrochemie und Oberflächenphysik zur Lösung zentraler industrieller Fragestellungen der Energiewende gestärkt. Diese umfassen Projekte zur Entwicklung neuer Batteriematerialien (Festkörper-

und flüssige Elektrolyte), Elektrokatalysator Design für Brennstoffzellen und die großtechnische Wasserstoffgewinnung, sowie die Prävention korrosiver Degradation struktureller und funktionaler Materialien.

Innerhalb eines 3-jährigen Startups (Modul 2) wird der Aufbau von ELSA sowie die Integration von EC operando Reaktoren auf Basis der komplementären und international führenden Expertise der Partner umgesetzt.

Abstract

Electrochemical (EC) interfaces are central for advancing our societies towards sustainable circular economies. Specifically, they are central to key future technologies including water splitting, fuel cell and battery driven electric propulsion, as well as recycling, stability and corrosion protection of high-performance materials. In fundamental science we have seen a recent advance of classical Ultra-High-Vacuum (UHV) analysis techniques to higher pressures, yet these are still well below atmospheric and even more so below operating conditions of any real-world EC device.

As such, in Modul I we are proposing a complementary strategy for characterizing interfaces of EC devices that aims at combining EC reactors, with a fully integrated elemental and nano-resolving surface and interface analysis cluster. Apart from EC systems utilising UHV compatible electrolytes, EC experiments have to be performed under normal pressure and elevated temperatures often in liquid electrolytes. Therefore, we follow the strategy to develop specific electrode transfer solutions into the UHV and will design complex and individual EC reactors directly attached to a nano-resolving UHV analysis system. Contact of the electrodes with deteriorating environments will be avoided, and a continuous operating/analysis approach enabled (quasi operando approach).

CEST as the leading COMET Center in the field of EC surface and interface processes, is teaming up with the TU Wien, to realize this one-of-its-kind EC surface and interface analysis cluster (ELSA). ELSA will contain a central distribution point to which 3 EC cluster stations are attached. These will focus on well-controlled EC experiments at (1) solid/liquid interfaces, (2) solid-electrolyte-interfaces (SEIs), and (3) at high temperatures (200-800°C). The setup will also be equipped with a scanning Kelvin-probe to measure local EC surface potentials prior and after analysis in the UHV system. The UHV analysis will focus on two surface analysis methods consisting of a highly resolving scanning Auger Electron Spectrometer and a cutting-edge small spot X-ray Photoelectron Spectrometer, and will contain a vacuum-suitcase to integrate the system with existing CEST/TU Wien equipment.

With this unique infrastructure we will cover a wide range of research focus points at CEST and TU Wien and all areas of EC surface science and their application to industrial problems, such as development of novel battery and fuel cell materials, stable electrocatalysts for large scale water splitting (Hydrogen evolution) and prevention of corrosive degradation of structural and functional materials.

Concepts developed individually at the two partner institutions will be fully integrated into ELSA in a 3-year start-up phase. In this sense, Modul II will focus on the setup of the system and the individual reactors. Therefore, the partners will combine their extensive knowledge from both, the applied and the fundamental side.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien