

Zusammenfassung

Wasserstoff könnte in Zukunft ein wichtiger Energiespeicher sein. Dass sich Wasserstoff als Energieträger bisher nicht durchgesetzt hat, liegt an den Verlusten, die auftreten, wenn Wasserstoff mittels Strom gewonnen wird, bzw. wenn mittels Wasserstoff Strom generiert wird. Der Großteil dieser Verluste tritt dabei bei der Bildung von molekularem Sauerstoff auf. Das Ziel dieser Arbeit ist die Katalysatoren, die diese Verluste reduzieren können, in Hinblick auf ihre elektronische Struktur zu untersuchen.

Um die Umstände während der Katalyse zu untersuchen, wurden im Rahmen dieser Dissertation mehrere Messzellen entwickelt, mit denen sich Katalysatoren während der Katalyse mittels weicher Röntgenstrahlung untersuchen lassen (*operando*). Es wurde je eine Messzelle für Röntgenabsorptionsmessungen mittels Röntgenfluoreszenz und mittels Röntgentransmission entwickelt.

Mit diesen Zellen wurden vier Kobalt-hydroxidartige Sauerstoffentwicklungskatalysatoren während der Katalyse untersucht: zwei amorphe Kobalt-Borat Katalysatoren (CoO_x), Kobalt-Oxyhydroxid und Kobalt-Eisen-Oxyhydroxid.

Es wurde eine Materialbibliothek von Oxiden der Form $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}$ um die Materialzusammensetzung 50 % Ni, 25 % Fe und 25 % Cr mittels Sputtern hergestellt und sowohl mit *ex-situ* Röntgenabsorptionsspektroskopie als auch elektrochemisch untersucht.

Abstract

In the future hydrogen could be important as energy storage. However, hydrogen is currently not used as energy storage on a large scale, because of the energy losses upon formation of hydrogen and upon generation of electricity from hydrogen. The major parts of the losses are due to the formation of molecular oxygen during electrolysis. For the economic usage of hydrogen as energy storage, improved catalysts are required to reduce these losses. It is the aim of this work to investigate the electronic structure of such catalysts. The hereby retrieved information should aid in the knowledge driven search for more efficient catalysts.

To investigate the state of the catalyst during catalysis (operando), multiple cells for operando investigations were developed in the framework of this thesis. One cell each was developed for X-ray absorption measurements in fluorescence mode and for measurements in transmission mode.

With those cells four cobalt hydroxide-like oxygen evolution catalysts were investigated operando: two amorphous cobalt borate catalysts (CoO_x), cobalt oxyhydroxide and cobalt iron oxyhydroxide.

A materials library of the form $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}$ was sputtered around the material composition 50 % Ni, 25 % Fe and 25 % Cr. The catalytic oxygen evolution activity was measured and information about the electronic structure was retrieved with ex-situ soft X-ray absorption spectroscopy.