

## Kurzzusammenfassung

Um aktuelle Herausforderungen in den Nanowissenschaften zu meistern, müssen aufkommende Fragestellungen zunehmend aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden. Transdisziplinäres Forschen und Arbeiten bedarf jedoch der Kombination von Kenntnissen und Erfahrungen unterschiedlicher Teildisziplinen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher sowohl mit der Forschung an Syntheserouten nanoskaliger Übergangsmetalloxide im flüssigen und gasförmigen Medium als auch mit der Synthese und Charakterisierung verschiedener metallorganischer Bismuthkomplexe. Für die Darstellung kristalliner  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$ -Quantenpunkte (ZTO) wurden eine Mikrowellensynthese erforscht sowie die Anwendung der hergestellten ZTO-Quantenpunkte als Aktivmaterial in konduktometrischen Gassensoren und Lithiumionenbatterien untersucht. In der Mikrowellensynthese kristalliner  $\text{CeO}_2$ -Quantenpunkte wurde der Einsatz eines neuartigen, tetravalenten  $\text{Ce}^{\text{IV}}$ -Komplexes als Vorstufe getestet zur Entwicklung einer stringenteren Syntheseroute, welche erstmalig ohne Einsatz etwaiger Additive auskommt und ein Wegweiser für die kontrollierte Keimbildung von Metalloxid-Nanopartikeln sein könnte. Neben Optimierung der Reaktionsparameter der Hydrothermalsynthese von Fervanitartigen  $\text{FeVO}_4$ -Nanostrukturen, wurden vor allem die mit der Umwandlung von monoklinem  $\text{FeVO}_4 \cdot 1,1 \text{H}_2\text{O}$  in triklines  $\text{FeVO}_4$  einhergehenden strukturellen und elektronischen Änderungen im Material untersucht. Aus den nach der Umwandlung vorliegenden porösen Nanostäbchen konnten mittels *tape-casting* gasdurchlässige Schichten aufgebaut werden, welche auf ihre Eignung als konduktometrische Gassensoren zum Nachweis oxidierender und reduzierender Gase getestet wurden. Bei der Atomlagenabscheidung von ZnO-Dünnschichten konnten neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf physikalische Eigenschaften des Materials über präzise Kontrolle der Filmdicke und des biaxialen Stresses innerhalb der Filme aufgezeigt werden. Die transparenten Filme zeigten eine Abnahme der Bandlücke bei abnehmendem Stress bei einer gleichzeitigen Zunahme an Kristallinität und Leitfähigkeit. Um sowohl neuartige Vorstufen für die Synthese von  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ -Nanostrukturen als auch Molekülbausteine für heterometallische Bismuthverbindungen zu gewinnen, wurden darüber hinaus verschiedene homo- und heteroleptische Heteroarylalkenolate der allgemeinen Formel  $[\text{Bi}(\text{Ar}-\text{CHCOCF}_3)_x(\text{R})_{3-x}]$  synthetisiert und charakterisiert.

## Abstract

To meet the promises and challenges in the field of nanoscience, accruing issues have to be more than ever considered from different points of view. However, prosperous transdisciplinary work requires the experience and know how of different sub disciplines.

For this reason, the present thesis addresses the exploration of synthesis methods of nanoscale transition metal oxides in liquid and gas phase as well as the synthesis of different metalorganic bismuth compounds. An efficient synthesis of crystalline  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$  (ZTO) quantum dots was for the first time achieved by microwave-assisted hydrothermal synthesis. Implementation of ZTO quantum dots in functional devices by inkjet-printing and tape-casting revealed their applicability as active materials in conductometric gas sensors and in lithium ion batteries. The synthesis of crystalline  $\text{CeO}_2$  quantum dots was achieved by microwave-assisted solvothermal synthesis using a new heteroleptic and tetravalent cerium complex as precursor. It was found that molecular precursors with pre-formed Ce–O bonds enabled the replacement of any additives and provided an efficient pathway for controlled nucleation of metal oxide nanoparticles. In Addition, the hydrothermal synthesis of fervanite-like  $\text{FeVO}_4 \cdot 1.1 \text{H}_2\text{O}$  and its subsequent dehydration to triclinic  $\text{FeVO}_4$  was investigated in terms of changes in structural, morphological and electronic features of the nanostructures. Their integration in gas sensing devices via polymer-blended (PVDF) doctor-blading approach (also referred to tape casting) was successfully demonstrated, followed by investigations of their sensing capability towards oxidizing and reducing gases. Precise control of film thickness and biaxial stress was demonstrated as a new way for targeted vernier adjustments of ZnO thin film properties grown by atomic layer deposition. Thickness dependent changes in crystallographic, optical and electrical properties are reported and comprehensively discussed. Increase in film thickness caused a decrease of the bandgap by relaxation of intrinsic stress and led to an improvement in crystallinity and conductivity. In our quest for new molecular precursors to mono- and bimetallic oxides, different homo- and heteroleptic bismuth heteroarylalkenolats with the general formula  $[\text{Bi}(\text{Ar}-\text{CHCOF}_3)_x(\text{R})_{3-x}]$  have been synthesized and characterized as potential precursors to  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  nanostructures or building blocks for further molecular synthesis.