

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden neue Verfahren zum Einsatz von fluoreszierenden Halbleiternanoteilchen als Lichtquellen in künstlichen Opalen entwickelt.

Im ersten Teil wurde die Herstellung von künstlichen Opalen anhand in der Literatur beschriebener Synthesevorschriften untersucht. Die der Literatur entnommene Synthese der als Bausteine dienenden PMMA/PDVB-Mikrosphären wurde erarbeitet und dahingehend modifiziert, dass auch gering kreuzvernetzte Copolymermikrosphären synthetisiert werden konnten. Die erhaltenen Polymerpartikel wurden mit SEM, dynamischer Lichtstreuung, AFM und GISAXS charakterisiert. Dabei konnte eine semiempirische Gleichung erstellt werden, die die Abhängigkeit des Sphärendurchmessers zur eingesetzten Menge an Monomer wiedergibt.

Es wurden verschiedene Verfahren angewendet, nämlich ein einfaches Eintrocknungsverfahren, „Dip Coating“ und „Vertical Deposition“, um aus den hergestellten Polymermikrosphärensuspensionen dünne opaline Filme herzustellen.

Um die entsprechenden Polymermikrosphären mit Halbleiternanoteilchen zu infiltrieren, wurde ein von Nie et. al. beschriebenes Verfahren modifiziert, so dass es möglich war, hoch monodisperse mit Halbleiternanoteilchen infiltrierte Polymermikrosphärenlösungen herzustellen. Dazu wurden verschiedene Synthesen von Halbleiternanoteilchen modifiziert, verschieden stark kreuzvernetzte Polymermikrosphären auf ihre Einsetzbarkeit untersucht und die Infiltrierungsprozeduren variiert. Daraus ergab sich, dass bei CdSe/CdS Kern-Schale Nanoteilchen eine deutlich geringere Löschung der Lumineszenz im Infiltrierungsgemisch beobachtet wird als bei CdSe-Nanoteilchen, die Ligandenhülle der Halbleiternanoteilchen einen deutlichen Einfluss auf das Infiltrierungsergebnis hat und ein Anteil an Kreuzvernetzer in den PMMA/PDVB-Mikrosphären von 2 wt% Polydivinylbenzol es ermöglicht, auch nach durchgeführter Infiltrierungsprozedur Polymermikrosphärensuspensionen mit einer ausreichenden Qualität für die Herstellung von künstlichen Opalen herzustellen.

Die erhaltenen fluoreszierenden Suspensionen wurden spektroskopisch untersucht. Die Absorptions- und Emissionsspektren wurden mit den Spektren der entsprechenden Nanoteilchenlösungen verglichen. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Emissions- und Absorptionseigenschaften der Nanoteilchen kaum verändert wurden.

Mit Hilfe der Transmissionselektronenmikroskopie konnte nachgewiesen werden, dass sich die Halbleiternanoteilchen in den Polymermikrosphären befinden. Dies geschah über eine statistische Betrachtung, bei der zusätzlich festgestellt werden konnte, dass die

Halbleiternanoteilchen nicht gleichmäßig verteilt sind, sondern sich hauptsächlich in der Nähe der Oberfläche der Sphären befinden.

Orte starker Lumineszenz, welche bei dünnen Filmen mit Hilfe eines konfokalen Fluoreszenzmikroskops beobachtet werden konnten, wurden als Agglomerate von Nanoteilchen innerhalb der Polymersphären identifiziert.

Aus den Suspensionen von infiltrierten Polymersphären konnten bei einem Anteil an Kreuzvernetzter von 2 wt% hoch geordnete, fluoreszierende opaline Filme hergestellt werden. Die Reflexionsspektren dieser Opale wiesen nahezu die gleichen photonischen Eigenschaften auf wie ein Opal, der aus den als Ausgangssubstanz verwendeten nicht infiltrierten Polymersphären hergestellt wurde.

Bei anschließenden winkelabhängigen Emissionsmessungen an Opalen aus mit Halbleiternanoteilchen infiltrierten Polymersphären konnte der Einfluss der photonischen Bandstruktur auf das Emissionsverhalten nachgewiesen werden.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass das beschriebene Infiltrationsverfahren eine weitere Möglichkeit bietet, Halbleiternanoteilchen gezielt in Photonische Kristalle einzubringen.

Zusätzlich konnten die Kenntnisse der Präparation und Charakterisierung von Opalen dazu genutzt werden, um metallische opaline Strukturen herzustellen. So war es möglich, verschiedene invertierte opaline Platinstrukturen und Platinhohlstrukturen herzustellen, welche in Folge ihrer großen Oberflächen Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der heterogenen Katalyse eröffnen.

Außerdem konnte die Oberfläche von Opalen mit Goldnanoteilchen einer Größe von bis zu 58 nm gleichmäßig besetzt werden. Diese Strukturen konnten als Substrate für die oberflächenverstärkte Ramanspektroskopie angewendet werden. Sie zeigten infolge ihrer großen Oberfläche und geordneten Struktur eine sehr große Effizienz im Vergleich zu bekannten Strukturen.