

Kurzzusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein neuer Ansatz vorgestellt, der es erfolgreich ermöglicht, stabile Hybridsysteme von spindelförmigen α - Fe_2O_3 -Partikeln in 4-Cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB) mit einer erhöhten Sensitivität gegenüber externen Magnetfeldern herzustellen. Dazu wird ein polysiloxanbasiertes Polymer (PHMS) mit *n*-Alkenyloxycyanobiphenylen (nOCB) als mesogenen Seitenketten als Stabilisator auf die Partikel aufgebracht.

Spindelförmige α - Fe_2O_3 -Partikel mit variierendem Aspektverhältnis werden durch hydrothermische Zersetzung von FeCl_3 hergestellt. Mittels Lichtstreuung werden die Diffusionseigenschaften dieser Partikel bestimmt und anschließend mit zwei theoretischen Ansätzen verglichen. Der Einfluss eines externen Magnetfeldes auf die Orientierung der dispergierten Partikel wird in einem Lichtstreaufbau mit gekoppeltem *Helmholtz*-Spulenpaar untersucht. Mittels Simulation der Streudichtevertellung kann die Ausrichtung der Partikel abgeleitet und durch den modifizierten Ordnungsparameter S_{obs} ausgedrückt werden.

Zwei Ansätze zur Herstellung von funktionalisierten α - Fe_2O_3 -Partikeln werden untersucht. Perylendiimide (PDI) ist erfolgreich als Oberflächenfunktionalisierungsreagenz eingesetzt worden. Die Fluoreszenz von HePDI@ Fe_2O_3 -Partikel in DMSO kann durch Zugabe von 5CB konzentrationsabhängig verstärkt und das Emissionsmaximum zu höheren Wellenlänge verschoben werden. Dies ist ein Indikator für die Bildung eines Exciplexes zwischen dem oberflächengebundenen PDI und 5CB.

Zur Herstellung von α - Fe_2O_3 -Partikeln, die mit flüssigkristallinen Seitenkettenpolymeren funktionalisiert werden, ist ein Ansatz gewählt worden, bei dem *in situ* hergestelltes nOCB-PHMS mittels einer platinkatalysierten Hydrosilylierungsreaktion auf die Oberfläche aufgebracht wird.

Alle nOCB-PHMS-Polymere zeigen flüssigkristallines Verhalten. Mischungen von nOCB-PHMS und 5CB zeigen eine erhöhte Klärtemperatur und höher geordnete smektischen Phasen.

Stabile Partikeldispersionen mit einem magnetischen Volumenanteil von bis zu $5.3 \cdot 10^{-3}$ können hergestellt werden, ohne dass die flüssigkristallinen Eigenschaften der Matrix verloren gehen. Der erhöhte Ordnungsparameter der Dispersionen zeigt den positiven Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften von 5CB.

Neue Ansätze zur Funktionalisierung von α - Fe_2O_3 -Partikeln werden in dieser Arbeit vorgestellt. Stabile Partikeldispersionen in 5CB mit hohen Partikelkonzentrationen konnten hergestellt werden, die eine erhöhte Sensitivität gegenüber externen magnetischen Feldern zeigen.

Abstract

In this work, hybrid liquid crystalline systems with a boosted magnetoresponse are realized by doping of 4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB) with magnetic, spindle-like α -Fe₂O₃ particles, surface-functionalized with a polysiloxane-based (PHMS) side-chain liquid crystalline polymer (SCLCP). *n*-Alkenyloxycyanobiphenyls (nOCB) are employed as mesogenic side groups.

Spindle-like α -Fe₂O₃ particles are synthesized by thermal hydrolysis of FeCl₃ with different aspect ratio. Light scattering is used to analyze the diffusion properties of the particles that are compared to two theoretical approaches. The influence of an external magnetic field on the particle orientation in dispersion is investigated by light scattering coupled with a pair of *Helmholtz* coils. The orientation of the particles in the magnetic field leads to an anisotropic scattering intensity distribution. Using simulations of the scattering density distribution, the degree of particle alignment is deduced and expressed by the modified order parameter S_{obs} .

For the synthesis of functionalized spindle-like particles two principle strategies are followed. Perylene diimide (PDI) is successfully used as MCLCP surface functionalization agent. The fluorescence of HePDI@Fe₂O₃ particles in DMSO is increased by the addition of 5CB. A concentration-dependent shift to longer wavelengths is observed, indicating the formation of an exciplex between the surface coupled PDI and 5CB, showing a strong intermolecular interaction.

For the functionalization of α -Fe₂O₃ particles with a SCLCP stabilizer, nOCB-PHMS is used. 8OCB-PHMS, 9OCB-PHMS and 11OCB-PHMS are grafted onto vinyl-terminated α -Fe₂O₃ particles using the Pt(IV) catalyst H₂PtCl₆. High functionalization degrees are reached using this approach.

LC phases are observed for all nOCB-PHMS polymers. Dispersing nOCB-PHMS in 5CB leads to an increase in the clearing temperature and an enhanced order of the blends which proves the good compatibility between the polymer and 5CB.

Stable dispersions of nOCB-PHMS@Fe₂O₃ in 5CB with a magnetic volume fraction of up to $5.3 \cdot 10^{-3}$ are obtained without disruption of the LC behavior of 5CB. A positive impact of the dopants on the physical properties of 5CB is indicated by the increased order parameter of the particle/LC hybrid systems.

In summary, new ways to surface-functionalized spindle-like α -Fe₂O₃ particles are presented in this work. Stable particle dispersions in 5CB with an increased particle concentration are obtained. A model system is developed that allows to effectively increase the stability of inorganic particles in a liquid crystalline matrix, enhance the order parameter of the hybrid system and boost the sensitivity to external magnetic fields.