

Antragstyp Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

Type of Proposal Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

Antragsdauer / Requested Duration 36 Monate / 36 months

Fach Experimentelle Physik der kondensierten Materie

Subject Area Experimental Condensed Matter Physics

Rahmenprojekt / Framework Project SPP 2171

Titel Benetzung, elastische und Kapillarkräfte dünner freistehender smektischer Filme

Title Wetting, elastic and capillary forces of thin freely suspended smectic films

Geschäftszeichen / Reference No. ER 467/13-1

Antragsteller / Applicant Professor Dr. Alexey Eremin
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Experimentelle Physik
Abteilung Nichtlineare Phänomene
Magdeburg

Geschäftszeichen / Reference No. STA 425/45-1

Antragsteller / Applicant Professor Dr. Ralf Stannarius
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Experimentelle Physik
Magdeburg

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
ER 467/13-1			
Summe / Total [Euro]	115.454		
Professor Dr. Alexey Eremin			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
Personalmittel / Funding for Staff			72.600

Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	18	72.600
Sachmittel / Direct Project Costs			29.625
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			20.900
Publikationen / Publications			1.125
Reisen / Travel			7.600
Investitionsmittel / Instrumentation			13.229
High Power Laser Light Source / High Power Laser Light Source			13.229
STA 425/45-1			
Summe / Total [Euro]			103.325
Professor Dr. Ralf Stannarius			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
Personalmittel / Funding for Staff			73.800
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	18	72.600
Hilfskräfte / Support Staff			1.200
Sachmittel / Direct Project Costs			29.525
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			20.800
Publikationen / Publications			1.125
Reisen / Travel			7.600
Gesamtsumme / Total			218.779

**Bewilligungen der letzten vier Jahre zu anderen Projekten (seit 14.10.2014) /
DFG Project Funding Over the Last Four Years (since 14.10.2014):**

Datum / Date Gz / Ref		Euro
	Professor Dr. Alexey Eremin	239.043
26.05.2017 ER 467/8-2	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Struktur und Dynamik der nematischen Phasen aus bent-core Mesogenen mit starken smektischen Fluktuationen / Structure and dynamics of nematic phases with strong smectic fluctuations formed by bent-core mesogens	239.043
	Professor Dr. Ralf Stannarius	811.350
20.12.2017 STA 425/36-3	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Magneto-optisch schaltbare anisotrope Suspensionen und Gele / Magneto-optically switchable anisotropic suspensions and gels	192.000
29.04.2016 STA 425/36-2	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Magneto-optisch schaltbare anisotrope Farbstoffsuspensionen / Magneto-optically switchable anisotropic dye suspensions	3.100
05.04.2016 STA 425/40-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal OASIS - Smektische Filme unter Mikrogravitation / OASIS - Smectic Films under Microgravitation	191.200
19.10.2015	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual	168.000

Datum / Date Gz / Ref		Euro
STA 425/36-2	Proposal Magneto-optisch schaltbare anisotrope Farbstoffsuspensionen / Magneto-optically switchable anisotropic dye suspensions	
26.08.2015 STA 425/28-2	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Dynamik und Wechselwirkungen kolloidaler Teilchen auf freistehenden smektischen Filmen / Dynamics and Interactions of Colloidal Particles on Freely Suspended Smectic Films	125.600
28.01.2015 STA 425/38-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Geometrische Frustration in granularen Packungen / Geometric frustration in granular packings	131.450

Zusammenfassung

In diesem Projekt wird die Dynamik von Flüssigkeitsgrenzflächen während der Benetzung und unter kapillaren Wechselwirkungen experimentell untersucht. Wir nutzen dabei eine bemerkenswerte Eigenschaft von smektischen Flüssigkristallen aus: Ihre Fähigkeit, stabile, frei tragende Filme auszubilden. Diese Filme stellen quasi-2D-Flüssigkeiten mit einzigartigen Merkmalen dar. Ihre geschichtete Struktur garantiert auf molekularer Skala einheitliche Filmdicken im Gleichgewicht. Sie macht Sie auch extrem robust und verhindert Drainage. Gleichzeitig sind diese Filme äußerst flexibel und weisen eine komplexe Dynamik auf, sie eignen sich hervorragend als Modellsysteme für Untersuchungen dünner flüssiger Membranen, die mit auftreffenden oder eingebetteten Objekten wechselwirken oder anderen statischen oder dynamischen Belastungen ausgesetzt sind. Solche Filme ermöglichen die Untersuchung der Benetzung und Entnetzung in Kombination mit elastischen Deformationen der Filmflächen. Der Antrag basiert auf Vorstudien des Tropfenaufschlages auf freitragende Filme, der Bewegung von Objekten in diesen Filmen und der Dynamik von Grenzflächenspannungen und der optischen Manipulation des Benetzungsverhaltens:

(i) Tröpfcheneinschlag auf freistehende Filme: Wir schlagen vor, den Aufprall von Tröpfchen auf dünne, freitragende smektische Filme zu untersuchen. Bei niedriger kinetischer Energie werden die Tröpfchen in der Filmebene eingebettet. Wenn Sie ausreichend schnell sind, können Sie in die Filme jedoch durchdringen. Dabei werden sie in eine dünne smektische Beschichtung verkapselt, sie bilden smektische 'Schalen'.

(II) Tröpfchen auf smektischen Filmen: Auftreffende Tröpfchen, die im Film eingebettet werden, setzen sich zunächst auf seine Oberfläche. Ihre anschließenden Formumwandlungen spiegeln die Benetzungsprozesse an Ober- und Unterseite wider, innerhalb von Mikrosekunden. Wir werden Hochgeschwindigkeitsphotographie verwenden, um diese Prozesse zu analysieren, für eine repräsentative Auswahl von Flüssigkeiten und Tensiden.

(III) Dynamische Grenzflächenspannung: Wenn eine frische smektische Grenzfläche in einer Tensid-Lösung schwacher Konzentration (unterhalb der kritischen Mizellen-Konzentration) entsteht, wird Sie zunächst nur teilweise mit Tensidmolekülen bedeckt.

Die Dynamik der Bedeckung führt zu einer zeitabhängigen Grenzflächenspannung. Darüber hinaus können lichtempfindliche Tenside eingesetzt werden, um die Grenzflächenspannung lokal oder global zu manipulieren. Dies ermöglicht die Steuerung der Formen, Positionen und Stabilität von LC-Strukturen in wässrigen Tensidlösungen durch Bestrahlung mit UV- und sichtbarem Licht, kontinuierlich und umkehrbar.

Summary

In this project, the dynamics of fluid interfaces during wetting and capillary interactions will be studied experimentally. We will take advantage of a distinctive property of smectic liquid crystals: their ability to form stable freely

suspended films. These films represent quasi-2D liquids, with unique features. Their layered structure guarantees uniform film thicknesses in equilibrium, on a molecular scale. It also renders them extremely robust and inhibits drainage. At the same time, these films are extremely flexible and they exhibit complex shape dynamics, providing unique model systems for studies of thin fluid membranes interacting with impacting or embedded objects, or exposed to other static or dynamic stresses. Such films allow the investigation of wetting and dewetting in combination with related elastic deflections of the film surfaces.

The proposal is based on preliminary studies by the applicants of droplet impact on smectic films, interface tension dynamics and optical manipulation of interfaces, substantially expanding these studies and broadening the scope of the investigations. The research program is divided into three interrelated subtasks: impact of liquid droplets on thin free-standing films, embedding and motion of objects in the films, and studies of the dynamic interface tension including optical manipulation of wetting behaviour:

(i) Droplet impact on free-standing films: We propose to study the impact of droplets of immiscible liquids on thin freely suspended smectic films. At low kinetic energy, the droplets become trapped in the film plane. When they are sufficiently fast, they can penetrate the films. Thereby, they are encapsulated by a thin smectic coating, forming smectic 'shells'.

(ii) Droplets on smectic films: Impacting droplets that are trapped by the film first settle on its surface. Their subsequent shape transformations reflect wetting processes at the droplet top and bottom surfaces, within microseconds. We will employ high-speed imaging to analyze this wetting process for a representative selection of liquids and surfactants.

(iii) Dynamical interface tension: When a fresh smectic interface is created in a low-concentration surfactant solution (below the critical micelle concentration), it is initially covered only partially with surfactant molecules. The dynamics of the surface coverage results in a time dependent interface tension. In addition, photosensitive surfactants can be used to locally or globally manipulate the interface tension. This allows to control shapes, positions and stability of LC structures immersed in aqueous surfactant solutions by irradiation with UV and visible light, continuously and reversibly.