

Antragstyp Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

Type of Proposal Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

Antragsdauer / Requested Duration 36 Monate / 36 months

Fach Statistische Physik, Weiche Materie, Biologische Physik, Nichtlineare Dynamik

Subject Area Statistical Physics, Soft Matter, Biological Physics, Nonlinear Dynamics

Rahmenprojekt / Framework Project SPP 2171

Titel Kontrolle dynamischer Benetzung auf photo-schaltbaren Substraten

Title Control of Dynamic Wetting on Photo-Switchable Substrates

Geschäftszeichen / Reference No. STA 352/12-1

Antragsteller / Applicant Professor Dr. Holger Stark
Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Berlin

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
STA 352/12-1			
Summe / Total [Euro]	161.250		
Professor Dr. Holger Stark			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
Personalmittel / Funding for Staff			145.100
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
Sachmittel / Direct Project Costs			16.150
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			13.900

**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
--------------------------	--	------

Datum / Date Gz / Ref		Euro
	Professor Dr. Holger Stark	644.250
21.04.2017 STA 352/11-2	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Wie Hydrodynamik die kollektive Bewegung von Mikroschwimmern beeinflusst: Eine teilchenbasierte Simulationsstudie / How hydrodynamics influences the collective motion of microswimmers: A particle-based simulation study	193.450
25.11.2014 INST 131/594-2	Sonderforschungsbereich: Einzelantrag / Collaborative Research Centres: Individual Proposal Kontrolle von Strömungsmustern in komplexen Fluiden auf der Mikroskala / Control of flow patterns in complex fluids on the micron scale	450.800

Zusammenfassung

Dynamische Benetzung beschreibt eine Reihe von Nichtgleichgewichts-Phänomenen, bei denen Flüssigkeiten mit Substraten wechselwirken. Sie umfasst unterschiedliche Systeme, wie durch Vibrationen getriebene Tropfen, Flüssigkeiten auf heißen Substraten und durch Licht induzierte Veränderungen in der Benetzbarkeit. Insbesondere photo-schaltbare Substrate ermöglichen einen attraktiven und einzigartigen Zugang, um raumzeitliche Benetzbarkeitssmuster zu erzeugen. Sie können verwendet werden, um Flüssigkeitstropfen zu manipulieren und dadurch neuartige Zustände dynamischer Benetzung zu induzieren.

Im Projekt werden wir ein Computerprogramm entwickeln, das die Randelementmethode implementiert, um die Stokes Gleichungen für den hydrodynamischen Fluss in einem Flüssigkeitstropfen zu lösen einschließlich der entsprechenden Randbedingungen. Dadurch können wir die Bewegung von Tropfen unter dem Einfluss raumzeitlicher Benetzbarkeitssmuster vorhersagen. Das Programm stellt uns auch ein vielseitiges Hilfsmittel zur Verfügung, um experimentelle Projekte im Schwerpunktprogramm zu unterstützen. Im Projekt werden wir zuerst studieren, wie laufende Muster Tropfen bewegen und wie oszillierende und rotierende Muster sie deformieren, wobei wir Bedingungen wie Wellenamplitude, Tropfengröße und Materialparameter variieren. Insbesondere wollen wir Muster identifizieren, die optimalen Transport, also maximale Tropfengeschwindigkeit, bewirken oder Übergänge im internen Strömungsfeld erzeugen, indem zum Beispiel zwischen einer unterschiedlichen Anzahl von Wirbeln geschaltet wird. Wir untersuchen dann den zusätzlichen Einfluss von Verdampfung und Kondensation der Tropfen, also Vorgänge die in der Anwendung für Drucker und Klimaanlage wichtig sind, wie auch die Auswirkung von äußeren Kräften und ihr Zusammenwirken mit Gradienten in der Oberflächenrauigkeit. In unseren Untersuchungen kommen auch realistische Materialparameter unserer experimentellen Partner zur Anwendung.

Unsere Ergebnisse ermöglichen uns, ein klares Verständnis für die interne Strömungsdynamik zu entwickeln, die die Tropfenbewegung bestimmt. Letztendlich werden wir damit auch die Grundlage legen, um technologische Prozesse zum Drucken, Kühlen und zur Entfeuchtung zu verbessern.

Summary

Dynamic wetting describes a range of non-equilibrium phenomena for liquids interacting with substrates. This includes diverse systems such as vibration-driven droplets, fluids on hot substrates, and light-induced changes in wettability. Especially, photo-switchable substrates provide an attractive and unique approach to generate spatio-temporal wettability patterns. They can be used to manipulate liquid droplets and thereby induce novel states of dynamic wetting.

In the project we will develop a computer program, which implements the

boundary element method to solve the Stokes equations for the hydrodynamic flow within a liquid droplet including appropriate boundary conditions. This will enable us to predict droplet motion under various spatio-temporal wettability patterns. The program will also provide a versatile tool to support experimental projects within the priority program. First, we will study how travelling patterns move droplets around and how oscillating and rotating patterns deform them under varying conditions, including wave amplitude, droplet size, and material parameters. Especially, we seek for patterns, which induce optimal transport, i.e. maximum droplet speed, and generate transitions in the internal flow field by switching, for example between different numbers of vortices. We will then explore the additional influence of droplet evaporation and condensation, which govern printing and cooling devices, as well as the impact of external forces and their interplay with gradients in surface roughness. For our studies, we will also use realistic material parameters provided by our experimental partners.

Our findings will help to develop a clear understanding of the internal flow dynamics, which governs droplet motion, and ultimately also lay the foundation for improving technologies for printing, cooling, and dehumidification.