

**Antragstyp** Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

**Type of Proposal** Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

**Antragsdauer / Requested Duration** 36 Monate / 36 months

**Fach** Physikalische Chemie von Festkörpern und Oberflächen,  
**Subject Area** Materialcharakterisierung  
Physical Chemistry of Solids and Surfaces, Material Characterisation

**Rahmenprojekt / Framework Project** SPP 2171

**Titel** **Sessile Tropfen auf schaltbaren, mit Schmierstoffen infundierten Oberflächen**

**Title** **Sessile droplets on switchable lubricant infused surfaces**

**Geschäftszeichen / Reference No.** **CU 346/7-1**

**Antragsteller / Applicant** **Dr. Jiaxi Cui**  
Leibniz-Institut für Neue Materialien gGmbH (INM)  
Saarbrücken

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	Beantragt / Requested		
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>		
<b>CU 346/7-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>159.300</b>		
<b>Dr. Jiaxi Cui</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>133.800</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 66 % / Doctoral Researcher or Comparable 66 %	1	36	127.700
Sonst. wiss. Mitarbeiterin/Sonst. wiss. Mitarbeiter 15 % / Other Research Assistant 15 %	1	9	6.100
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>25.500</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			20.500
Publikationen / Publications			2.000
Reisen / Travel			3.000

## Zusammenfassung

Das Benetzungsverhalten eines Tropfens auf mit Schmierstoffen infundierten Oberflächen (LIS) unterscheidet sich von dem auf festen Oberflächen. Grund hierfür ist das Vorhandensein einer beweglichen, flüssigen Zwischenschicht, einer Schmierstoffkante und einer potenziellen umhüllenden Schicht. Obwohl LIS bereits viele vielversprechende Eigenschaften gezeigt haben, sind die zugrunde liegenden Mechanismen der Benetzung, Bewegung und Verdunstung von Tröpfchen auf LIS bei weitem noch nicht vollständig verstanden. Um ein grundlegendes Wissen über diese Verhaltensweisen zu entwickeln, sind sowohl theoretische als auch experimentelle Werkzeuge notwendig. Ziel dieses Projektes ist es, eine Versuchsplattform zu entwickeln, die eine In-situ-Regulierung der charakteristischen Parameter der LIS ermöglicht, um so die Hauptfaktoren zu untersuchen, die Einfluss auf die Tröpfchen auf den LIS haben. Die Parameter sollen die Dicke der Schmierschicht auf der Oberseite, die Oberflächenmorphologie, die Oberflächenspannung und die Viskosität des Schmierstoffes einschließen. Die Plattform basiert auf schaltbaren LIS, die aus schaltbaren Substraten und responsiven Schmierstoffen bestehen. Die schaltbaren Substrate bestehen entweder aus einer porösen Oberfläche oder einer strukturierten Oberfläche mit genau definierter Geometrie zur Stabilisierung des Schmierstoffes sowie aus einer Kanal-eingebettete Trägerschicht, die einen präzisen Flüssigkeitstransport ermöglicht. Die responsiven Schmierstoffe sind so gestaltet, dass sie auf thermische oder Lichtreize mit Änderungen der Oberflächenspannung und Viskosität reagieren. Wir werden systematisch die Schaltbarkeit unseres Systems charakterisieren. Dafür werden wir Ellipsometrie oder konfokale Mikroskopie verwenden, um die Änderung der Dicke zu überwachen, Wasserkontaktwinkel, um die Veränderung der Oberflächenspannung zu beurteilen, und Tropfchengleitraten, um die Viskosität zu berechnen. Mit den kalibrierten Substraten werden wir verschiedene grundlegende Benetzungsverhalten untersuchen, darunter 1) die Benetzungskonfiguration eines Tropfens auf den Substraten; 2) die Entwicklung der Schmierstoffkante durch Änderung der Dicke des Schmierfilms oben auf den LIS und ihr Beitrag zur Form und Beweglichkeit der Tropfen; 3) die Bildung der umhüllenden Schicht; 4) die Verdunstung eines Tröpfchens bei unterschiedlicher Schmierstoffkante und umhüllender Schicht, die durch die Dicke der Schmierstoffschicht und der Oberflächenspannung der Schmierstoffe gesteuert wird; und 5) die Koaleszenz von zwei Tröpfchen. Diese Studien werden es uns ermöglichen, die physikalischen Modelle, die entwickelt wurden, um die Benetzungskonfigurationen auf LIS zu beschreiben, zu überprüfen, die Energiedissipationsmechanismen der Schmierstoffkante zu verstehen, eine neue Einsicht in die Langlebigkeit und Stabilität von LIS zu gewinnen und Richtlinien für die Regulierung der Tröpfchenmischung auf LIS bereitzustellen.

## Summary

Wetting behavior of a droplet on lubricant infused surfaces (LIS) is different from that on solid surfaces due to the presence of a mobile liquid interlayer, a lubricant ridge, and a potential cloaking layer. Although LIS have shown a lot of promising properties, the underlying mechanism of the wetting, movement, and evaporation of droplets on LIS is far from being fully understood. Developing the fundamental knowledge on these behaviors requires both theoretical and experimental tools. This project aims to develop an experimental platform that allows in-situ regulation of characteristic parameters of LIS, including the thickness of lubricant layer on the top, surface morphology, surface tension and viscosity of the lubricant, for studying the main factors manipulating the droplets on LIS. The platform is based on switchable LIS consisting of tunable substrates and responsive lubricants. The tunable substrates consist on either a porous surface or a structured surface with well-defined geometry for stabilizing the lubricant, and of a channel-embedded supporting layer that allows for precise liquid-transport. Responsive lubricants are designed to be sensitive to thermo- or light-stimuli with changes in surface tension and viscosity. We will systematically characterize the switchability of our system in the

absence/presence of water droplets by using ellipsometry ( $< 1 \mu\text{m}$ ) or laser scanning confocal microscopy ( $> 1 \mu\text{m}$ ) to monitor the change in thickness, using water contact angle to evaluate the variation in surface tension, and using droplet sliding rate to estimate the viscosity. With the calibrated substrates, we will study several basic wetting and relative behaviors on LIS, including 1) the wetting configuration of a droplet on the substrates by in-situ switching the wetting state from Cassie to slippery state, and then to slippery Wenzel state; 2) the evolution of lubricant ridge by changing the thickness of the lubricant layer on the top of LIS and its contribution to the shape and mobility of the droplet; 3) the formation of cloaking layer; 4) the evaporation of a droplet with different lubricant ridge and cloaking layer controlled through the thickness of the lubricant layer and the surface tension of lubricants; and 5) the coalescence of two droplets on LIS by varying the apparent contact angle. These studies will allow us to verify the physical models developed to describe the wetting configurations on LIS, to understand the energy dissipating mechanisms of the lubricant ridge, to develop new understanding on the longevity and stability of LIS, and to provide guiding rule to regulate droplet mixing on LIS.

**Bemerkung der**

**Geschäftsstelle /**

**Comment by the DFG**

**Head Office**

Es liegt ein befristeter Arbeitsvertrag vor, der am 31.03.2020 ausläuft.

The applicant's fixed-term contract will expire on 31.03.2020.