

**Antragstyp** Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

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

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

**Fach** Strukturierung und Funktionalisierung

**Subject Area** Structuring and Functionalisation

**Rahmenprojekt / Framework Project** SPP 2171

**Titel** **Untersuchung von Tropfenform und Dynamik der Dreiphasenkontaktklinie auf dynamisch schaltbaren Spiropyran Oberflächen**

**Title** **Evaluation of droplet shape and three-phase contact line movement on dynamically switchable spiropyran surfaces**

**Geschäftszeichen / Reference No.** **HE 8451/1-1**

DFG-Erstantrag / First-Time Applicant

**Antragstellerin / Applicant** **Dr. Dorothea Helmer**  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)  
Freiburg

**Kooperations-partnerinnen und Kooperations-partner / Cooperation Partners** Professor Dr. Moran Bercovici  
Technion - Israel Institute of Technology  
Faculty of Mechanical Engineering  
Haifa  
Israel

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	Beantragt / Requested		
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>		
HE 8451/1-1			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>199.812</b>		
<b>Dr. Dorothea Helmer</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>160.262</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100

Hilfskräfte / Support Staff			15.162
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>39.550</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			29.200
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			8.100

## Zusammenfassung

Die Benetzung von Oberflächen mit Flüssigkeiten ist ein Prozess, der in vielen Bereichen der Wissenschaft und des täglichen Lebens von Interesse ist. Die Oberflächenbeschaffenheit hat eine große Auswirkung auf das Benetzungsverhalten von Flüssigkeiten: Bereiche mit unterschiedlicher Benetzbarkeit und unterschiedlicher Oberflächenstruktur verändern das Benetzungsverhalten. Für das Verhalten von Tropfen auf Oberflächen und die messbaren Kontaktwinkel spielt die Dreiphasenkontaktklinie eine herausragende Rolle: Oberflächen-Heterogenität wirkt sich nur auf das Verhalten des Tropfens aus, wenn sie sich unter dieser Linie befinden. Die experimentelle Untersuchung der Dynamik der Dreiphasenkontaktklinie ist daher von großem Interesse.

In der Natur sind viele Benetzungsprozesse durch die dynamischen Eigenschaften der Oberfläche charakterisiert. In diesem Projekt soll der Einfluss der Substratdynamik auf das Verhalten von Tropfen auf Oberflächen untersucht werden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Untersuchung der Dreiphasenkontaktklinie. Im Rahmen des Projektes werden dynamische, zwischen unterschiedlichen Zuständen der Oberflächenenergie (hydrophil/hydrophob) oder Viskosität schaltbare Substrate auf Spiropyran-Basis hergestellt und auf ihre Schaltbarkeit hin untersucht. Die hydrophoben Bereiche erscheinen farblos, während geschaltete, hydrophile Bereiche violett erscheinen. Für die Herstellung der Oberflächen kann auf die Herstellung von mikro-/nanostrukturieren Polymerschäumen und das Photobleichen zur Anbringung von Molekülen an der Oberfläche zurückgegriffen werden. Aber auch neuartige Spiropyran-Copolymere und Polymere mit Spiropyran-Crosslinkern sollen erzeugt werden. Es wird eine Messplattform bestehend aus zwei Hochgeschwindigkeitskameras in Kombination mit einer maskenlosen Lithographieanlage zur Generierung von Schaltungsmustern aufgebaut, um die Tropfen während und nach dem Schaltvorgang zu untersuchen. Tropfenform und Bewegung in Abhängigkeit der Schaltungsmuster unterhalb der Dreiphasenkontaktklinie sollen untersucht werden. Protonierung durch Säure führt zu Grünfärbung der Spiropyrane wodurch die Dreiphasenkontaktklinie auch unter stärker hydrophoben Tropfen sichtbar gemacht werden soll.

Im Rahmen dieses Schwerpunktprogramms sollen die Benetzungseigenschaften von schaltbaren, flexiblen und adaptiven Substraten experimentell und theoretisch untersucht werden. Das vorliegende Projekt bietet Oberflächen aus jeder dieser Kategorien und wird durch Echtzeit-Untersuchung von Tropfenbewegungen einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis der Dynamik der Dreiphasenkontaktklinie unter veränderbaren Substrateigenschaften leisten. Es sind Kollaborationen mit experimentell arbeitenden Gruppen geplant, um die Eigenschaften und Dynamik der Oberflächen zu verbessern, sowie theoretische Kooperationen, die die bei diesem Projekt erhobenen experimentelle Daten zur Modellanpassung und Verbesserung verwenden sollen.

## Summary

Wetting, the spreading of liquids on solid surfaces is of high interest for many processes in science and everyday life. It is generally agreed, that the properties of the solid substrate have a significant influence on the wetting behaviour: chemical or topographic inhomogeneities, i.e. areas of different wettability or different surface structure cause significant changes in the

behaviour of liquids on surfaces. For the behaviour of droplets, the three-phase contact line, the line where liquid, solid and gas phase meet, plays a major role. Surface heterogeneity only impacts the macroscopic behaviour of the droplet if it is situated under the three-phase contact line. The experimental evaluation of the dynamics of this line is therefore of great interest.

In nature, many wetting processes are characterized by the dynamics of the solid substrate. In this project, the influence of substrate dynamics on the behaviour of droplets will be investigated. The main focus of this project is the analysis of the three-phase contact line. In the course of this project dynamic substrates which can be switched between different states of surface energy (hydrophilic/hydrophobic) based on spiropyrans will be generated and analysed in terms of their switching properties. Spiropyran surfaces are advantageous because the switch is directly visible due to a colour change from colourless (hydrophobic) to an intense magenta colouring (hydrophilic). For the fabrication of such substrates, processes for the generation of micro/nanostructured polymer foams in combination with spiropyran immobilization via photobleaching can be employed. Additionally, new spiropyran-copolymer mixtures and polymers with spiropyran-crosslinkers will be used. An imaging platform consisting of two highspeed cameras in combination with a maskless lithography setup for the generation of switching patterns will be set up for analysing the droplets during and after the switch. Droplet shape and movement dynamics in dependence of the switching patterns underneath the three-phase contact line will be investigated. Introduction of acidic droplets leads to a third, protonated spiropyran state which has an intense green colour. This way, the contact area between droplet and surface will be identified by colour and the three-phase contact line will also be visualized under strongly hydrophobic droplets.

This Schwerpunktprogramm aims at experimental and theoretical analysis of wetting phenomena on switchable, flexible and adaptive surfaces. This project offers substrates of each of these categories and will make a significant contribution to understanding the dynamics of the three-phase contact line under changing substrate dynamics. Collaborations with experimental groups to improve the properties and dynamics of the surfaces as well as with theoretically oriented groups to utilize experimental data for the improvement and adaption of theoretical models are planned.