

| | |
|--|--|
| Antragstyp | Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag |
| Type of Proposal | Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal |
| Antragsdauer / Requested Duration | 36 Monate / 36 months |
| Fach | Strömungsmechanik |
| Subject Area | Fluid Mechanics |
| Rahmenprojekt / Framework Project | SPP 2171 |
| Titel | Dynamik und Interaktion der Drei-Phasen-Kontaktlinie mit elektrokinetischen und elektrochemischen Prozessen auf schaltbaren Oberflächen |
| Title | Dynamics of the coupled interaction of the three-phase contact line with electrokinetic and electrochemical processes on switchable surfaces |
| Geschäftszeichen / Reference No. | OE 220/21-1 |
| Antragsteller / Applicant | Professor Dr. Egbert Oesterschulze Technische Universität Kaiserslautern Fachbereich Physik Arbeitsgruppe Physik und Technologie der Nanostrukturen Kaiserslautern |
| Geschäftszeichen / Reference No. | SCHO 1782/1-1 DFG-Erstantrag / First-Time Applicant |
| Antragstellerin / Applicant | Dr.-Ing. Clarissa Schönecker Technische Universität Kaiserslautern Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik Lehrstuhl für Mikrofluidmechanik Kaiserslautern |
| Kooperations- partnerinnen und Kooperations- partner / Cooperation Partners | Professor Dr.-Ing. Sergiy Antonyuk Technische Universität Kaiserslautern Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik Kaiserslautern Professor Dr. Hans-Jürgen Butt Max-Planck-Institut für Polymerforschung Mainz Professor Dr.-Ing. Hans Hasse |

Technische Universität Kaiserslautern
 Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
 Lehrstuhl für Thermodynamik
 Kaiserslautern

Professor Dr. Christian Holm
 Universität Stuttgart
 Fachbereich Physik
 Institut für Computerphysik (ICP)
 Stuttgart

Professor Dr. Patrick Huber
 Technische Universität Hamburg
 Studiendekanat Maschinenbau
 Institut für Werkstoffphysik und Werkstofftechnologie
 Hamburg

Dr. Kaloian Koynov
 Max-Planck-Institut für Polymerforschung
 Mainz

Dr.-Ing. Kai Langenbach
 Technische Universität Kaiserslautern
 Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
 Lehrstuhl für Thermodynamik
 Kaiserslautern

Professor Dr.-Ing. Ralf Müller
 Technische Universität Kaiserslautern
 Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
 Lehrstuhl für Technische Mechanik
 Kaiserslautern

Beantragte Mittel / Budget Request:

| | Beantragt / Requested | | |
|--|-----------------------|-------------------------|----------------|
| Dauer [Monate] / Duration [Months] | 36 | | |
| OE 220/21-1 | | | |
| Summe / Total [Euro] | 204.160 | | |
| Professor Dr. Egbert Oesterschulze | | | |
| | Anz. / No. | Dauer / Duration | Euro |
| Personalmittel / Funding for Staff | | | 160.100 |
| Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 % | 1 | 36 | 145.100 |
| Hilfskräfte / Support Staff | | | 15.000 |
| Sachmittel / Direct Project Costs | | | 44.060 |
| Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables | | | 28.610 |
| Publikationen / Publications | | | 2.250 |
| Reisen / Travel | | | 6.000 |
| Sonstiges / Other | | | 7.200 |
| SCHO 1782/1-1 | | | |

| | | | |
|---|-------------------|-------------------------|----------------|
| Summe / Total [Euro] | 232.750 | | |
| Dr.-Ing. Clarissa Schönecker | | | |
| | Anz. / No. | Dauer / Duration | Euro |
| Personalmittel / Funding for Staff | | | 208.500 |
| Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 100 % / Doctoral Researcher or Comparable 100 % | 1 | 36 | 193.500 |
| Hilfskräfte / Support Staff | | | 15.000 |
| Sachmittel / Direct Project Costs | | | 24.250 |
| Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables | | | 14.000 |
| Publikationen / Publications | | | 2.250 |
| Reisen / Travel | | | 8.000 |
| Gesamtsumme / Total | 436.910 | | |

**Bewilligungen der letzten vier Jahre zu anderen Projekten (seit 15.10.2014) /
DFG Project Funding Over the Last Four Years (since 15.10.2014):**

| Datum / Date Gz / Ref | | Euro |
|----------------------------------|---|----------------|
| | Professor Dr. Egbert Oesterschulze | 616.792 |
| 30.06.2017 OE 220/17-2 | Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Chemisch selektiver Mikroresonator durch imprägnierte Hydrogele / Ultrasensitive microresonator based on molecular imprinted hydrogels | 107.450 |
| 19.08.2016 OE 220/19-1 | Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Temperaturbeständige elektrochrome Mikro-Iriden mit farbneutralem Spektralverhalten zur schnellen Bildadaption in Miniaturkameras für medizinische Applikationen / Temperature resistant electrochromic micro-iris with neutral color for quick image adaptation in micro-cameras for medical applications | 329.942 |
| 22.10.2014 OE 220/17-1 | Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Chemisch selektiver Mikroresonator durch imprägnierte Hydrogele / Ultrasensitive microresonator based on molecular imprinted hydrogels | 179.400 |

Zusammenfassung

Das Ziel dieses Projektes ist das fundamentale Verständnis der Wechselwirkungen an der Drei-Phasen-Kontaktlinie von Tropfen einfacher Flüssigkeiten wie Wasser, die mittels äußerer Felder durch elektrokinetische und elektrochemische Prozesse hervorgerufen werden. Diese Art von Phänomenen verändert die Randbedingungen an der Flüssigkeits-Festkörper-Grenzfläche durch die sich einstellenden Flüssigkeitsströme oder die Erzeugung von Gasblasen. Zusätzlich können diese direkt auf die Drei-Phasen-Kontaktlinie wirken. Bei diesen Vorgängen spielen dynamische Prozesse, die mit der Erzeugung der Gasblasen, dem Fluss innerhalb des Tropfens und dem Benetzungsverhalten der sich bewegenden Kontaktlinie in Verbindung stehen, eine wesentliche Rolle. Um diese Effekte kontrollieren zu können, werden spannungsbeaufschlagte Elektroden benutzt, auf welchen der Tropfen in direktem Kontakt aufsitzt. Die elektrischen Felder zwischen den Elektroden können zu elektrokinetischen Phänomenen führen. Wir möchten die Rolle von Elektrokinetik auf die Kontaktlinienbewegung besser verstehen. Insbesondere werden die schaltbaren Oberflächen zur elektrolytischen Gaserzeugung an der Flüssigkeits-Elektroden-Grenzfläche benutzt, indem Wasser elektrolytisch zersetzt wird. Die Gasblasen werden einen signifikanten Einfluss auf Form und Mobilität der Drei-Phasen-Kontaktlinie

haben, da diese ein scheinbares Gleiten ermöglichen. Durch gezielte elektrische Aktuierung kann dieser Vorgang im Idealfall sehr genau kontrolliert und verändert werden ohne dass die Topographie der Oberfläche verändert wird. Hier ist insbesondere die Interaktion der äußeren Kontaktlinie eines Tropfens mit seinen inneren Kontaktlinien von Interesse. Im Fall gleitender Tropfen muss die Gasschicht unter dem Tropfen auf den Elektroden dynamisch erzeugt werden. Die Benetzung hängt somit von mehreren Prozessen mit verschiedenen Zeitkonstanten (Zeitkonstante der Gaserzeugung, Zeitkonstante des Entnetzungs Vorgangs etc.) als auch räumlichen Skalenlängen (Schlupflänge, mittlere Tropfengröße, Dicke der Doppelschicht an der Grenzfläche) ab. Hier soll untersucht werden, wie dynamisch erzeugte Gasblasen das Benetzungsverhalten des Tropfens verändern und beeinflussen und welche Bedeutung dies für die Kontaktlinienreibung hat.

Besonders interessant ist eine elektrochemische Kontrolle des Benetzungsverhaltens, wenn sich ein Tropfen auf einer superhydrophoben Oberfläche im Cassie-Baxter Zustand befindet, da durch den Gaserzeugungs- oder -vernichtungsprozess potentiell die lokale Grenzfläche kontinuierlich verändert werden kann. Damit ist die Möglichkeit geboten, durch lokale Gaserzeugung die Gleitlänge/Dicke der Gasschicht gezielt einzustellen. Es ist zu erwarten, dass mit einer geeigneten Wahl der Elektrodenkonfiguration eine gezielte Kontrolle der Benetzung erreicht werden kann, z.B in Form von Benetzungsbarrieren, einem großflächigen Entnetzen benetzter Oberflächen oder einem vereinfachten Abrollen von Tropfen.

Summary

The project goal is the fundamental understanding of the interaction of the dynamics of the three-phase contact line with electrokinetic and electrochemical phenomena induced by electric fields in droplets of simple liquids like water. Such phenomena change the boundary conditions at the surface-droplet interface by generating gas bubbles via electrolysis or by inducing flows. Additionally, they may directly act on the contact line. This problem involves dynamical processes related to the gas bubble generation, the flow inside the droplet, and the wetting dynamics of the moving contact line. To create these effects, we employ controllable surface electrode structures that are in direct contact with the droplet.

Electrokinetic phenomena arise from the electric field between the surface electrodes. Additionally, electrical charges are generated on the distinct drop interfaces that will vary dynamically upon (de)wetting of areas. We will investigate the mutual interaction of the flow fields and contact line dynamics to understand the role of electrokinetics in contact line motion.

Surface electrodes are also used to provoke electrochemical gas generation processes at the electrode interface. Gas generation is obtained from the electrolytic decomposition of water. This will significantly change the conformation as well as the mobility at the boundary since it introduces an apparent slip at the bubbles surface. This controlled actuation will ideally allow to continuously vary the slip length by electrical means without changing the surface topography. We are interested in the interaction of the outer contact line with the interior contact lines of a single drop.

In case of a moving droplet the gas layer has to be dynamically generated. Hence, the wetting behavior will depend on the interplay of physical processes with different time scales (time constant of electrolytic gas generation, time scale of (de)wetting dynamics, etc.) and different length scales (e.g. slip length, mean drop size, double layer thickness). We like to understand whether dynamically created bubbles can lift and manipulate the contact line and to what extent contact line friction is varied.

Electrochemical control is in particular promising for the wetting of superhydrophobic structured surfaces that already support the Cassie-Baxter state. Such surfaces decorated with electrodes will potentially allow a continuous control of both (de)wetting and transport of individual drops by in-/decreasing the local gas layer thickness on top of the surface microstructure and thus the slip length, respectively. With an appropriate electrode

configuration, wetting control is envisioned for drops and advancing wetting fronts, e.g. switchable wetting barriers or a massive dewetting of wetted surfaces by facilitating roll-off by reduction of the water-surface contact area.

**Bemerkung der
Geschäftsstelle /
Comment by the DFG
Head Office**

Es liegt ein befristeter Arbeitsvertrag vor, der am 31.05.2020 ausläuft. Eine Weiterbeschäftigung ist beabsichtigt.
The applicant's fixed-term contract will expire on 31.05.2020. A continued employment is intended.