

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 **Dynamische Elektrobenetzung an Nanoporösen Oberflächen: Schaltbare Tropfenspreitung, Imbibition und Elastokapillarität**

Title **Dynamic Electrowetting at Nanoporous Surfaces: Switchable Spreading, Imbibition, and Elastocapillarity**

Geschäftszeichen / Reference No. **HU 850/12-1**

Antragsteller / Applicant **Professor Dr. Patrick Huber**
Technische Universität Hamburg
Studiendekanat Maschinenbau
Institut für Werkstoffphysik und Werkstofftechnologie
Hamburg

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
HU 850/12-1			
Summe / Total [Euro]	173.840		
Professor Dr. Patrick Huber			
	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			28.740
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			19.000
Publikationen / Publications			1.880
Reisen / Travel			7.860

**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. Patrick Huber	1.582.550
15.10.2018 HU 850/11-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Veränderung der Eigenschaften mehrphasiger Flüssigkeiten durch geometrische Beschränkung in modernen mesoporösen Materialien / Property Changes of Multiphasic Fluids by Geometrical Confinement in Advanced Mesoporous Materials	278.250
09.05.2018 HU 850/10-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Thermoelektrische Hybridmaterialien basierend auf porösem Silizium: der Zusammenhang zwischen makroskopischen Transportphänomenen und mikroskopischer Struktur und elementaren Anregungen / Hybrid Thermoelectric Materials Based on Porous Silicon: Linking Macroscopic Transport Phenomena to Microscopic Structure and Elementary Excitations	215.700
31.05.2017 HU 850/9-1	Paketantrag: Einzelantrag / Package Proposals: Individual Proposal Oxidische 3d-Gerüststrukturen für benetzungsvermittelte Formgebung von Polymeren und benetzungsvermittelter Herstellung von Fügeverbindungen mit Polymeren / Oxidic 3d scaffold structures for wetting-assisted shaping and bonding of polymers	273.600
02.06.2016 INST 153/147-1	Sonderforschungsbereich: Einzelantrag / Collaborative Research Centres: Individual Proposal Polymere in grenzflächenbestimmten Geometrien: Struktur, Dynamik und Funktion an planaren und in porösen Hybridsystemen / Polymers in interfacial-dominated geometries: Structure, dynamics and function in planar and in porous hybrid systems	637.400
29.06.2015 HU 850/5-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Diskotische Flüssigkristalle in Nanoporösen Festkörpern: Von der Struktur und Dynamik zum lokalen Ladungstransport / Discotic Liquid Crystals in Nanoporous Solids: From the Structure and Dynamics to Local Charge Transport	177.600

Zusammenfassung

Elektrisch leitfähige Substrate, wie nanoporöse Metalle und Halbleiter, erlauben eine Kontrolle von Benetzungsenergien von Elektrolyten durch elektrische Felder. Dadurch ist es möglich, Tropfenformen und die Spreadynamik von Flüssigkeitsfilmen auf Oberflächen zu kontrollieren. Auch die Imbibitionskinetik in den Porenraum ist über elektrisch steuerbare Krümmungen der Flüssigkeitsmenisken im Porenraum einer externen Kontrolle zugänglich und damit prinzipiell schaltbar. Weiterhin führen die enormen Laplace-Drücke, wie sie typischerweise in nanoporösen Medien in Anwesenheit von Flüssigkeiten auftreten, zu merklichen Deformationen der porösen Festkörper und damit im Falle von Elektrobenetzung zu einer potentialabhängigen Kopplung der Kapillarität der Flüssigkeit mit der Elastizität des Festkörpers, also elektrisch schaltbarer Elastokapillarität. Das komplexe Wechselspiel dieser Phänomenologien (Tropfenformdynamik, Infiltrationsdynamik und Deformationsverhalten) ist bis heute kaum erforscht. In diesem Projekt soll unter kontrollierten äußeren elektrischen Potentialen die Benetzungsdynamik von wässrigen Elektrolyten und die damit eng verknüpfte Deformationskinetik an maßgeschneiderten Siliziumoberflächen, die von parallelen tubularen Nanoporen durchzogen sind, experimentell erforscht werden. Sowohl direkte als auch Elektrobenetzung mit Dielektrikum durch teilweise Oxidierung der Porenwände sollen untersucht werden. Die Existenz von Precursorfilmen im Porenraum, das Tropfenspreiten, die Imbibitionskinetik und die makroskopische (Substrat-) und mikroskopische (atomare) Deformation des einkristallinen Siliziums soll mit Hilfe von zeitabhängigen Tropfenformanalysen, opto-fluidischer Interferometrie, Dilatometrie und Synchrotron-basierter Röntgendiffraktion

studiert werden, bei systematischer Variation der Porendurchmesser und der Porosität. Diese Experimente sollen in enger Kooperation mit Projekten dieses Schwerpunkts analysiert werden, die sich mit mesoskopischer Modellierung und Simulation der Flüssigkeitsdynamik, Elektrokinetik, Imbibition und Elastokapillarität an planaren und porösen Oberflächen befassen. Das übergeordnete Ziel ist hierbei, ein prädikatives, fundamentales Verständnis der elektrisch schaltbaren statischen und dynamischen Benetzung an nanoporösen Festkörpern zu gewinnen.

Summary

Electrically conductive substrates, such as surfaces of nanoporous metals and semiconductors allow one to control the wetting energies of electrolytes by electrical potentials. Thereby, it is possible to tune droplet shape and liquid spreading dynamics at surfaces, however also the imbibition into the porous surface is under external control via electrical potential-dependent curvatures of the liquid menisci within the nanopores. Moreover, the enormous Laplace pressures and fluid-solid interfacial stresses, typical of nanopore-confined liquids, induce noticeable deformations of the porous solids, and thus result in the case of electrowetting in a potential-dependent coupling of liquid capillarity with solid elasticity, i.e. electrically switchable elastocapillarity. The complex interplay of these phenomenologies (droplet shape dynamics, imbibition and deformation behaviour) have been barely explored to date. Here, it is proposed to explore experimentally the wetting dynamics of aqueous electrolytes at tailored, single-crystalline silicon surfaces traversed by a parallel array of tubular nanopores along with the intimately related elastic deformation of the solids under electrical potential control of the solid-liquid interfacial tension. Both direct and electrowetting with dielectric oxide layers at the nanopore surfaces shall be studied. The existence of precursor films, droplet spreading and imbibition dynamics as well as the deformation on the microscopic (atomic silicon lattice) and macroscopic (substrate) scale will be scrutinized by time-dependent droplet shape analysis, opto-fluidic interferometry, dilatometry and synchrotron-based in-situ x-ray diffraction under variation of the mean pore diameter and porosity of the surface. The experiments shall be analysed in close cooperation with projects in this priority program focusing on computational modelling and mesoscopic phenomenological theories for liquid spreading, imbibition and elastocapillarity at planar and porous surfaces. The overarching objective of this project is a fundamental, predictive understanding of electrically switchable static and dynamic wetting at nanoporous surfaces.