

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 **Benetzung von schaltbaren Substraten mittels magnetisch aktuierter Filamente**

Title **Wetting of switchable surfaces through magnetically-actuated filaments**

Geschäftszeichen / Reference No. **GU 1075/18-1**

Antragsteller / Applicant **Professor Dr. Evgeny Gurevich**
Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Maschinenbau
Lehrstuhl für Laseranwendungstechnik
Bochum

Geschäftszeichen / Reference No. **HU 2264/7-1**

Antragstellerin / Applicant **Professorin Dr.-Ing. Jeanette Hussong**
Ruhr-Universität Bochum
Institut für Thermo- und Fluidodynamik
Lehrstuhl für Hydraulische Strömungsmaschinen
Bochum

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
GU 1075/18-1			
Summe / Total [Euro]	157.850		
Professor Dr. Evgeny Gurevich			
	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			12.750
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			6.000
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			4.500
HU 2264/7-1			
Summe / Total [Euro]			158.050
Professorin Dr.-Ing. Jeanette Hussong			
	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			12.950
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			5.700
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			5.000
Gesamtsumme / Total			315.900

**Bewilligungen der letzten vier Jahre zu anderen Projekten (seit 11.10.2014) /
DFG Project Funding Over the Last Four Years (since 11.10.2014):**

Datum / Date Gz / Ref		Euro
	Professor Dr. Evgeny Gurevich	626.650
18.12.2017 GU 1075/14-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Einbringung von Instabilitäten in großflächige Dünnschichtbeschichtungen mit komplexen Flüssigkeiten / Employing Instabilities in Large Area Thin-Film Coating with Complex Fluids	270.550
03.07.2017 GU 1075/12-1	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Mischkristallverfestigung in kubisch raumzentrierten TiZrNbHfTa Hochentropie-Legierungen / Solid solution strengthening in TiZrNbHfTa BCC high entropy alloys	158.600
09.07.2015 GU 1075/8-1	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Zugang zu gezielter struktureller und chemischer Fehlordnung in Metalloxid Dünnschichten für verbesserte Lichtabsorption (EnLight) / Design of Structural and Chemical Disorder in Metal Oxide Thin Films for Enhanced Light Absorption (EnLight)	197.500
	Professorin Dr.-Ing. Jeanette Hussong	476.500
26.06.2017 HU 2264/3-1	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Deterministisch-hydrodynamische Größen-, Form- und Dichtefraktionierung polydisperser Feinstpartikelsysteme / Deterministic-hydrodynamic Size-, Shape- and Density Fractionation of Polydisperse Microparticles	301.500
24.04.2015	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Entwicklung eines Versuchsaufbaus für simultane Messungen der Druck- und	175.000

Datum / Date Gz / Ref		Euro
HU 2264/1-1	Geschwindigkeitsverteilungen kavitierender Ultraschallströmungen mittels kombinierter Differentialinterferometrie und Mikro Partikel Image Velocimetry / Development of an experimental set-up for simultaneous density and velocity field measurements in cavitating ultrasound flows by means of Differential Interferometry and Micro Particle Image Velocimetry	

Zusammenfassung

Im vorliegenden Projekt werden magnetisch aktuierte, schaltbare Substrate hergestellt indem sie mit flexiblen superparamagnetischen Filamenten bedeckt werden. Zur Oberflächenbenetzung werden fortschreitende Wellenbewegungen entlang der Substratoberfläche eingesetzt, die zu (1) einer Umschaltung der Oberflächenbenetzungseigenschaften und (2) einer unidirektionalen Nettoantriebskraft in der Flüssigkeit führt. Mit einer solchen Aktuierung kann ein Transport für jede Art von Wellenbewegung realisiert werden, solange Modulationen der Oberflächenbenetzungseigenschaften und der lokalen Porosität in der Filamentschicht auftreten. Die Filamentbewegung in einem rotierenden Magnetfeld wird durch die Wechselwirkung zwischen viskosen Flüssigkeitskräften, elastischen Biegekräften und magnetischen Dipolkräften dominiert. Zudem beeinflussen hydrodynamische sowie magnetische Wechselwirkung zwischen benachbarten Filamenten die Bewegung und damit die Entwicklung der fortschreitenden Porositäts- und Benetzungsmodulationen. Es besteht somit eine starke Kopplung zwischen der Benetzungshydrodynamik und den Substrateigenschaften. So führt z.B. eine Erhöhung der Wellengeschwindigkeit zu einer erhöhten Dämpfung der Amplitudenbewegung von Filamenten durch viskose Fluidkräfte. Dies wirkt sich wiederum auf die magnetischen und hydrodynamischen Wechselwirkungskräfte zwischen den Filamenten aus. Um den Prozess der Oberflächenbenetzung erfolgreich zu steuern, wird die Rolle von Zeit- und Längenskalen auf die Filamentbewegung untersucht. Das Projekt umfasst vier Phasen: (I) das Design und die Modellierung des Substrats, (II) die Substratherstellung und Materialanalyse, (III) die Technologie- und Systemintegration und (IV) die Strömungscharakterisierung. Das Projekt ist eine Zusammenarbeit der Forschungsgruppen LAT und LM der RUB. Hierdurch werden die Kompetenzen in der laserbasierten Fertigung und der Messtechnik der Mikrofluidik kombiniert. Schaltbare, magneto-elastischen Oberflächen werden aus Nanokompositen hergestellt, wobei in der weichen Polymermatrix superparamagnetische Nanopartikel eingebettet werden. Magnetische Nanopartikel werden durch Femtosekunden-Laserablation von Eisen-Targets in Flüssigkeiten hergestellt und in den Polymeren dispergiert. Für die Polymerisation wird ein neuartiger Ansatz angewendet, der eine schnelle Abdeckung der Substratoberflächen mit dicht gepackten, magnetischen Filamenten ermöglicht, die durch ein rotierendes Magnetfeld aktuiert werden. Zur Charakterisierung des Benetzungs- und Transportprozesses von Tröpfchen und Flüssigkeitsfilmen werden phasenstarre Aufnahmen der Filamentbewegung und des Strömungsfeldes mittels Micro-PIV und A-PTV durchgeführt.

Summary

In the present project we are going to design magnetically actuated, switchable substrates with flexible superparamagnetic filament arrays covering the surface. Creating a travelling wave actuation along the substrate surface leads to (1) a switching of surface wetting properties and (2) unidirectional net driving force in the liquid. The unique kick of both transport mechanism is that it can work for any type of travelling wave motion as long as surface wetting and porosity variations in the filament layer are created. To understand the actual substrate's filament motion in a rotating magnetic field, one has to consider the interaction between viscous fluid forces, elastic bending forces and magnetic dipole forces. Furthermore, secondary effects

due to hydrodynamic interaction as well as magnetic interaction between neighboring filaments affect the filament motion and with it the evolution of overall travelling waves of porosity. Therefore, there exists a strong coupling between wetting hydrodynamics and substrate properties. E.g. an increase in actuation wave speed will result in an increased damping of the amplitude motion of filaments due to viscous fluid forces. This again will affect magnetic and hydrodynamic interaction forces between filaments. To successfully control the process of surface wetting the role of time and length scales on the filament motion will be studied closely. The project comprises four main steps: (I) the design and modeling of the substrate, (II) the substrate synthesis and material analysis, (III) the technology and system integration and (IV) the flow characterization. The project will be performed in a joined effort of research groups LAT and LM at RUB to combine expertises in laser-based manufacturing and microfluidics measurement techniques. Switchable substrates with arrays of magneto-elastic surface filaments will be synthesized from nanocomposites that is a soft polymer with embedded superparamagnetic nanoparticles. Magnetic nanoparticles will be produced by femtosecond laser ablation of iron targets in liquids and dispersed in the polymers. For polymerization a novel approach will be applied which allows rapid covering substrate surfaces with densely packed, magnetic filaments actuated through a rotating magnetic field. Phase locked recordings of the filament motion and the flow field by means of Micro-PIV and A-PTV will be performed to characterize the wetting and transport process of droplets and liquid films.

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

Es liegen befristete Arbeitsverträge vor, die am 31.12.2018 sowie am 31.12.2021 auslaufen.
Eine Weiterbeschäftigung ist in beiden Fällen beabsichtigt.
The applicants fixed-term contracts will expire on 31.12.2018 and 31.12.2021.
The continued employment is in both cases intended.