

Antragstyp Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

Type of Proposal Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

Antragsdauer / Requested Duration 36 Monate / 36 months

Fach Statistische Physik, Weiche Materie, Biologische Physik, Nichtlineare Dynamik

Subject Area Statistical Physics, Soft Matter, Biological Physics, Nonlinear Dynamics

Rahmenprojekt / Framework Project SPP 2171

Titel **Dynamik Flüssig-Flüssig-Elastischer Dreiphasenlinien**

Title **Dynamics of Liquid-Liquid-Elastic Three Phase Lines**

Geschäftszeichen / Reference No. **KA 4747/2-1**

Antragsteller / Applicant **Dr. Stefan Karpitschka**
Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation
Abteilung Dynamik komplexer Fluide
Göttingen

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
KA 4747/2-1			
Summe / Total [Euro]	204.050		
Dr. Stefan Karpitschka			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
Personalmittel / Funding for Staff			170.900
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
Hilfskräfte / Support Staff			25.800
Sachmittel / Direct Project Costs			33.150
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			16.500
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			14.400

Zusammenfassung

Die dynamische Benetzung von starren Oberflächen wird durch ein Gleichgewicht zwischen Kapillarkräften und viskoser Dissipation im Inneren der Flüssigkeit bestimmt. Auf weichen Oberflächen ist die Benetzungsdynamik jedoch typischerweise von ganz anderem physikalischen Ursprung. Kapillarkräfte an der Dreiphasenlinie verformen den weichen Festkörper zu einem scharfen Benetzungsrat. Eine Spreitbewegung der Flüssigkeit bewirkt eine dynamische Veränderung dieser Deformation. Die damit verbundene Verlustleistung im Festkörper und nicht die viskose Flüssigkeitsströmung kontrolliert die Benetzungsdynamik. Ein vollständig quantitatives Verständnis der Benetzungsdynamik auf weichen Oberflächen bleibt schwer fassbar, da sich die verfügbaren Theorien auf lineare Viskoelastizitätslehre beschränken, die zugehörigen Experimente mit Flüssigkeits-Gas Grenzflächen ein stark nichtlineares Verhalten zeigen. Der Ursprung der experimentell beobachteten Nichtlinearitäten liegt in den starken Kräften die von Flüssigkeits-Gas Grenzflächen auf weiche Festkörper ausgeübt werden und zu Scherungen von 100% und mehr führen. In dem vorgeschlagenen Projekt wollen wir flüssig-flüssig Kontaktlinien auf weichen Festkörpern verwenden, um die Benetzungsdynamik der weichen Oberflächen zu untersuchen. Auf diese Weise können die Kapillarkräfte reduziert und sogar gezielt eingestellt werden, da die Art der äußeren Phase zusätzlich gesteuert werden kann. In der Nähe eines kritischen Punktes kann die Oberflächenspannung beliebig klein werden. Dadurch wird das Regime der linearen Viskoelastizitätslehre auch in Experimenten zugänglich. Eine systematische Erhöhung der Oberflächenspannung steuert daraufhin die Amplitude verschiedener Quellen nichtlinearen Verhaltens und erlaubt damit die Unterscheidung der einzelnen beitragenden Phänomene. Dieses Wissen würde den Weg ebnen um Kontaktlinien als ideale Mikrorheometer zu verwenden, da Flüssigkeitsoberflächen eine der schärfsten bekannten Linienkräfte auf ihrem Substrat ausüben. In engem Zusammenhang mit dem Fall der weichen Benetzung von flüssig-flüssig Kontaktlinien steht auch die Frage, wie eine flüssig-flüssig Phasenseparation in Kontakt mit weichen Oberflächen verläuft. Der kürzlich entdeckte Sinkmodus kleiner Tröpfchen könnte die Keimbildung erleichtern. Das kapillare Zusammenspiel von Tropfenensembles auf weichen Oberflächen könnte zu einer neuartigen Vergrößerungsdynamik führen. Wir wollen einen Referenzfall mit einfachen Flüssigkeiten und weichen Feststoffen etablieren, der sich auch für die Phasentrennung in der Zellbiologie als aufschlussreich erweisen könnte, wo sich membranlose Organellen, derzeit ein sehr aktives Forschungsthema, häufig in Kontakt mit elastischen Zellmaterialien bilden.

Summary

The dynamical wetting of rigid surfaces is governed by a balance of capillary forces and viscous dissipation inside the liquid. On soft surfaces however, spreading dynamics typically stem from quite different physics. Capillary forces at the three phase line deform the soft solid into a sharp wetting ridge. A spreading motion of the liquid causes a dynamical change of this deformation. The associated dissipation in the solid, and not the viscous liquid flow, governs the spreading motion. A fully quantitative understanding of the wetting dynamics on soft surfaces remains elusive because available theories are limited to the regime of linear viscoelasticity, but experiments with liquid-vapor-soft solid contact lines show strong nonlinear behavior. The origin of the experimentally observed nonlinearities lies in the strong tractions that liquid-vapor interfaces exert on soft solids, deforming them to strains of order unity and larger. In the proposed research we want to use liquid-liquid-soft solid contact lines to study soft wetting dynamics. This way, the capillary traction can be reduced and even tuned, due to the additional control over the nature of the outer phase. Close to a critical point, surface tension may become arbitrarily small. Hence the regime of linear viscoelastic response will become accessible also in experiments. A systematic increase of the surface tension will control the amplitude of various sources of nonlinear behavior, and thereby disentangle their contributions. Such knowledge would pave the way for using contact lines as near-ideal

microrheometers, since liquid surfaces exert one of the sharpest known line tractions onto their substrate. Intimately related to the liquid-immersed case of soft wetting is the question of how liquid-liquid phase separation proceeds in contact with soft surfaces. The previously discovered sinking mode of small droplets could facilitate nucleation. The capillary interaction of ensembles of droplets on soft surfaces could lead to a new kind of coarsening dynamics. We want to establish a reference case using simple liquids and soft solids, which could prove insightful also for phase separation in cell biology where membraneless organelles, a highly active research topic at the moment, form frequently in contact with elastic materials in the cell.

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

Es liegt ein befristeter Arbeitsvertrag vor, der am 30.04.2022 ausläuft.
The applicant's fixed-term contract will expire on 30.04.2022 .