

**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** **Einfluss von Co-Nonsolvency auf die dynamische Benetzung**

**Title** **Impact of co-nonsolvency effects on dynamic wetting**

**Geschäftszeichen / Reference No.** **AU 321/10-1**

**Antragsteller / Applicant** **Dr. Günter K. Auernhammer**  
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.  
Institut Physikalische Chemie und Physik der Polymere  
Dresden

**Geschäftszeichen / Reference No.** **FE 600/32-1**

**Antragsteller / Applicant** **Professor Dr. Andreas Fery**  
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.  
Institut Physikalische Chemie und Physik der Polymere  
Dresden

**Geschäftszeichen / Reference No.** **UH 121/3-1**

**Antragstellerin / Applicant** **Dr. Petra Uhlmann**  
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF)  
Dresden

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	<b>Beantragt / Requested</b>
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>
<b>AU 321/10-1</b>	
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>172.934</b>
<b>Dr. Günter K. Auernhammer</b>	

	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>145.100</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>27.834</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			16.084
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			9.500
<b>FE 600/32-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>			<b>18.000</b>
<b>Professor Dr. Andreas Fery</b>			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>18.000</b>
Hilfskräfte / Support Staff			18.000
<b>UH 121/3-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>			<b>55.000</b>
<b>Dr. Petra Uhlmann</b>			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>47.500</b>
Nichtwiss. Mitarbeiterin/Mitarbeiter 33 % / Non-Academic Staff Member 33 %	1	36	47.500
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>7.500</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			7.500
<b>Gesamtsumme / Total</b>			<b>245.934</b>

**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
	<b>Dr. Günter K. Auernhammer</b>	<b>1.673.892</b>
20.12.2017 AU 321/3-3	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal 3D Messung feldinduzierter Deformationen in magnetischen Hybridmaterialien / 3D measurement of field-induced deformations in magnetic hybrid materials	102.992
18.09.2017 AU 321/8-1	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Interne Dynamik in Modelbetonen: 3D Partikeltrajektorien, Fluss- und Konzentrationsprofile / Internal dynamics in concrete and model systems of concrete: 3D particle tracking, flow and concentration profiles.	238.600
01.06.2016 INST 163/488-1	Sonderforschungsbereich: Einzelantrag / Collaborative Research Centres: Individual Proposal Experimentelle Untersuchungen zur Koaleszenz und zum Aufriss von Tropfen auf festen Oberflächen - Leitkonfiguration Tropfen / Experimental Investigation of Coalescence and Breakup of Droplets on Solid Surfaces - Generic Configuration Sessile Drop	978.600

Datum / Date Gz / Ref		Euro
01.06.2016 INST 163/492-1	Sonderforschungsbereich: Einzelantrag / Collaborative Research Centres: Individual Proposal Fließprofil nahe einer bewegten Dreiphasenkontaktklinie / Flow Velocity Profile near a Moving Three-phase Contact Line	256.500
19.10.2015 AU 321/3-2	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal 3D Messung feldinduzierter Deformationen in magnetischen Hybridmaterialien / 3D measurement of field-induced deformations in magnetic hybrid materials	97.200
	<b>Professor Dr. Andreas Fery</b>	<b>941.650</b>
24.07.2018 FE 600/29-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Selbstassemblierung und Strukturbildung von Spinnenseidenproteinen in (ultra-)dünnen Filmen / Self-assembly und structure formation of spider silk proteins in (ultra-)thin films	194.650
29.11.2017 INST 93/946-1	SFB/Transregio: Einzelantrag / CRC/Transregio: Individual Proposal Entwicklung eines Mikropartikel-Sensorsystems für die Korrelation mechanischer Belastung während der Biofabrikation mit Zellfunktionalität / Development of a micro particle sensor system to establish correlations between mechanical stress and cell functionality during biofabrication	499.600
03.07.2017 FE 600/20-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Faltenbildung in Anisotropen Systemen / The formation of wrinkles in anisotropic systems	208.100
18.01.2017 FE 600/19-1	Internationale Zusammenarbeit: Tagungsförderung / International Cooperation: Conference Funding 15. Europäische Konferenz zu organisierten Filmen (ECOF 15) / 15th European Conference on Organized Films (ECOF 15)	23.100
14.10.2015 FE 600/17-1	Internationale Zusammenarbeit: Tagungsförderung / International Cooperation: Conference Funding 15th Dresden Polymer Discussion: Polymer Materials in the Transition from Responsiveness to Interactivity and Adaptivity / 15th Dresden Polymer Discussion: Polymer Materials in the Transition from Responsiveness to Interactivity and Adaptivity	16.200

## Zusammenfassung

Für eine gute Adaptivität eines Substrats auf äußere Bedingungen ist eine scharfe Antwort des Substrats auf den Stimulus erforderlich. In der vorgeschlagenen Arbeit wollen wir die Veränderungen in der Benetzungsdynamik von Polymerbürsten untersuchen, die Co-Nonsolvency-Effekte zeigen. Der Co-Nonsolvency-Effekt beschreibt das nicht intuitive Phänomen, dass ein Polymer unter Umständen in einer Mischung aus zwei guten Lösungsmitteln unlöslich werden kann. Solche Substrate verändern sich in einem relativ kleinen Bereich der Lösungsmittelzusammensetzung von guten Lösungsmittelbedingungen (gequollener Zustand der Bürste) zu schlechten Lösungsmittelbedingungen (kollabierter Zustand). Aus diesen Änderungen des Quellzustands folgen Änderungen der dynamischen Benetzungseigenschaften.

Die Ziele dieses Projekts sind:

- (a) Untersuchung der Statik und Dynamik der Benetzung von Tropfen, die durch Co-Nonsolvency-Effekte eine Quellung oder einen Kollaps der Bürste hervorrufen
- (b) Eine mögliche Konkurrenz der Lösungsmittelbedingungen zwischen der Gasphase und dem Tropfen oder zwischen zwei Tropfen unterschiedlicher Zusammensetzung zu untersuchen
- (c) Identifikation der wichtigsten Abhängigkeiten und Entwicklung eines physikalischen Modells

Um diese Ziele zu erreichen, kombinieren wir verschiedene Strategien.

- (a) Untersuchung der Benetzungsdynamik in einem breiten Bereich gut

definierter Kontaktliniengeschwindigkeiten (von  $\mu\text{m/s}$  bis zu einigen zehn  $\text{cm/s}$ ).

(b) Kombination der Benetzungsexperimente mit komplementären experimentellen Ansätzen (einschließlich bildgebender und spektroskopischer Ellipsometrie zur Bestimmung der Bürstendicke, AFM-Techniken zur mechanischen Charakterisierung und Partikel-Tracking-Methoden zur Bestimmung von Strömungsprofilen).

(c) Systematische Variation der experimentellen Parameter, wie die Eigenschaften der Bürste (Pfropfdichte, Molekulargewicht, Dicke der Bürste), die Zeitskalen und Kontaktliniengeschwindigkeiten (siehe oben) und die Zusammensetzung der Flüssigkeits- (Tropfen-) und Gasphase.

Bürsten, die Co-Nonsolvency zeigen, haben eine komplexere Antwort auf Lösungsmitteltropfen als normal (quellbare) Bürsten. Wenn die Gasphase im Gleichgewicht mit der flüssigen Phase ist, haben wir eine einstellbare Quellung (durch die Zusammensetzung der Gas- und Flüssigphase) der Bürste. Wenn die Gas- und Flüssigphase unterschiedliche Quellungszustände der Bürste begünstigen, tritt eine Konkurrenz zwischen beiden Effekten auf und die Co-Nonsolvency (und ihre Kinetik) wechselwirkt direkt mit der Dynamik der Benetzung. Die oben erwähnte Kombination experimenteller Methoden erlaubt es uns, die Kinetik und Dynamik des Systems über einen weiten Bereich von Längen- und Zeitskalen zu untersuchen. Insbesondere werden Poly (N-isopropylacrylamid) (PNiPAAm)-Bürsten verwendet, die durch ein Pfropfverfahren hergestellt werden, das ein genau definiertes Molekulargewicht, die richtige Pfropfdichte und die richtige Dicke der Bürstenschicht ermöglicht.

## Summary

For a good responsiveness of a substrate to external conditions, a distinct answer of the substrate to the stimulus is needed. In the proposed work, we want to investigate the changes in the dynamics of wetting of polymer brushes showing co-nonsolvency effects. The co-nonsolvency effect describes the counterintuitive phenomenon that a polymer can under certain circumstances become insoluble in a mixture of two good solvents under certain circumstances. Such substrates change from good solvent conditions (swollen state of the brush) to bad solvent conditions (collapsed state) in a relatively small range of solvent composition. These changes in the swelling state also induce changes in the dynamic wetting properties.

The goals of this project are:

- (a) To study the statics and dynamics of the wetting of drops that induce swelling or collapse of the brush through co-nonsolvency effects
- (b) To investigate a potential competition of the solvent conditions between the gas phase and the drop or between two drops of different composition
- (c) To identify dominating dependencies and develop a physical model

To achieve these goals, we combine various strategies.

(a) Studying the dynamics of wetting in a broad range of well-defined contact line velocities (from  $\mu\text{m/s}$  to tens of  $\text{cm/s}$ ).

(b) Combination of the wetting experiments with complementary experimental approaches (including imaging and spectroscopic ellipsometry to determine the brush layer thickness, AFM-based techniques for the mechanical characterization, and particle tracking methods to determine flow profiles).

(c) Systematic variations of the experimental parameters, like the properties of the brush (grafting density, molecular weight, brush layer thickness), the time scales and contact line velocities (see above), and the composition of the liquid (drop) and gas phase involved in the wetting.

Brushes showing co-nonsolvency exhibit a richer response to solvent drops than normal (swellable) brushes. When the gas phase is in equilibrium to the liquid phase we have a tunable adaptiveness (through the composition of the gas and liquid phase) of the brush. When the gas and liquid phase favor

different swelling states of the brush, a competition between both effects occurs and the co-nonsolvency (and its kinetics) interacts directly with the dynamics of wetting. The abovementioned combination of experimental methods will allow us to investigate the kinetics and dynamics of the system over a broad range of length and time scales. Specifically, we will use poly(N-isopropylacrylamide) (PNiPAAm) brushes prepared by a grafting-to method that allows for a well-defined molecular weight, grafting density and brush layer thickness.