

**Antragstyp** Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

**Type of Proposal** Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

**Antragsdauer / Requested Duration** 36 Monate / 36 months

**Fach** Physikalische Chemie von Molekülen, Flüssigkeiten und Grenzflächen - Spektroskopie, Kinetik

**Subject Area** Physical Chemistry of Molecules, Interfaces and Liquids - Spectroscopy, Kinetics

**Rahmenprojekt / Framework Project** SPP 2171

**Titel** **Zusammenhang zwischen Quellfähigkeit / Quellkinetik und dynamischer Benetzung von adaptiven Polyelektrolytoberflächen**

**Title** **Relation between swelling ability / swelling kinetics and dynamic wetting of adaptive polyelectrolyte surfaces**

**Geschäftszeichen / Reference No.** **KL 1165/29-1**

**Antragstellerin / Applicant** **Professorin Dr. Regine von Klitzing**  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Physik  
Fachgebiet Weiche Materie an Grenzflächen  
Darmstadt

**Mitverantwortlicher / Co-Applicant** Dr. Olaf Soltwedel  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Physik  
Fachgebiet Weiche Materie an Grenzflächen  
Darmstadt

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	Beantragt / Requested		
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>		
<b>KL 1165/29-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>204.350</b>		
<b>Professorin Dr. Regine von Klitzing</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>151.100</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
Hilfskräfte / Support Staff			6.000

<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>53.250</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			38.500
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			12.500

**Bewilligungen der letzten vier Jahre zu anderen Projekten (seit 16.10.2014 ) /  
DFG Project Funding Over the Last Four Years (since 16.10.2014):**

<b>Datum / Date Gz / Ref</b>		<b>Euro</b>
	<b>Professorin Dr. Regine von Klitzing</b>	<b>1.720.524</b>
16.05.2018 KL 1165/28-1	Paketantrag: Einzelantrag / Package Proposals: Individual Proposal Skalenübergreifende Charakterisierung der Wechselwirkung von Cellulosegrenzflächen mit Polymeren / Multi-Scale Characterisation of Interactions between Cellulose Interfaces and Polymers	229.000
07.05.2018 KL 1165/27-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Rheologie und Grenzflächenstrukturen von Protein- und Partikelstabilisierten Schäumen - ein Multiskalenansatz / Rheology and structural properties of protein and particle-stabilized foams - a multi-scale approach	221.400
13.12.2017 KL 1165/26-1	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Mechanische Verstärkung von Polymer-Hydrogelen durch den Zusatz von Nanopartikeln / Stabilization Impact of Nano-particles to Polymeric Hydrogels	254.100
01.12.2017 INST 131/680-2	SFB/Transregio: Einzelantrag / CRC/Transregio: Individual Proposal Design von Pickering-Emulsionen zur Auftrennung von Produkten unterschiedlicher Polarität / Design of Pickering emulsions for the separation of products with different polarity	691.700
18.09.2017 KL 1165/24-1	Schwerpunktprogramm: Einzelantrag / Priority Programmes: Individual Proposal Überlagerung von Partikelwechselwirkungen und Hydratationseffekten auf die Rheologie von beschleunigten Systemen / Superposing particle interactions and hydration effects on the rheology of accelerated cementitious systems (SPHERE)	173.350
04.05.2015 KL 1165/12-3	Sachbeihilfe: Einzelantrag / Research Grants Programme: Individual Proposal Licht-getriggerte Polymerdiffusion durch anisotrope Multizonenfilme / Light- triggered polymer diffusion in anisotropic multizone films	150.974

**Zusammenfassung**

Das Projekt befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen der Quellfähigkeit bzw. -Kinetik und dynamischer Benetzung adaptiver Polyelektrolytoberflächen in Gegenwart von Wasser. Um die Verdunstung von Benetzungseffekten trennen zu können, müssen gut definierte Versuchsbedingungen gewährleistet sein. Für Verdampfungsstudien mit Wasser werden Experimente in einer offenen Zelle durchgeführt. Experimente, die eine Verdampfung ausschließen sollen, werden in einer geschlossenen Zelle in gesättigtem Dampf durchgeführt. Dies ist mit einer Vorquellung der Polymerbeschichtung verbunden. Daher wird auch Glycerin als Benetzungsflüssigkeit verwendet. Die Polyelektrolytschichten können im Glycerin quellen, es ist aber bei Raumtemperatur schwerflüchtig. Die offensichtlichste Frage im Zusammenhang mit unseren Vorarbeiten ist, warum bestimmte Polyelektrolytschichten das gleiche Quellverhalten in gesättigter Dampfatosphäre und gegen flüssiges Wasser aufweisen und andere unter beiden Bedingungen einen unterschiedlichen Quellgrad zeigen. Hat das etwas mit dem off-even-Effekt, mit Ladungseffekten oder mit der Schwellungsfähigkeit zu tun? Daher werden verschiedene Polyelektrolytbeschichtungen, d.h. PEM- und PNIPAM-Mikrogelschichten mit

unterschiedlicher Ladungsdichte und Ladungszeichen, unterschiedlicher Quellfähigkeit und unterschiedlichem hydrophilen/hydrophoben Gleichgewicht hergestellt. Bei PNIPAM-Mikrogelen wird die Quellfähigkeit über die Temperatur gesteuert. Daher wird ihre dynamische Benetzung unterhalb und oberhalb des VPTT untersucht.

Die Relaxationszeit, die durch die Abscheidung eines festsitzenden Tropfens auf das Substrat bestimmt wird, wird untersucht. Die Relaxationszeit bezieht sich auf den vor- und zurückgehenden Winkel, der beim Saugen und Pumpen eines Tropfens oder bei einem sich bewegenden Tropfen auftritt. Daher wird ein zusätzliches Szenario zur Realisierung von vor- und zurückgehenden Kontaktwinkeln (G. Auernhammer) verwendet. Die Relaxationszeit des Kontaktwinkels und die Differenz zwischen vorrückendem und rückläufigem Kontaktwinkel wird mit der Änderung der Molekularstruktur an der Polymeroberfläche korreliert (B. Braunschweig, M. Sega). Die Dissipationsenergie der Änderung der Molekularstruktur wird aus den dynamischen Benetzungsdaten bestimmt.

Elektrokinetische Effekte werden durch Änderung der Oberflächenladung (Ladungsmenge während der Synthese, pH-Wert) und durch Änderung der Salzkonzentration der benetzenden wässrigen Lösung (C. Holm) untersucht. Um die Komplexität zu erhöhen, wird ein Wasser-Ethanol-Gemisch als benetzende Flüssigkeit untersucht. Der Co-Nonsolvenzeffekt bei PNIPAM führt zu unterschiedlichen Schwellungen, die wahrscheinlich zu einer Änderung des Benetzungsverhaltens führen werden.

Für Anwendungen werden unsere Polymerbeschichtungen mit Lipidvesikeln (M. Tanaka) benetzt und als Modellsysteme zum besseren Verständnis dynamischer Benetzungsprozesse im Fasernetzwerk eingesetzt. (M. Biesalski).

## Summary

The project addresses the relation between swelling ability / kinetics and dynamic wetting of adaptive polyelectrolyte surfaces in presence of water. In the present project adaptation refers to swelling of the polymer coating caused by the (partial) uptake of water.

In order to separate evaporation from wetting effects, well-defined experimental conditions have to be ensured. For evaporation studies with water experiments in an open cell will be carried out. Experiments which should exclude evaporation are carried out in a closed cell in saturated vapor. This is inherently connected to a pre-swelling of the polymer coating. Therefore, also glycerol will be used as wetting liquid. The polyelectrolyte layers can swell in glycerol, but it is almost not volatile at room temperature. Glycerol gives the opportunity to place a droplet onto a polyelectrolyte surface without evaporation and without pre-swelling of the polyelectrolyte layer.

The most obvious question related to our preliminary work is, why certain polyelectrolyte layers have the same swelling ratio in saturated vapor and against liquid water (under the droplet) and others show a different swelling degree under both conditions. Is that related to the odd-even effect, to charge effects or the swelling ability? Therefore different polyelectrolyte coatings, i.e. PEM and PNIPAM microgel layers of different charge density and sign of charge, different swelling ability and different hydrophilic/hydrophobic balance will be prepared. In case of PNIPAM microgels the swelling ability is controlled via temperature. Therefore their dynamic wetting will be studied below and above the VPTT.

The relaxation time determined by deposition of a sessile drop onto the substrate and will be studied. The relaxation time will be related to the advancing/receding angle which occur during sucking and pumping a droplet or at a moving droplet. Therefore additional scenario will be used to realize advancing and receding contact angles (G. Auernhammer). The relaxation time of the contact angle and the difference in advancing and receding contact angle will be correlated to the change in molecular structure at the polymer surface (B. Braunschweig, M. Sega). The dissipation energy of the change in molecular structure will be determined from the dynamic wetting data.

Electrokinetic effects will be studied by changing the surface charge (amount of charge during synthesis, pH) and by changing the salt concentration of the wetting aqueous solution (C. Holm).

In order to increase the complexity a water--ethanol mixture will be studied as wetting liquid. The co-nonsolvency effect in case of PNIPAM will lead to different swollen states which probably will lead to a change in wetting behavior.

Towards applications, our polymer coatings will be wetted by lipid vesicles (M. Tanaka}) and they will be used as model systems for a better understanding of dynamic wetting processes in the fibrous network. (M. Biesalski).