

**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** **Hochgenaue numerische Simulation von Benetzung, Entnetzung und Flüssigkeitsteilung zwischen elastischen Oberflächen**

**Title** **Highly accurate numerical simulation of wetting, dewetting and fluid-splitting phenomena between elastic surfaces**

**Geschäftszeichen / Reference No.** **KU 2719/5-1**

**Antragsteller / Applicant** **Dr. Florian Kummer**  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Maschinenbau  
Fachgebiet für Strömungsdynamik  
Darmstadt

**Beantragte Mittel / Budget Request:**

	Beantragt / Requested		
<b>Dauer [Monate] / Duration [Months]</b>	<b>36</b>		
<b>KU 2719/5-1</b>			
<b>Summe / Total [Euro]</b>	<b>251.670</b>		
<b>Dr. Florian Kummer</b>			
	<b>Anz. / No.</b>	<b>Dauer / Duration</b>	<b>Euro</b>
<b>Personalmittel / Funding for Staff</b>			<b>241.020</b>
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 100 % / Doctoral Researcher or Comparable 100 %	1	36	193.500
Hilfskräfte / Support Staff			47.520
<b>Sachmittel / Direct Project Costs</b>			<b>10.650</b>
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			1.000
Publikationen / Publications			2.250

Reisen / Travel			7.400
-----------------	--	--	-------

**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. Florian Kummer</b>	<b>8.808</b>
19.11.2014 KU 2719/3-1	Forschungsstipendium: Rückkehrstipendium / Research Fellowship: Return Grant Rückkehrstipendium / Rückkehrstipendium	8.808

**Zusammenfassung**

Gegenstand der numerischen Simulation in diesem Projekt ist die Untersuchung von sogenannten flexographischen Druckverfahren, bei welchen die Druckplatte aus einem flexiblen Material besteht. Der Hauptvorteil des Flexodrucks besteht darin, dass umweltfreundliche, wasserbasierte Farben anstelle von Farben auf Mineralölbasis verwendet werden können wie sie etwa für den Offsetdruck unumgänglich sind. Die Verwendung eines flexiblen Materials für die Druckwalze bzw. die Druckplatte ist unumgänglich: Das Plattenmaterial bildet in Kombination mit der Farbe ein – vermutlicherweise – selbst-regulierendes System, wodurch ungewünschte Druckartefakte (viskose Finger) beim Ablösen der Platte vom Substrat teilweise vermieden oder reduziert werden können. Für viele Anwendungen, etwa im Bereich gedruckter Schaltungen, ist jedoch eine höhere Präzision notwendig. Die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien, insbesondere das Strömungsverhalten im Druckspalt sowie die Interaktion der Flüssigkeit mit der Druckplatte beim Ablösen derselben (Flüssigkeitsspaltung) sind jedoch weitgehend unverstanden. Das Ziel dieses Projekts ist, die zugrundeliegenden physikalischen Phänomene, insbesondere das Zusammenspiel von flexiblen Materialien und Fluiden bei Be- und Entnetzungsvorgängen durch numerische Simulationen zu untersuchen. Eine Herausforderung sind dabei vor allem die extremen Bedingungen im Walzenspalt, gegeben durch die hohe Druckgeschwindigkeit sowie die erwarteten hohen Drücke. Das zu entwickelnde Simulationsverfahren basiert dabei auf einer von den Antragstellern entwickelten numerischen Methode für Zweiphasenströmungen. Dies sind Gemengen zweier nicht-mischbarer Fluide, im vorliegenden Fall eben die Druckfarbe sowie die Umgebungsluft. Dieses Setup wird nun um eine dritte Phase, d.h. einen flexiblen Festkörper ergänzt. Treffen Luft, Farbe sowie Festkörper aufeinander, so spricht man von einer Dreiphasen-Kontaktlinie. Die numerische Methode in diesem Projekt ist ein sogenanntes erweitertes diskontinuierliches Galerkin Verfahren, welches speziell entwickelt wurde um Zweiphasenströmungen mit Kontaktlinien hochgenau zu simulieren. Dabei können insbesondere die Grenzflächen zwischen Luft und Flüssigkeit, sowie die Dreiphasen-Kontaktlinie hochgenau verfolgt werden. Für die gegebene Problemstellung muss das Verfahren mit einer Simulationsmethode für Festkörper kombiniert werden. Sobald dies implementiert, sowie die Gesamtmethode zufriedenstellen verifiziert und validiert ist, werden in der zweiten Projektphase, in Zusammenarbeit mit Druckexperten, Parameterstudien durchgeführt, welche physikalische Aufschlüsse über das flexographische Druckverfahren liefern sollen.

**Summary**

The subject of numerical simulation in this project is the investigation of so-called flexographic printing processes, in which the printing plate consists of a flexible material. The main advantage of flexographic printing is that environmentally friendly, water-based inks can be used instead of mineral oil-based inks, which are indispensable for offset printing. The use of a

flexible material for the printing roller or printing plate is indispensable: the plate material in combination with the ink forms - presumably - a self-regulating system, whereby unwanted printing artifacts (viscous fingers) when the plate is detached from the substrate can be partially avoided or reduced. However, for many applications, such as printed circuit boards, higher precision is required. However, the underlying physical principles, in particular the flow behaviour in the printing nip and the interaction of the liquid with the printing plate when it is detached (liquid splitting) are largely not understood.

The aim of this project is to investigate the underlying physical phenomena, in particular the interaction of flexible materials and fluids during wetting and dewetting processes by numerical simulations. The extreme conditions in the nip, given by the high printing speed and the expected high pressures, are a particular challenge.

The simulation procedure to be developed is based on a numerical method for two-phase flows, which has been developed by the applicants. These flows are mixtures of two immiscible fluids, in this case the printing ink and the ambient air. This setup is now supplemented by a third phase, i.e. a flexible solid. When air, color and solids meet, this is referred to as a three-phase contact line.

The numerical method in this project is a so-called extended discontinuous Galerkin method, which was specially developed to simulate two-phase flows with contact lines with high precision. Especially the interfaces between air and liquid as well as the three-phase contact line can be followed with high accuracy. For the given problem, the method must be combined with a simulation method for solids.

As soon as this has been implemented and the overall method has been verified and validated, parameter studies will be carried out in the second project phase, in cooperation with printing experts, to provide physical information about the flexographic printing process.