

Rutschen oder Fließen? – Flüssigkeiten auf dem seidenen Faden

Wissenschaftler entdecken unterschiedliche Dynamiken der Tröpfchenbildung auf Fasern

Ob Glasfaser-Kabel für die superschnelle Datenübertragung oder Textilfasern in Kleidung: Hauchdünne Fasern spielen in vielen Lebensbereichen im wahrsten Sinne des Wortes eine tragende Rolle. Damit solche Fasern ihre speziellen Eigenschaften erhalten, werden sie oft gezielt mit einem Flüssigkeitsfilm beschichtet, der stabil und homogen sein soll. Bei der Trinkwassergewinnung hingegen verhält es sich genau umgekehrt: Dort will man mit Hilfe von Fasernetzen aus Nebel Wasser „ernten“, das als Film oder Tropfen entlang der Faser transportiert wird. Anhand von Lackfilmen auf Glasfasern konnten Wissenschaftler jetzt aufklären, ob der Film entlang der Faser langsam fließt oder schneller über die Faser rutscht. Das Team um Karin Jacobs und Sabrina Haefner von der Saar-Universität konnte nun erstmalig gemeinsam mit Oliver Bäümchen vom Göttinger Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation sowie Kollegen aus Kanada und Frankreich mittels neuer Experimente und mathematischer Modelle zeigen, wie sich ein Flüssigkeitsfilm auf einer Faser in Abhängigkeit von deren Beschichtung bewegt. Die Ergebnisse der Studie wurden in der renommierten Zeitschrift *„Nature Communications“* veröffentlicht.

In der Natur kennen wir viele Beispiele für Flüssigkeiten auf Fasern. Man denke beispielsweise an Tautropfen, die man bei einem morgendlichen Spaziergang auf Spinnennetzen entdecken kann. Tatsächlich sammelt sich hier Luftfeuchtigkeit in Form

von Tropfen, weil so die Flüssigkeitsoberfläche minimiert wird. Das Phänomen, das man auch bei einem Wasserstrahl beobachten kann, der beim Strömen aus dem Wasserhahn in kleine Tröpfchen zerfällt, wird Rayleigh-Plateau-Instabilität genannt.

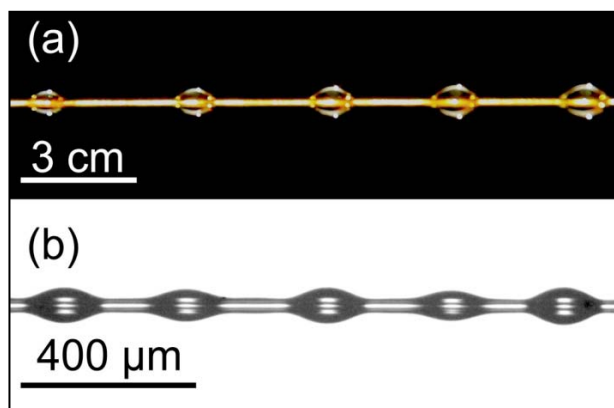


Abb. 1: Ein Honigfilm auf einer Faser zerfällt aufgrund der Rayleigh-Plateau-Instabilität in einzelne Tröpfchen (a), ebenso wie der im Modellsystem untersuchte Lackfilm auf einer Glasfaser (b). Fotos: H. & S. Haefner, AG Jacobs (Universität des Saarlandes).

„Alle Systeme streben in den Zustand der geringsten Energie, und das ist in diesem Fall die Tropfenform“, erklärt Sabrina Haefner, Diplomphysikerin in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Karin Jacobs an der Universität des Saarlandes. Diese Instabilität kann sehr nützlich sein, denn in sehr trockenen und abgelegenen Gebieten der Erde, beispielsweise in der chilenischen Atacama-Wüste, ist die Beschaffung von Trinkwasser für Menschen lebensnotwendig: Sie ernten das Wasser aus dem Nebel mit Hilfe von Fasernetzen.

In industriellen Anwendungen ist es dagegen meist erforderlich, stabile und homogene Flüssigkeitsfilme auf Fasern zu erzeugen. Wie schafft man es, dass genau diese Tropfenbildung nicht auftritt? „Eine Rolle spielen die Oberflächenenergie der Flüssigkeit und ihre Viskosität, also ihre Zähigkeit, ebenso wie die Dicke des Flüssigkeitsfilms und der Durchmesser der Faser“, erklärt Karin Jacobs. Dass außerdem die Beschaffenheit der Faser einen wesentlichen Einfluss ausübt, hat nun das internationale Forscherteam herausgefunden. „Der Kontakt der Flüssigkeit mit der Oberfläche ist sogar ganz entscheidend“, erläutert Dr. Oliver Bäumchen vom Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation. „Rutscht die Flüssigkeit über die Faseroberfläche, so findet die Tropfenbildung schneller statt als im Falle des Fließens entlang der Faser.“ Getestet wurde dies mittels eines Flüssigkeitsfilms, den die Physiker sowohl auf unbeschichtete als auch auf teflonbeschichtete

Glasfasern auftrugen: Auf den unbeschichteten Fasern bewegte sich die Flüssigkeit nur langsam, die Tröpfchenbildung dauerte länger. Auf den beschichteten Fasern hingegen rutschte der Flüssigkeitsfilm und zerfiel schneller in Tröpfchen. „Zusammen mit mathematischen Modellen erlauben uns diese Experimente nun, das ‚Rutschen‘ eines Flüssigkeitsfilms zu quantifizieren und die Dynamik der Tröpfchenbildung exakt vorherzusagen“, erklärt Sabrina Haefner von der Saar-Universität. Das Wissenschaftlerteam ist sich einig: Diese Ergebnisse sind für die Entwicklung neuer Faserbeschichtungen von großer Bedeutung.

Zu dem internationalen Forscherteam gehören experimentelle und theoretische Physiker der Universität des Saarlandes (Saarbrücken), des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation (Göttingen), der McMaster University (Hamilton, Kanada) und des ESPCI (Paris, Frankreich).

S. Haefner, M. Benzaquen, O. Bäumchen, T. Salez, R. Peters, J.D. McGraw, K. Jacobs, E. Raphaél, and K. Dalnoki-Veress, “Influence of Slip on the Plateau-Rayleigh Instability on a Fibre”

Nat. Commun. 6 (2015) 7409

doi:10.1038/ncomms8409

<http://www.nature.com/ncomms/2015/150612/ncomms8409/full/ncomms8409.html>

Video der Dynamik der Tröpfchenbildung: www.youtube.com/watch?v=jxEUfXvQ_Ms

Kontakt:

Prof. Dr. Karin Jacobs
Universität des Saarlandes
Experimentalphysik
Campus E2 9
D-66041 Saarbrücken

Phone: 0681 302-71788

Email: k.jacobs@physik.uni-saarland.de

URL www.uni-saarland.de/jacobs

Dr. Oliver Bäumchen
Max-Planck-Institute for Dynamics
and Self-Organization
D- 37077 Göttingen

Phone: 0551 5176-260

Email: oliver.baeumchen@ds.mpg.de

URL www.dcf.ds.mpg.de