

Pressemitteilung

Technische Universität Darmstadt

Mareike Hochschild

16.05.2025

<http://idw-online.de/de/news852303>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Chemie, Werkstoffwissenschaften
überregional



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Tropfen unter der Lupe: Dem „Kaffeering-Effekt“ auf der Spur – Veröffentlichen in PNAS

Ein interdisziplinäres Forschungsteam der TU Darmstadt hat das Verdunstungsverhalten von Tropfen untersucht, die aus einer Mischung von zwei Flüssigkeiten bestehen. Die Ergebnisse könnten unter anderem den 3D-Druck verbessern. Sie erschienen nun in der namhaften Fachzeitschrift „Proceedings of the National Academy of Sciences“ (PNAS).

Das Phänomen kennen alle aus der Küche: Ein verdunstender Kaffeetropfen hinterlässt auf einer weißen Oberfläche einen dunklen Ring. Die Wissenschaft spricht hier vom „Kaffeering-Effekt“. Dieser entsteht dadurch, dass im Tropfen während der Verdunstung Strömungen ausgelöst werden, die die Kaffeepartikel nach außen transportieren. Die Partikel lagern sich dann am Rand des Tropfens ab und hinterlassen einen Ring. Es gibt viele Anwendungsbeispiele, in denen ein solches Verhalten unerwünscht ist, beispielsweise bei Farben und Tinten.

Deswegen ist ein tiefgehendes Verständnis des Verdunstungsverhalten dieser Tropfen wichtig. Von besonderem Interesse ist dabei der Mix aus Glycerin und Wasser, da sehr ähnliche Mischungen beispielsweise bei Tinten für Tintenstrahldrucker verwendet werden. Auch bei diesem Gemisch entstehen Strömungen im Tropfen, die die Wissenschaft genauer verstehen möchte.

Mithilfe der Konzentrationsverteilung der einzelnen Komponenten im Tropfen können Rückschlüsse über die Transportvorgänge in der kleinen Flüssigkeitsmenge gezogen werden. Diese Konzentrationsunterschiede maßen die TU-Forschenden in ihrer Studie mithilfe zweier verschiedener Methoden. Die meisten der bisher für solche Fragestellungen angewandten Methoden brauchten dafür Zusatzstoffe, sogenannte Marker, oder waren nicht besonders genau. Die Marker stehen aber in Verdacht, die Tropfen-Eigenschaften zu verändern.

Das TU-Team verwendete deshalb die beiden Marker-freien, spektroskopischen Methoden Magnetresonanz-Tomographie (MRI) und Raman-Mikroskopie. Während MRI Konzentrationskarten des gesamten Tropfenquerschnittes lieferte, konnten mit Raman-Mikroskopie einzelne Bereiche des Tropfens hoch aufgelöst untersucht werden. Auf diese Weise ergänzten sich beide Methoden gut. Sie lieferten erstmals einen Zugang zu unverfälschten Daten mit ausreichend hoher Auflösung, dass Rückschlüsse auf die Transportvorgänge gezogen werden können. Die Wissenschaftler:innen konnten zeigen, dass die Resultate trotz der gänzlich unterschiedlichen Methoden gut übereinstimmen. Auch mit Simulationen anderer Gruppen deckten sie sich größtenteils.

Verwendung könnten die Ergebnisse unter anderem für die Weiter- und Neuentwicklung verschiedener auf verdunstenden Tropfen basierender Anwendungen finden – etwa in der Drucktechnologie, im 3D-Druck, in Kühlungsapplikationen und in der Beschichtungstechnologie.

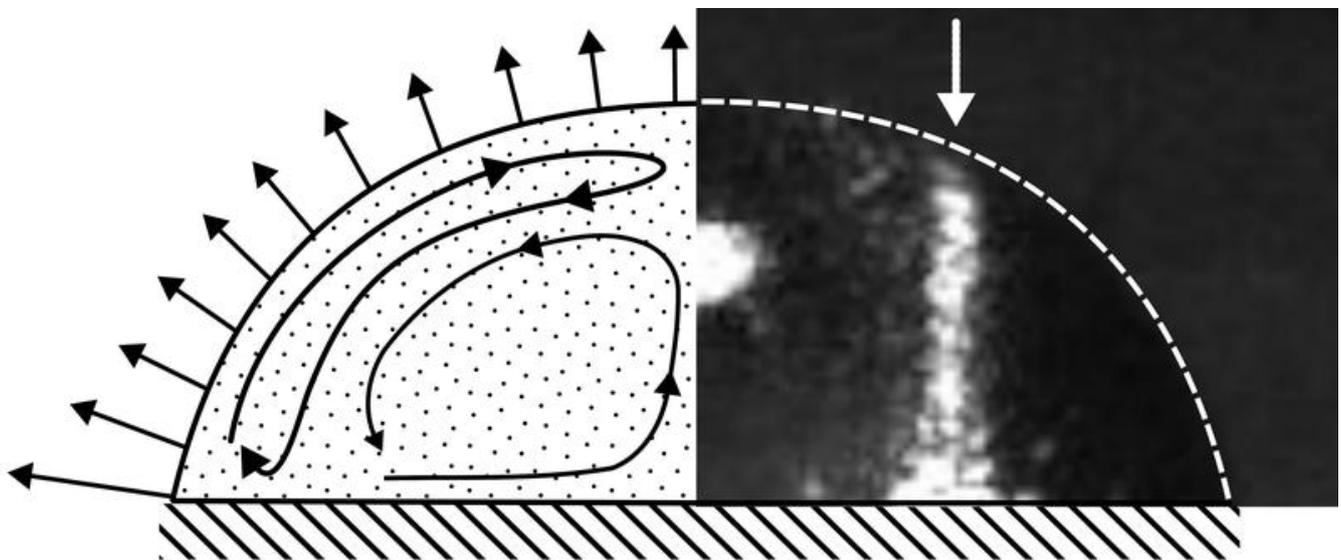
Die Untersuchung entstand in enger fachlicher und methodischer Zusammenarbeit zwischen den beiden Gruppen „Physics of Surfaces“ aus dem Fachbereich Materialwissenschaften und „Organische Strukturanalytik“ aus dem

Fachbereich Chemie. Die Chemiker:innen steuerten die MRI-Messungen und das fachliche Wissen über die chemische Interaktion des Tropfens mit dem Substrat bei. Die Materialwissenschaftler:innen führten die korrespondierenden Raman-Mikroskopie Messungen durch, simulierten die Laserbrechung an der Tropfenoberfläche und erweiterten das Wissen über die vorherrschende Fluidodynamik. POS/mih

Die Veröffentlichung: Erb, Alexander, Stark, Robert W. und Thiele, Christina M.: „Visualization and quantification of local concentration gradients in evaporating water/glycerol droplets with micrometer resolution“, in: „Proceedings of the National Academy of Sciences“ (Issue: Vol. 122, Iss. 0).

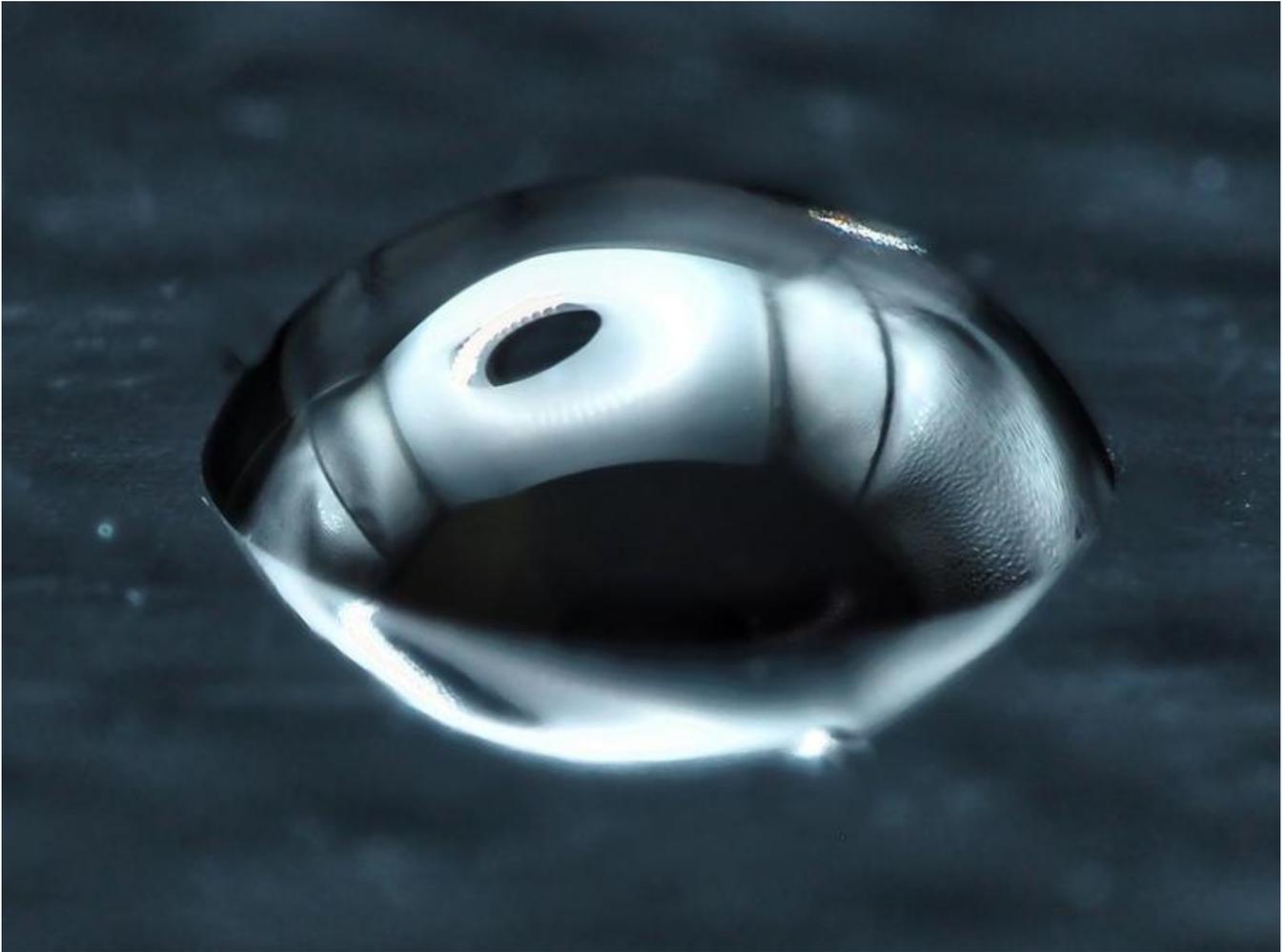
Originalpublikation:

DOI: 10.1073/pnas.2423660122



Links: Strömungen im Tropfen und die Verdunstungsrate an der Tropfenoberfläche sind dargestellt. Rechts: Tropfenkonturbild während der Raman-Messung gezeigt. Die Position des Raman-Lasers auf dem Tropfen ist durch einen weißen Pfeil markiert.

Alexander Erb



Ein Tropfen, wie er im Raman-Mikroskop untersucht wurde, während der Verdunstung. Als Substrat wurde beschichtetes Glas genutzt. Die dunkle Stelle markiert die ungefähre Eintrittsstelle des Lasers.
Alexander Erb