



=> [English translation](#)

4.741 Zeichen
Abdruck honorarfrei
Beleg wird erbeten

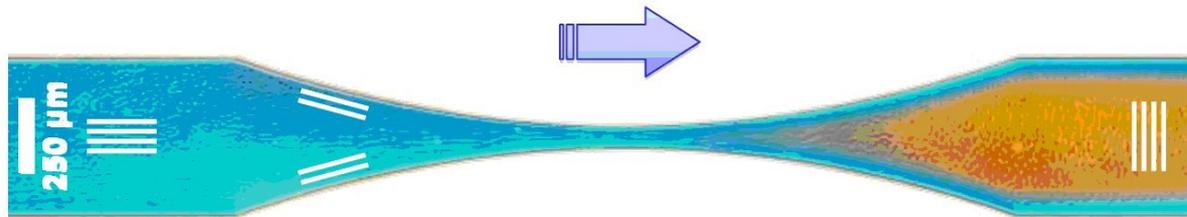
Partikel stellen sich quer:

Überraschende Orientierung in Kapillaren

Wenn kleine Partikel durch dünne Kapillaren hindurchströmen, zeigen sie ein äußerst ungewöhnliches Orientierungsverhalten. Dies hat jetzt eine Forschungsgruppe um Prof. Dr. Stephan Förster und Prof. Dr. Walter Zimmermann, Universität Bayreuth, entdeckt. Im Wissenschaftsmagazin PNAS berichten die beteiligten Wissenschaftler der Universität Bayreuth, der Radboud University Nijmegen, des Forschungszentrums DESY in Hamburg und des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation in Göttingen über ihre neuen Erkenntnisse. Für Spinnprozesse, die der Herstellung künstlicher Fasern dienen, oder für das Verständnis von Gefäßverengungen ist die Entdeckung von zentraler Bedeutung.

Röntgenexperimente machen das Strömungsverhalten sichtbar

Stäbchen- oder plättchenförmige Partikel, die durch dünne Kapillaren hindurchströmen, orientieren sich normalerweise parallel zur Strömungsrichtung. Falls eine Kapillare eine Verengung aufweist, ändert sich diese Orientierung nicht, bis die Partikel die engste Stelle erreicht haben. Doch sobald sich die Kapillare wieder erweitert, orientieren sich die Partikel senkrecht zur Strömungsrichtung und stellen sich quer. Die Wissenschaftler in Bayreuth, Hamburg, Nijmegen und Göttingen haben dieses überraschende Phänomen nicht nur entdeckt, sondern auch eine Erklärung dafür gefunden. Wie sie aufgrund theoretischer Berechnungen zeigen konnten, treten in dem sich erweiternden Kapillarabschnitt starke Dehnungskräfte senkrecht zur Strömungsrichtung auf. Diese Dehnungskräfte bewirken, dass sich die Partikel umorientieren.

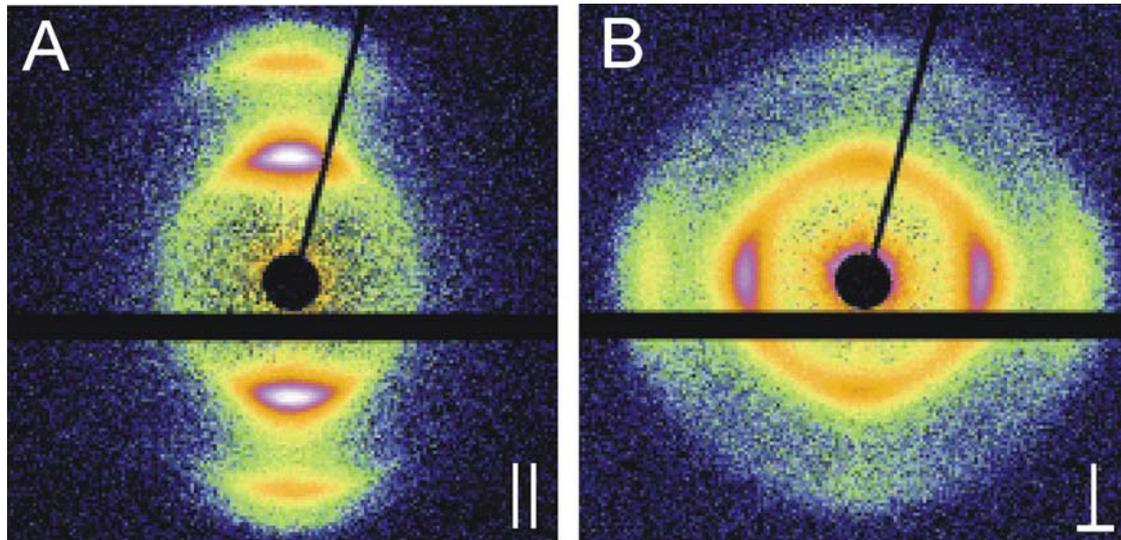


Mikroskopische Abbildung einer Kapillare mit Verengung und einem folgenden, sich erweiternden Abschnitt. In den blauen Bereichen sind die Partikel parallel zur Strömungsrichtung orientiert, in den orange Bereichen senkrecht zur Strömungsorientierung.

Die theoretischen Berechnungen wurden bestätigt durch Mikroröntgenexperimente am Deutschen Elektronensynchrotron (DESY). Hier wurden an der Strahlungsquelle PETRA III mit modernen röntgenoptischen Verfahren hochintensive Röntgenstrahlen mit Durchmessern von nur wenigen Mikrometern erzeugt. Auf diese Weise war es erstmals möglich, das Strömungsverhalten in besonders dünnen Kapillaren zu beobachten. Die Wissenschaftler konnten präzise ermitteln, wie sich die Partikel ausrichten, wenn sie eine verengte Kapillare durchströmen. Die senkrechte Orientierung, die sie nach dem Passieren der engsten Stelle annehmen, ist stabil; sie ändert sich im weiteren Verlauf in der Kapillare nicht mehr.

Neue Erkenntnisse zur Herstellung von Hochleistungsfasern und zur Entstehung von Gefäßerkrankungen

Die Umorientierung der Partikel beim Durchströmen enger Kapillarstellen ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis vieler biologischer und technischer Strömungsprozesse. Ein Beispiel ist der Vorgang des Spinnens. Dabei werden Lösungen von Makromolekülen und Partikeln durch feine Spindüsen gepresst. Für die Herstellung von Fasern, die sich durch hohe Reißfestigkeit und andere gute mechanische Eigenschaften auszeichnen, ist es unbedingt erforderlich, dass die Makromoleküle und Partikel parallel zur Fließrichtung orientiert sind. Doch wie sich jetzt herausgestellt hat, sind sie beim Verlassen der Düse senkrecht zur Fließrichtung ausgerichtet. Dies erklärt die bereits seit langem bekannte Tatsache, dass gesponnene Fasern verstreckt werden müssen. Die Verstreckung bewirkt, dass die Makromoleküle und Partikel – als Bausteine der Fasern – erneut die gewünschte



Streubilder, die bei Mikroröntgenexperimenten entstanden sind:
A) parallele Orientierung zur Fließrichtung vor der Verengung in der Kapillare, B) senkrechte Orientierung zur Fließrichtung nach der Verengung in der Kapillare.

parallele Ausrichtung annehmen. Die in den PNAS veröffentlichten neuen Erkenntnisse machen es möglich, die Strömungsorientierung dieser Bausteine vorherzusagen und durch ein entsprechendes Design von Kapillaren und Düsen genau zu kontrollieren.

Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Medizin, insofern Zellen und Proteine durch feinste Blutgefäße fließen. Wenn sie sich aufgrund von Gefäßverengungen umorientieren, kann dies eine Agglomeration bewirken. Die Folge sind eine Thrombose oder ein Gefäßverschluss. Möglicherweise hat die internationale Forschergruppe jetzt einen wichtigen Teilprozess entdeckt, der entscheidend zur Entstehung dieser Gefäßerkrankungen beiträgt.

Internationale Forschungskooperation

Zu den Autoren des jetzt in den PNAS veröffentlichten Beitrags zählen Prof. Dr. Stephan Förster und seine Gruppe am Lehrstuhl Physikalische Chemie I sowie Prof. Dr. Walter Zimmermann am Lehrstuhl Theoretische Physik I an der Universität Bayreuth; des weiteren



Dr. Julian Thiele (Radboud University Nijmegen), Dr. Jan Perlich, Dr. Adeline Buffet und Dr. Stephan V. Roth (DESY Hamburg) sowie Dr. Dagmar Steinhauser (MPI für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen, und Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V., Hannover). Das Projekt wurde im Rahmen eines der bedeutendsten Förderprogramme der Europäischen Union realisiert: 2012 ist Prof. Dr. Stephan Förster ein ERC Advanced Grant zuerkannt worden. Zudem hat auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Forschungsarbeiten gefördert.

Veröffentlichung:

Martin Trebbin, Dagmar Steinhauser, Jan Perlich, Adeline Buffet, Stephan V. Roth, Walter Zimmermann, Julian Thiele, Stephan Förster,
Anisotropic particles align perpendicular to the flow-direction in narrow microchannels
in: PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) Early Online Edition, April 8, 2013;
DOI: 10.1073/pnas.1219340110

Kontakt für weitere Informationen:

Prof. Dr. Stephan Förster
Lehrstuhl Physikalische Chemie I
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel: +49 (0)921 / 55-2760
E-Mail (Sekr.): elisabeth.duengfelder@uni-bayreuth.de



Text und Redaktion:

Christian Wißler M.A. und Prof. Dr. Stephan Förster
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55-5356 / Fax: 0921 / 55-5325
E-Mail: mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de

Abbildungen S. 2 und 3:

Lehrstuhl für Physikalische Chemie I, Universität Bayreuth;
mit Quellenangabe zur Veröffentlichung frei.

Zum Download in hoher Auflösung:

www.uni-bayreuth.de/presse/images/2013/065