

Presseinformation

Garching, den 2. September 2010

+++ Sperrfrist: 1. September 2010 – 19.00 Uhr MESZ +++

Für Muster schwärmen

Ein Modellsystem zum Gruppenverhalten von Nanomaschinen

Für menschliche Betrachter ist die geordnete und scheinbar choreografierte Bewegung von Hunderten oder sogar Tausenden von Fischen, Vögeln oder Insekten faszinierend. Die Entstehung und vielfältigen Bewegungsmuster derartiger Schwärme sind aber noch rätselhaft und werfen grundlegende Fragen zum Verständnis komplexer Systeme auf. Ein Physiker-Team von der Technischen Universität München (TUM) und der LMU München hat nun ein vielseitiges biophysikalisches Modellsystem entwickelt, das die Untersuchung dieser Phänomene und ihrer Gesetzmäßigkeiten ermöglicht. Mithilfe der Kombination aus einer experimentellen Plattform und theoretischen Modellen sollen auch komplexe Systeme beschrieben und deren physikalische Gesetzmäßigkeiten aufgedeckt werden. Über ihre Ergebnisse berichten die Münchner Forscher in der aktuellen Ausgabe des renommierten Journals *Nature*.

„Alles bewegt sich fort, und nichts bleibt“ ist ein Satz, der auf den griechischen Philosophen Heraklit zurückgeführt wird. Das einzelne Individuum muss sich als Teil eines großen Ganzen, etwa eines Schwarms oder einer Menschenmenge, zwangsläufig eigenen Gesetzmäßigkeiten unterordnen: Vogelschwärme bewegen sich auch ohne Dirigent wie choreografiert durch die Luft, und Fischschwärme ändern blitzartig ihre Richtung, wenn ein Hai auftaucht. Doch die Wissenschaft rätselt noch: Gehorchen all diese Systeme denselben Gesetzen? Entsteht komplexes Gruppenverhalten aus individuellen Interaktionen von selbst und zwangsläufig? Ein Forscherteam um Professor Andreas Bausch, Lehrstuhl für Biophysik der TU München, und Professor Erwin Frey, Lehrstuhl für Statistische und Biologische Physik der LMU München, ist den Antworten auf der Spur.

Die Münchner Wissenschaftler haben nun ein biophysikalisches Modellsystem entwickelt, das es erlaubt, gezielt Experimente unter kontrollierten Bedingungen und in hoher Präzision durchzuführen. Volker Schaller vom TUM-Lehrstuhl für Biophysik, Erstautor der Studie, verankerte dazu auf einer Oberfläche biologische Motorproteine, die lose darüberliegende

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name

Dr. Ulrich Marsch
Dr. Andreas Battenberg

Position

Sprecher des Präsidenten
PR-Referent Campus Garching

Telefon

+49 89 289 22779
+49 89 289 10510

E-Mail

marsch@zv.tum.de
battenberg@zv.tum.de

Fasern des Muskelproteins Aktin in beliebige Richtungen transportieren können. Die Fasern haben einen Durchmesser von etwa sieben Nanometern, also sieben Millionstel Millimetern, und eine Länge von etwa zehn Mikrometern, also zehn Tausendstel Millimetern. Die Bewegung der Fasern wurde mit hochauflösender Mikroskopie sichtbar gemacht.

Im Experiment begannen die Aktin-Fasern sich zu bewegen, sobald ATP – der Treibstoff für Motorproteine – zugegeben wurde. Bei niedrigen Konzentrationen der Aktin-Fasern ist die Bewegung noch völlig chaotisch. Erst ab einer Dichte von mehr als fünf Aktin-Fasern pro Quadratmikrometer, begannen sich die Fasern kollektiv in größeren Verbänden zu bewegen – in verblüffender Übereinstimmung zu Vogel- oder Fischeschwärmen. „Wir können in diesem System alle relevanten Parameter einstellen und beobachten“, so Schaller. „Damit lassen sich auch die Aussagen verschiedener Theorien zur Selbstorganisation experimentell überprüfen – und zwar auf einer winzigen Längenskala mit ‚Nanomaschinen‘.“

Wie aus dem Nichts bildeten sich im Versuch Strukturen, etwa Wellen, Spiralen oder geordnete Cluster. Manche dieser Strukturen erreichten eine Größe von fast einem Millimeter und blieben bis zu mehreren Minuten stabil, bevor sie sich wieder auflösten. Ausgehend von diesen Beobachtungen entwickelte Frey zusammen mit seinem Doktoranden Christoph Weber theoretische Modelle, um die experimentellen Ergebnisse zu beschreiben. Mit Hilfe dieser Kombination aus erweiterbaren theoretischen Modellen und einer experimentellen Plattform wollen die Physiker nun schwierigere Probleme angehen und deren physikalische Gesetzmäßigkeiten aufdecken.

„Phänomene der Selbstorganisation begleiten uns auf allen Ebenen unseres Lebens,“ sagt Bausch. „Das fängt bei Verkehrsstaus und der Bewegung von Menschenmassen sowie Schwärmen von Tieren an und reicht bis zur Organisation biologischer Prozesse. Wichtige Beispiele sind hier der Aufbau des zellulären Zytoskeletts oder der Proteintransport in der Zelle durch Motorproteine.“ Die zugrundeliegenden Prinzipien – ob nun in ökonomischen, biologischen oder physikalischen Systemen – gehören aber noch zu den großen offenen Fragen der Theoretischen Physik. „Auch für unser Naturverständnis gibt es hier noch viele fundamentale Gesetzmäßigkeiten zu entdecken“, betont Frey. „Prognosen sollten aber nicht vorschnell auf die Dynamik von Menschenmassen übertragen werden – deren Komplexität lässt sich bislang kaum in theoretischen Modellen erfassen.“

Die Forschungsarbeiten werden unterstützt aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, SFB 863), des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative

Munich (NIM), des TUM Institute for Advanced Study der Technischen Universität München und dem Bayerischen Elitenetzwerk (CompInt, NanoBioTechnology).

Originalpublikation:

Volker Schaller, Christoph Weber, Christine Semmrich, Erwin Frey und Andreas R. Bausch:
Polar patterns of driven filaments. Nature vom 2. September 2010. S. 73-77 -
doi:10.1038/nature09312

Bild- und Videomaterial:

Kostenfreie Bilder zum Download: <http://mediatum2.ub.tum.de/node?id=994429>

Videos des Wirbels: <http://e27.compint.de/index.php?id=214>

Videos zur Theorie: http://www.theorie.physik.uni-muenchen.de/lsfrey/research/biological_physics/2010_005/movies/

Kontakte:

Prof. Dr. Andreas Bausch
Technische Universität München
Lehrstuhl für Biophysik (E 27)
James Franck Str. 1, 85748 Garching
Tel.: 089 / 289-12480
Fax: 089 / 289-14469
E-Mail: andreas.bausch@ph.tum.de
Internet: www.bio.ph.tum.de

Prof. Dr. Erwin Frey
Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Statistische und Biologische Physik
Theresienstraße 37, 80333 München
Tel.: 089 / 2180-4537
Fax: 089 / 2180-4154
E-Mail: frey@lmu.de
Internet: www.theorie.physik.uni-muenchen.de/lsfrey

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 420 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 24.000 Studierenden eine der führenden Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften,

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

| Name | Position | Telefon | E-Mail |
|------------------------|-----------------------------|------------------|--|
| Dr. Ulrich Marsch | Sprecher des Präsidenten | +49 89 289 22779 | marsch@zv.tum.de |
| Dr. Andreas Battenberg | PR-Referent Campus Garching | +49 89 289 10510 | battenberg@zv.tum.de |

The Entrepreneurial University.



Technische Universität München

Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name

Dr. Ulrich Marsch
Dr. Andreas Battenberg

Position

Sprecher des Präsidenten
PR-Referent Campus Garching

Telefon

+49 89 289 22779
+49 89 289 10510

E-Mail

marsch@zv.tum.de
battenberg@zv.tum.de