



Oszillierende Muster bei der Kristallisation von Nanopartikeln

Potsdamer Max-Planck-Wissenschaftler weisen oszillierende Muster bei der Kristallisation und Selbstorganisation von Nanopartikeln nach

Selbstorganisation und Musterbildung sind grundlegende Prozesse in biologischen Systemen und damit lebensnotwendig. Potsdamer Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung ist es jetzt gelungen, Selbstorganisation mit chemischer Musterbildung zu kombinieren. Dafür koppelten die Wissenschaftler eine oszillierende chemische Reaktion mit der polymerkontrollierten Kristallisation und Selbstorganisation von Bariumkarbonat. Auf diese Weise konnten sie nachweisen, dass oszillierende Reaktionen wie die berühmte Belousov-Zhabotinsky-Reaktion auch in Mehrphasen-Systemen ablaufen. Damit lassen sich sowohl chemische Reaktionen fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht als auch biologische Musterbildungen in der Natur besser erklären. Diese Erkenntnisse können zudem zu neuartig strukturierten Oberflächen führen (Angewandte Chemie, 21. Juni 2006).

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung
der Wissenschaften e.V.
Referat für Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit

Hofgartenstraße 8
80539 München

Postfach 10 10 62
80084 München

Telefon: +49 (0)89 2108 - 1276
Telefax: +49 (0)89 2108 - 1207
presse@gv.mpg.de
Internet: www.mpg.de

Pressesprecher:
Dr. Bernd Wirsing (-1276)

Chef vom Dienst:
Dr. Andreas Trepte (-1238)

ISSN 0170-4656

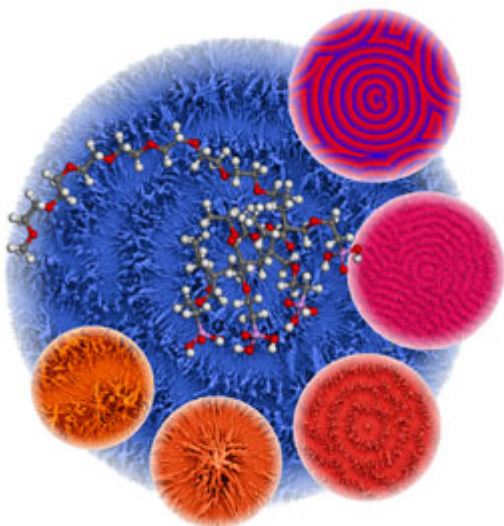


Abb.: Ein typisches Belousov-Zhabotinsky-Muster aus konzentrischen Kreisen, beobachtet bei der polymerkontrollierten Kristallisation und Selbstorganisation von Bariumkarbonat. Die Strukturen ähneln dem im Computer simulierten Muster (kleiner Kreis oben rechts). Das

verwendete Block-Copolymer ist im Bild als verkürzte Molekülstruktur dargestellt.

Bild: Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Oszillierende chemische Reaktionen, bei denen sich die Reaktionsprodukte periodisch und wiederkehrend ändern, sind von besonderem Interesse für die Wissenschaft. Ihr Verhalten ist unter anderem für die Chaosforschung von Bedeutung, denn solche Reaktionssysteme sind immer komplex und weit entfernt vom thermodynamischen Gleichgewicht. Ein besonders bekanntes Beispiel ist die so genannte Belousov-Zhabotinsky-Reaktion. Hierbei werden die Reaktionsprodukte einer gekoppelten Redoxreaktion über den Farbumschlag eines Indikators sichtbar gemacht - in einer Petrischale lassen sich typische Muster sich ausbreitender konzentrischer Kreise beobachten.

Räumlich oszillierende Reaktionen lassen sich mathematisch gut als so genannte Reaktions-Diffusions-Systeme beschreiben. Dies bedeutet, dass nicht nur die chemischen Reaktionen die Stoffmengen an einem bestimmten Punkt des Raumes beeinflussen, sondern auch die Diffusion, also der Stoffaustausch mit dem Nachbarräum. Damit erhält man in Simulationsrechnungen die typischen konzentrischen Kreismuster einer Belousov-Zhabotinsky-Reaktion. Diese sind in der obigen Abbildung als rot-violettes Muster dargestellt.

Den Potsdamer Forschern gelang nun erstmals der Nachweis, dass diese oszillierenden Reaktionen auch für Mehrphasen-Systeme gelten können und darüber hinaus sogar für Selbstorganisationsprozesse von Nanopartikeln. Wesentlich ist, dass in einem mehrstufigen Reaktionssystem entweder ein autokatalytischer oder autoinhibierender Reaktionsschritt formuliert werden kann. Dies führt zum Aufbau des oszillierenden Systems und damit letztlich zu der beobachteten Musterbildung.

Mit einem neu hergestellten Polymer erzeugten die Potsdamer Forscher die typischen konzentrischen Kreismuster durch gesteuerte Kristallisation von Bariumkarbonat (s. Abb.). Diese Muster stimmen sehr gut mit den durchgeführten Simulationsrechnungen überein. Des Weiteren gelang den Forschern ein komplexes gekoppeltes Reaktionssystem aus Kristallisations-, Komplexierungs- und Fällungsreaktionen aufzustellen und die autokatalytische Komplexbildung zwischen Barium und dem Polymer zu identifizieren.

Bemerkenswert ist, dass die länglichen kristallinen Strukturen, aus denen sich die Kreismuster aufbauen, selbst wieder aus Überstrukturen von Nanopartikeln bestehen, die durch Selbstorganisation entstanden sind (s. Abb.). Damit ist den Max-Planck-Forschern erstmals der Nachweis gelungen, dass die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion nicht nur in Lösung abläuft, sondern auch in Mehrphasensystemen sowie bei der Selbstorganisation von Nanopartikeln. Diese Entdeckung ist nicht nur für die Erforschung von Reaktionen fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht von Bedeutung, sondern kann auch helfen, biologische Musterbildung zu erklären. Ein Beispiel für biologische Selbstorganisation sind die Muster auf Muschelschalen, die wie im Modellsystem der Potsdamer Forscher über kontrollierte Kristallisation entstehen. Interessanterweise lassen sich auch diese Muster über Reaktions-Diffusions-Systeme mathematisch exakt nachbilden.

[HC/AT]

Originalveröffentlichung:

Tongxin Wang, An-Wu Xu, Helmut Cölfen

Formation of self-organized, dynamic structure patterns of barium carbonate crystals in polymer controlled crystallization

Angewandte Chemie (Online-Edition), 21. Juni 2006

Kontakt:

PD Dr. habil. Helmut Cölfen

[Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam](#)

Tel.: 0331 567-9513

Fax: 0331 567-9502

E-mail: Coelfen@mpikg.mpg.de

Katja Schulze (Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

[Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam](#)

Tel.: 0331 567-9203

Fax: 0331 567-9202

E-mail: katja.schulze@mpikg.mpg.de