

## Chemische Verfahren

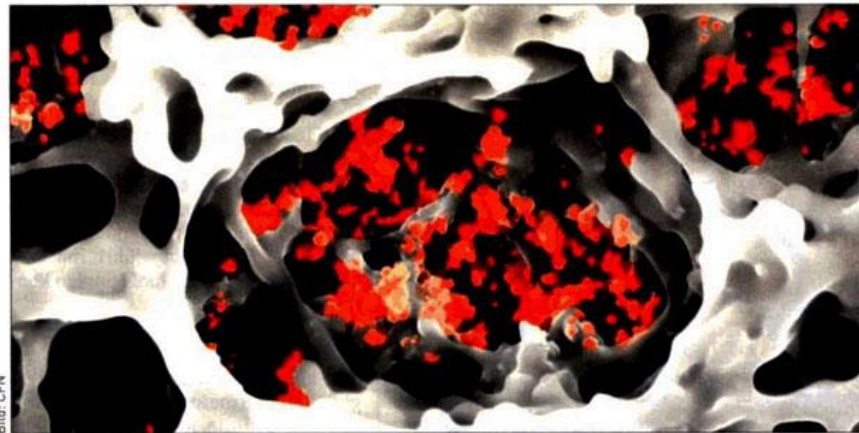
## Nanokristalle aus der ‚Schnellen Welle‘

von Dr. Gerd König  
Produktion Nr. 50, 2007

**KARLSRUHE (ba).** Karlsruher Wissenschaftler nutzen ionische Flüssigkeiten und Mikrowellen zur Herstellung von Nanopartikeln.

„Man nehme Zinn- und Indiumchlorid, gebe es in einen Topf mit ionischer Flüssigkeit und erhitzte das Ganze in der Mikrowelle.“ Was wie die jüngste Kreation der Chemieküche klingt, beschreibt ein neues Verfahren, um elektrisch leitende Nanopartikel aus Indium-Zinn-Oxid (ITO: Indium Tin Oxide) schnell und einfach zu synthetisieren. Ohne Zwischenschritte produziert Professor Claus Feldmann vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) damit gleichförmige und regelmäßige, zehn bis fünfzehn Nanometer (1 Nanometer = 1 Millionstel Millimeter) große Kristalle, die nicht verklumpen und sich leicht in wässrigen Medien dispergieren lassen.

Diese Nanokristalle können mit konventionellen Techniken als unsichtbare Elektroden auf transparente, flexible oder hitzeempfindliche Materialien aufgedruckt werden. Mit der inzwischen patentierten ‚Ein-



Topf-Mikrowellen-Synthese‘ in ionischen Flüssigkeiten stellt Feldmann aber auch andere nanoskalige Partikel wie etwa lumineszierende Materialien her, die im sichtbaren Licht transparent sind, unter UV-Licht aber farbig leuchten.

Nanopartikel, die sich als transparente, nur wenige Nanometer dicke stromleitende oder leuchtende Schichten auftragen lassen, werden in Leuchtdioden und Solarzellen, zur Sicherheitsmarkierung oder für dekorative Zwecke eingesetzt. Um be-

sonders gleichmäßige Kristalle ohne Defekte in ihrer Gitterstruktur zu gewinnen, sind üblicherweise hohe Temperaturen (bis 600 °C) erforderlich. Zusätzlich beigemischte Substanzen, die die neu gebildeten Partikel wie eine Nusschale umschließen, können verhindern, dass diese sich zu größeren Aggregaten zusammenballen. „Allerdings ist die Synthese aufwändig und einige Zusatzstoffe sind toxisch. Nanopartikel für therapeutische oder diagnostische Anwendungen in der Medizin kann man damit

Die Kleinsten im Netz – Papierfasern mit Leuchtstoff-Nanopartikeln.

nur schwer synthetisieren“, sagt Feldmann.

Um diese Nachteile zu umgehen, nutzt der Chemiker am DFG-Centrum für Funktionelle Nanostrukturen des KIT sogenannte ionische Flüssigkeiten als Lösungsmittel. Sie bestehen ausschließlich aus großen Kationen und Anionen, sind also ein wasserfreies, nicht-kristallines Salz. Sie sind bei Temperaturen zwischen -50 und +400 Grad Celsius flüssig und dabei chemisch stabil. Da sie kaum mit den gelösten Partikeln in Wechselwirkung treten, lassen sie sich bei der Aufreinigung der Produkte leicht entfernen.

Diese Eigenschaft hat allerdings einen Nachteil: Neu gebildete Partikel werden nicht von einem Mantel aus Lösungsmittel-Molekülen umhüllt, der den Kontakt untereinander verhindert. Erhitzt man das Gemisch auf konventionelle Art, bilden sich daher wegen des Temperaturgefälles inner-

halb der Lösung größere Komplexe, die sich dann nicht mehr trennen lassen. Hier kommt die ‚Schnelle Welle‘ ins Spiel: Im Mikrowellenofen wird die Probe in Sekunden gleichmäßig im ganzen Gefäß erhitzt und so die Aggregation der Partikel verhindert.

## Einsatz der Mikrowelle verhindert Aggregation der Partikel

„Die ersten Versuche haben wir mit einem einfachen Haushaltsgerät durchgeführt“, so Feldmann. Inzwischen benutzt er aber eine spezielle Labor-Mikrowelle, in der er die Reaktionslösung rühren und ihre Temperatur messen kann. Bis zur industriellen Nutzung seines Syntheseverfahrens ist es allerdings noch ein langer Weg. Denn noch sind ionische Flüssigkeiten, die bisher kaum technisch angewendet werden, relativ teuer. Chemieunternehmen wie die Evonik Degussa GmbH setzen aber bereits auf die neue Methode und kooperieren eng mit dem Karlsruher Chemiker, dessen Arbeit zudem von den Ländern Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, der Europäischen Union und der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt wird.

## MLS GmbH

Mikrowellen Labor Systeme  
Modell rotaPREP 1500

