

Eiskalt: Wenn Flüssiges zu Glas wird

Rostocker Chemiker zeigen, warum ionische Flüssigkeiten unterkühlen, ohne zu gefrieren

Südstadt. Die kalte Jahreszeit beginnt. Bei Temperaturen unter null Grad fängt Wasser an zu gefrieren. Dann wird aus einer Flüssigkeit ein Kristall, also ein Festkörper. „Es gibt aber auch Substanzen, die selbst bei tiefen Temperaturen niemals fest werden“, sagt Professor Ralf Ludwig aus der Physikalischen und Theoretischen Chemie der Universität Rostock. „Die dann unterkühlten Flüssigkeiten sind zäh wie Honig und bilden schließlich ein sogenanntes Glas. Leider kann man den Substanzen nicht ansehen, ob sie bei tiefen Minusgraden zum Festkörper kristallisieren oder zum Glas werden“, sagt Professor Ludwig. Seine international wirkende Arbeitsgruppe konnte jetzt zeigen, dass die Kristallisation oder Glasbildung sogenannter ionischer Flüssigkeiten kontrolliert beeinflusst werden kann. Was das für die For-

schung bedeutet? Professor Ludwig formuliert es so: „Die Kristallisation wird als thermisches Trennverfahren eingesetzt, in der Biologie soll sie verhindert werden. Hier können nicht-kristallisierende ionische Flüssigkeiten gezielt zur Anwendung kommen.“ Durch die Kristallbildung lässt sich Substanzen unterschiedlicher Gefrierpunkte trennen, ganz ähnlich, wie sich bei der Destillation Alkohol von Wasser trennen lassen, weil beide voneinander unterschiedliche Siedepunkte besitzen. In der Biologie führt Kristallisation meist zum Tod der lebenden Zellen, da die Zellmembranen durch die Kristalle durchlöchert werden.

„Der Schlüssel für die Steuerung des Phasenübergangs von flüssig zu fest (das heißt zu kristallin oder zu glasartig) sind sogenannte Wasserstoffbrücken, die sehr wichtig für



Prof. Ralf Ludwig

FOTO: PRIVAT

unser Leben sind und die Struktur von Wasser, Proteinen und DNA bestimmen“, erläutert Ludwig. Diese Wasserstoffbrücken haben einen entscheidenden Einfluss auf die makroskopischen Eigenschaften der ionischen Flüssigkeiten. Eigenschaften wie die Diffusion, die Viskosität und die Leitfähigkeit sind für die industrielle Anwendung von großer Bedeutung.

In den ionischen Flüssigkeiten – seit Jahren ein Forschungs-Thema der Universität Rostock – können zwei Typen von Wasserstoffbrücken vorliegen: „Normale“ Wasserstoffbrücken zwischen Ionen gegensätzlicher Ladung und „überraschen-

de“ zwischen Ionen gleicher Ladungen. Diese müssten sich eigentlich abstoßen, werden aber dennoch zusammengehalten.

Die Arbeitsgruppe fand nun heraus, dass ionische Flüssigkeiten mit „normalen“ Wasserstoffbrücken wie erwartet zum Festkörper erstarren. Ionische Flüssigkeiten hingegen, die eine beträchtliche Anzahl dieser „überraschenden“ Wasserstoffbrücken zwischen Ionen gleicher Ladung aufweisen, kristallisieren nicht. Sie unterkühlen und bilden schließlich ein Glas. Die „überraschenden“ Wasserstoffbrücken sind offensichtlich so stark, dass sie bei tiefen Temperaturen nicht mehr aufbrechen. Dadurch werden die Ionen daran gehindert, die Kristallgitterplätze des Festkörpers einzunehmen. Die Kristallisation wird unterdrückt.

Wolfgang Thiel