

Frankfurter Allgemeine Archiv

Feuilleton

Frankfurter Allgemeine Zeitung, 08.11.2004, Nr. 261, S. 36

Natur und Wissenschaft

Fast wie ein Kinderkreisel

Für Nanomaschinen: Gyroskope aus wenigen Molekülen

Spielen gilt gemeinhin als Domäne von Kindern. Doch auch erwachsenen Naturwissenschaftlern eröffnet diese Tätigkeit den Zugang zu neuen Erfahrungen, und als Ergebnis solch kreativer Prozesse können Objekte entstehen wie dasjenige, über das Wissenschaftler von der Universität Erlangen-Nürnberg in der Zeitschrift "Angewandte Chemie" (Bd. 116, S. 5653) berichten. Die Forscher haben ein Molekül erschaffen, das einem Gyroskop gleicht - einem Kreisel in einer starren, kugelförmigen Halterung.

Das starre Gehäuse des molekularen Gyroskops besteht aus drei Kohlenwasserstoffketten, die sich bogenförmig zwischen zwei Phosphoratomen aufspannen. In diesen kugelförmigen Käfig ist der bewegliche Teil des Kreisels eingeschlossen. Es handelt sich dabei um eine Eisen-Carbonyl-Gruppe. Das Eisenatom liegt zwischen den beiden Phosphoratomen des Moleküls und bildet mit ihnen die Drehachse des Kreisels. Senkrecht zu dieser Achse befinden sich drei Carbonyl-Gruppen - sozusagen die Rotorblätter. Sie sind mit dem Eisenatom verknüpft. Daß sich diese "eingesperrte" Eisen-Carbonyl-Gruppierung wie bei einem Gyroskop um die zentrale Achse dreht, konnten die Forscher um John Gladysz mit der Kernspin-Spektroskopie nachweisen.

Für die Herstellung des molekularen Kreisels waren die Wissenschaftler von einem Eisen-Carbonyl-Komplex ausgegangen, dem späteren Rotor. An diesen wurden die beiden Phosphoratome geknüpft, die ihrerseits jeweils drei Kohlenwasserstoffketten trugen. Im letzten Schritt setzten die Forscher einen Katalysator zu, der die freien Enden der Kohlenwasserstoffketten paarweise so miteinander verknüpfte, daß sie sich wie ein Käfig um den zentralen Kreisel legten.

Die Grundstruktur dieses Kreisels läßt verschiedene Variationen zu. Verlängert man die Kohlenwasserstoffketten, kann das Gehäuse vergrößert oder verkleinert werden. Besonders interessant erscheint es, den Rotor zu verändern, etwa, indem man eine Carbonylgruppe durch einen Nitrosylrest ersetzt. Dadurch entsteht ein Dipolmoment, das es ermöglichen könnte, die Rotation des Kreisels in eine bestimmte Richtung zu steuern. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, daß das winzige Gyroskop mit anderen nanoskaligen Bauteilen zu einer komplexeren Maschine zusammengesetzt werden kann und wie ein Motor arbeitet. In der makroskopischen Welt werden Gyroskope normalerweise zur Präzisionsmessung von Drehbewegungen verwendet. Sie stabilisieren beispielsweise Raumstationen oder unterstützen Flugzeugpiloten bei der Orientierung.

ubi

Alle Rechte vorbehalten. (c) F.A.Z. GmbH, Frankfurt am Main