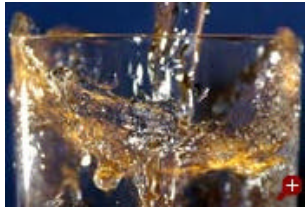


- Fenster schließen
- Artikel drucken



Wasser: das unbekannte Wesen

Forschung

Wasser - ein rätselhafter Freund

01. Juni 2004 Keine Substanz ist uns so vertraut und doch so rätselhaft wie Wasser. Überall gegenwärtig, spielt die aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Verbindung bei unzähligen chemischen und biologischen Prozessen eine zentrale Rolle. Auch aus physikalischer Sicht ist Wasser ein einzigartiger Stoff. Davon zeugen eine Reihe recht eigentümlicher Eigenschaften, wie der Umstand, daß Wasser bei vier Grad die größte Dichte aufweist. Kühlt man die Flüssigkeit weiter bis zum Gefrierpunkt, dehnt sie sich wieder aus. Aus diesem Grund platzen im Winter mitunter Rohrleitungen und frieren Gewässer von der Oberfläche her zu. Bislang ist es nicht gelungen, die vielen Anomalien von Wasser schlüssig zu erklären. Die dreiatomigen Wassermoleküle hätten - so die verbreitete Meinung - einfach zu viele Möglichkeiten, sich räumlich anzuordnen. Daß die molekularen Verhältnisse in flüssigem Wasser unter Umständen ganz anders sind als bislang angenommen, will nun eine internationale Forschergruppe herausgefunden haben.

Wasser - in flüssiger oder fester Form - läßt sich mit einem ausgedehnten Netzwerk vergleichen, in dem die Wassermoleküle über sogenannte Wasserstoffbrücken verbunden sind. Im gefrorenen Zustand ist jedes Molekül mit vier weiteren Nachbarn starr verbunden. Bei Raumtemperatur brechen die Wasserstoffbrücken fast so schnell, wie sie sich bilden, nämlich innerhalb von milliardstel Sekunden. Weil der flüssigen Phase das starre Gefüge fehlt, glauben viele Wissenschaftler, daß sich die Moleküle lokal ähnlich anordnen wie im festen Zustand. Als Beweis führen sie Modellrechnungen an, die zeigen, daß jedes Wassermolekül mindestens drei Wasserstoffbindungen eingeht.

Daß die Moleküle in flüssigem Zustand deutlich weniger Bindungen knüpfen und deshalb anders als in Eis angeordnet sein müssen, behaupten jetzt die Forscher um Andersson Nilsson von der Universität Stockholm. Ihr Befund stützt sich auf Untersuchungen, die sie kürzlich an verschiedenen Strahlungsquellen für intensives Röntgenlicht, unter anderem am Elektronen-Synchrotron Bessy in Berlin-Adlershof, vorgenommen haben. An jedem "Experimentier-Ort" wurden Wasserproben mit intensivem Röntgenlicht bestrahlt und die Absorption der Strahlung in Abhängigkeit von der Energie des einfallenden Lichts gemessen. Die Analyse der Absorptionsspektren deutete in den überwiegenden Fällen darauf hin, daß nur etwa zwanzig Prozent der Wassermoleküle von vier Nachbarn umgeben waren. Die große Mehrheit knüpfte offenkundig deutlich weniger Brückenbindungen.

Ungewöhnliche molekulare Struktur

Die experimentellen Ergebnisse konnten schließlich auch von entsprechenden Modellrechnungen bestätigt werden. So ließen sich die Absorptionsspektren unter der Annahme reproduzieren, daß die Moleküle im Mittel lediglich zwei Wasserstoffbrücken zu ihren Nachbarn ausbilden

("Science", Bd. 304, S. 995). Die anderen zwei möglichen Bindungen sind entweder gebrochen oder wesentlich schwächer ausgeprägt. Welche geometrische Anordnungen die Wassermoleküle unter diesen Voraussetzungen bevorzugen, können die Forscher ihren Daten allerdings nicht entnehmen. "Wir sehen zumindest, daß eine der beiden Wasserstoffbrücken an einem Wasserstoffatom und die andere an einem Sauerstoffatom lokalisiert ist", sagt Philipp Wernet, ein Kollege von Nilsson. Das ließe sich seiner Meinung nach am besten erklären, wenn die Wassermoleküle Ringe oder Ketten formten.

Die kühne Behauptung ist bei vielen Forschern, die eine annähernd tetraedrische Anordnung der Wassermoleküle favorisieren und deshalb auch käfigförmige Konfigurationen der Wassermoleküle in Betracht ziehen, auf Skepsis gestoßen. Weil sich über Modellrechnungen bekanntlich gerne streiten läßt, wird man über die tatsächlichen Molekularstrukturen definitiv erst etwas sagen können, wenn man die Bewegung der Wassermoleküle mit extrem kurzen Röntgenblitzen für einen kurzen Moment einfriert. Strahlungsquellen wie die sogenannten Freie-Elektronen-Laser, die solche Kurzzeitexperimente möglich machen würden, sind gerade im Entstehen - unter anderem in Berlin-Adlershof bei Bessy.

Auf eine ungewöhnliche molekulare Struktur von flüssigem Wasser sind kürzlich auch Forscher vom Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart gestoßen. Simon Engemann und seine Kollegen fanden sie in einem dünnen Wasserfilm, der von normalem Eis und amorphem Siliziumdioxid umgeben war. Wie die Wassermoleküle exakt angeordnet sind, können die Forscher allerdings noch nicht sagen. Was man aber bereits weiß ist, daß die Moleküle äußerst dicht gepackt sein müssen und deshalb wahrscheinlich tetraedrische Wasserbrücken knüpfen. Eine detaillierte Untersuchung mit einem feinen Röntgenstrahl, den man an der Grenzfläche beugte, ergab, daß die Dichte des Wasserfilms rund 20 Prozent über der Dichte von normalem Wasser liegt. Als Folge gefriert die komprimierte Flüssigkeit erst bei minus 17 Grad.

Text: mli., Frankfurter Allgemeine Zeitung, 02.06.2004, Nr. 126 / Seite N1
Bildmaterial: dpa

© F.A.Z. Electronic Media GmbH 2001 - 2004
Dies ist ein Ausdruck aus www.faz.net