

DIE PRESSE

26.1.04

CHEMIE

Wozu man Wasser pressen kann

Innsbrucker Chemiker erforschen Modifikationen von Eis, die bei hohem Druck entstehen.

VON THOMAS KRAMAR

Auch auf dem Mars gibt es Eis, das hat gerade erst der „Mars Express“ der ESA bestätigt. Es ist, wen wundert's, das gleiche Eis wie auf der Erde. Die gleiche Modifikation, sagen die Chemiker – und wissen: Es gibt etliche Modifikationen von festem Wasser. Wenn man auch höhere Drücke zulässt, erhält man ein reiche Vielfalt von „Phasen“: Man kennt allein 13 kristalline Formen von Eis, dazu kommen einige amorphe Formen, bei denen die H_2O -Moleküle nicht in einem regelmäßigen Gitter kristallisiert sind.

In einem – nun abgeschlossenen – FWF-Projekt haben Forscher am Institut für Allgemeine, Anorganische und Theoretische Chemie der Universität Innsbruck unter anderem einen Typ von amorphen Eis ent-

deckt, der sehr hohe Dichte aufweist: 1,3 Gramm pro Kubikzentimeter. (Zum Vergleich: Flüssiges Wasser hat ein Gramm, „normales“ Eis nur 0,92 Gramm pro Kubikzentimeter. Das ist schon ziemlich seltsam, heiß Anomalie des Wasser und lässt Eis auf Wasser schwimmen.)

Die Innsbrucker erzeugten das „Very High Density Amorphous Ice“ (VHDA) aus „High Density Amorphous Ice“ (HDA) durch Erwärmen bei hohem Druck. HDA wiederum entsteht durch Komprimieren von „normalem“ Eis in flüssigem Stickstoff, also bei nur 77 Kelvin. Dieses hat eine hexagonale Kristallstruktur: Jedes Sauerstoff-Atom sitzt in der Mitte eines Tetraeders, an dessen vier Ecken je ein anderes Sauerstoff-Atom sitzt, mit dem Zentral-Atom durch eine Wasserstoffbrücke verbunden.

Diese Ordnung geht bei einem ganz bestimmten Druck verloren: Es bildet sich HDA, in dem jedes Wasser-Molekül nicht vier, sondern fünf nächste Nachbarn hat. In VHDA hat, wie mit Neutronenbeugung ge-

messen wurde, jedes Molekül sechs nächste Nachbarn. Diese Zahl kann sogar bis auf acht steigen – ehe bei noch höherem Druck eine neue regelmäßige Struktur entsteht.

In einer eigens entwickelten Apparatur können die Innsbrucker fast alle Eistypen kontrolliert herstellen und ineinander umwandeln. Ihre Erkenntnisse über amorphes Eis sind für Chemiker interessant, weil amorphe Festkörper den Flüssigkeiten ähnlich sind: Die amorphen Eis-Modifikationen könnten metastabilen Strukturen von unterkühltem Wasser entsprechen. So würde das Phasendiagramm von Wasser, dieser so alltäglichen wie untypischen eben „anormalen“ – Flüssigkeit, noch ein wenig komplizierter. Was sich mit Wasserstoffbrücken alles bauen lässt!

Auch Astronomen verfolgen die Innsbrucker Eis-Ergründungen: Messungen von Raumsonden legen nahe, dass auf manchen Himmelskörpern – etwa auf dem Jupitermond Ganymed oder in Kometen – Wasser als amorphes Eis vorliegen könnte.