

1669 – 2019 – 350 JAHRE UNIVERSITÄT INNSBRUCK – VERGANGENHEIT – GEGENWART – ZUKUNFT

Der Eismacher im Labor

INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE: Das Team von Thomas Lörting hat eine neue Eisform entdeckt



Eis ist nicht gleich Eis – das weiß das Schleckermaul, das zwischen Vanille, Schoko und Erdbeer wählen muss, das weiß aber auch Thomas Lörting vom Institut für Physikalische Chemie der Universität Innsbruck. Der Klang seiner Eisauswahl ist aber weit prosaischer, Eis I, Eis II, Eis III, Eis IV usw. Bis vor Kurzem war bei Eis XVII Schluss, vergangenes Jahr aber bereicherte Lörtings Team mit Eis XVIII die Eistheke der internationalen Forschungsgemeinschaft.

Um die vorletzte Jahrhundertwende war Eis bloß natürliches Eis (Eis I). Bei null Grad bildet sich ein hexagonales, also sechseckiges Kristallsystem: 6 Wassermoleküle schließen sich bienenwabengleich zu einem Ring zusammen, an dessen 6 Seiten sich wieder Ringe anhängen. Doch im Jahr 1900 entdeckte der deutsche Chemiker Gustav Tammann bei Kompressionsversuchen 2 neue Kristallformen, wenige Jahre danach identifizierte sie der spätere Physik-Nobelpreisträger Percy Williams Bridgman als Eis II und Eis III, als neue kristalline Eisformen.

12 verschiedene Eisphasen waren Ende des 20. Jahrhunderts bekannt, danach begann die Tiroler Zeit: In Innsbruck konnte Christoph Salzmann zwischen 2006 und 2009 die Eisphasen XIII, XIV und XV charakterisieren. Der Forscher nutzte dabei den Trick, dem Eis winzige Mengen des Dotierstoffs Chlorwasserstoff zuzugeben. Dieser Dotierstoff erzeugt Defekte in der Eisstruktur und erhöht die Beweglichkeit der Wasserstoffatome um mehrere Größenordnungen. Erst dadurch ist die Beweglichkeit bei sehr tiefen Temperaturen ausreichend, um den geordneten Zustand zu erreichen.



Das uns bekannte Eis ist Eis I. Es ist die einzige Variante, die in der Natur zu finden ist. Im Labor entdeckten Forscher bislang 17 weitere Eisformen.

Fotos: Pixabay, Uni Innsbruck

Abseits von Eis I existieren die bislang bekannten kristallinen Eisformen nur unter extremen Druck- und Temperaturverhältnissen – etwa im Weltall oder im Erdmantel in einer Tiefe von 200 bis 500 Kilometern. Ans Tageslicht schaffte es Eis VI. „Als Einschlüsse in Diamanten“, weiß Lörting, die diamantene Hülle ermöglicht es, diese Hochdruckform von Eis im Labor zu untersuchen. Das kristalline Eis VI ist eine sogenannte ungeordnete Eisform, lediglich die Sauerstoffatome sind periodisch angeordnet, die Wasserstoffatome sind chaotisch verteilt. 2009 gelang es Salzmann, die Wasserstoffatome in Eis VI zu ordnen und damit die neue Form Eis XV herzustellen.

Neue Eisform

Für Eis XVIII wählte Thomas Lörting eine andere Variante der Herstellung: Die Abkühlrate wurde deutlich verlangsamt, der Druck auf rund 18.000 Bar erhöht. Erste Analysen von Eis XVIII zeigen, dass es eine andere Form von geordnetem Eis VI ist. „So wie man Bücher in einem Regal unterschiedlich ordnen kann, ordnen sich auch die Wasserstoffatome unterschiedlich an“, sagt Lörting. Theoretisch sind für Eis VI 45 Ordnungsmöglichkeiten bekannt, mit Eis XV und XVIII wurden 2 experimentell gefunden. Noch fehlt Lörting die Bestimmung der Kristallstruktur. Kein einfaches Unterfangen, ist doch die Position der leichten Wasserstoffatome mittels Neutronenbeugung schwer



„Mit Eis XV und Eis XVIII haben wir 2 der 45 theoretischen Ordnungsmöglichkeiten von Eis VI im Experiment nachgewiesen.“

Thomas Lörting,
Institut für Physikalische Chemie

zu ermitteln. Der Chemiker produziert daher Eis XVIII mit Wassermolekülen aus Sauerstoff und Deuterium, dem schweren Wasserstoff.

Zwar lasse sich damit, so Lörting, die Position der Atome bes-

ser bestimmen. „Deuterium, das doppelt so schwer ist wie Wasserstoff, hat aber den Nachteil, dass es sich viel langsamer anordnet.“ Doppelt so schwer heißt leider nicht doppelt so langsam. Veranschlagt Lörting für die Herstellung der Wasserstoff-Variante von Eis XVIII einen Labortag, dürfte es bei der Deuterium-Variante 10-mal so lange dauern.

Für den Wissenschaftler steht der Erkenntnisgewinn im Vordergrund. Er kann sich aber durchaus praktische Eis-Anwendungen vorstellen. „Jahrhundertlang verwendeten Chemiker flüssiges Wasser als Lösungsmittel für chemische Reaktionen. Wir denken darüber nach, Moleküle in Eis einzubauen, um chemische Reaktionen in bestimmte Richtungen zu treiben. In jedem Eis sind die Wassermoleküle etwas anders. Sie sind unterschiedlich angeordnet, haben zum Beispiel verschiedene Bindungslängen und -winkel. Das könnte man selektiv nutzen“, sagt Lörting.

© Alle Rechte vorbehalten

INFORMATION

Institut für Physikalische Chemie

Das Institut für Physikalische Chemie ist an der Fakultät für Chemie und Pharmazie angesiedelt und wird von Univ.-Prof. Dipl.-Chem. Dr. Julia Kunze-Liebhäuser geleitet. Rund 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen zu den Themen „Chemical Energy



Conversion at Surfaces“, „Material- und Elektrochemie“ sowie „Physik und Chemie von unterkühltem Wasser und Eis“.

© Alle Rechte vorbehalten