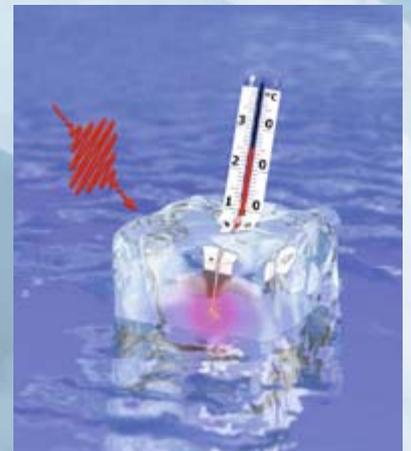


TUM-Physiker erhitzen Eis auf Zimmertemperatur

Gefrorenes Paradox

Eis, das bei Zimmertemperatur nicht sofort schmilzt - eine Vorstellung, die man ins Reich der Fantasie verbannen möchte. Doch ein Physiker-Team um Prof. Alfred Laubereau, Ordinarius für Experimentalphysik (E11) der TUM in Garching, hat bewiesen, dass man auch bei $+20^{\circ}\text{C}$ Eiskristalle erhalten kann. Das britische Fachjournal *Nature** berichtete im Januar 2006 über die Arbeit. Schlittschuhlaufen im Sommer wird jedoch auch in Zukunft nicht möglich sein. Denn der warme Zustand des Eises hält nur für Sekundenbruchteile an.



Fotomontage:
Andy Thaller,
Marcus Schmeißer

Dr. Hristo Iglev
Lehrstuhl für Experimentalphysik
Tel.: 089/289-12862
higlev@ph.tum.de

* *Nature* Bd.439, S. 183-186, (2006)

Im abgedunkelten Labor funkeln die winzigen Eiskristalle im Gegenlicht der Taschenlampe. Noch einmal überprüft der Diplomphysiker Marcus Schmeißer den Probenbehälter, in dem das gefrorene Wasser, eine Mischung aus leichten und schweren Wassermolekülen, zwischen zwei Glasplättchen eingeklemmt ist. Neben dem wissenschaftlichen Mitarbeiter befindet sich ein Labyrinth aus Prismen, Linsen und Spiegeln, mit denen die Physiker die Laserstrahlen bändigen, bevor sie das Licht auf die mikrometergroßen Eispartikel schießen. In dem Experiment sind es nur ultrakurze Infrarotlichtblitze, die auf die Eisprobe treffen, aber sie rufen eine zuvor noch nie beobachtete Wirkung hervor: Sie erwärmen die Eiskristalle auf rund 20°C, ohne dass diese ihren festen Zustand verändern. Dieses Verhalten des gefrorenen Wassers dauert allerdings nicht lange: Rund eine milliardstel Sekunde lang bleiben die Eiskristalle bei 20 Grad über dem Gefrierpunkt stabil, bevor sie zerfallen. »Das klingt für menschliche Verhältnisse ziemlich kurz, ist aber auf molekularer Ebene eine sehr lange Zeit«, erläutert Dr. Hristo Iglev das Phänomen. »Wir hielten es erst selbst nicht für möglich, dass man gefrorenes Wasser über 0°C stabil halten kann. Wir glaubten es erst, als es dann später doch geschmolzen ist«, sagt Marcus Schmeißer, der gemeinsam mit seinen Kollegen Dr. Andy Thaller, Dr. Hristo Iglev und Dr. Konstantin Simeonidis den Versuch durchgeführt hat.

»Der Trick bei der Erhitzung der Eiskristalle erinnert an das Prinzip der Mikrowelle: Wassermoleküle werden zum Schwingen angeregt und erwärmen sich dadurch. »In unserem Fall haben wir das Eis mit Laserblitzen im Inneren erwärmt«, erklärt Thaller. »Anscheinend braucht es so höhere Temperaturen, um das

gefrorene Wasser zu schmelzen.« Wenn der Temperatursprung noch größer ist, verflüssigt sich das Eis jedoch sehr schnell. Aus der geordneten Kristallstruktur entsteht Chaos.

Um ein solches Experiment erfolgreich durchführen zu können, bedarf es einer ausgeklügelten Technik: Auf einem schweren Versuchstisch haben die Forscher ein Labyrinth aus optischen Geräten aufge-



Der TUM-Physiker Marcus Schmeißer hat Eis über 0 Grad Celsius erwärmt.
Foto: Thorsten Naeser

baut, durch die sie das Laserlicht dirigieren, bis es die richtige Wellenlänge und Frequenz hat, um auf der Eisprobe schließlich die gewünschte Erhitzung hervorzurufen. »Besonders schwierig war es, die Temperatur in den Eiskristallen zu messen«, sagt Iglev. Herkömmliche Thermometer haben da keine Chance. »Wie das Eis die Infrarotstrahlung des Lasers aufnimmt, ändert sich mit der Temperatur. Das können wir messen, indem wir einen weiteren, etwas verzögerten Lichtblitz auf die Probe schicken.«

»Was wir hier untersucht haben, ist reine Grundlagenforschung«, erläutert Thaller die Ergebnisse. »Uns ging es darum, die außergewöhnlichen Eigenschaften des Wassers besser zu verstehen«, ergänzt Iglev. Denn Wasser hat eine Besonderheit: Zwischen den Molekülen entstehen so genannte Wasserstoffbrückenbindungen, von denen in Eis eine stärkere Form überwiegt, in Flüssigkeiten eine schwächere. Diese Bindungskräfte entstehen, wenn zwei benachbarte Wassermoleküle in Wechselwirkung treten. Beim Schmelzen schwächen sich diese Bindungen stark ab. Die Physiker wollten untersuchen, wie schnell diese Kräfte nachlassen. In ihren Experimenten haben sie nun herausgefunden, dass die starken Wasserstoffbrückenbindungen sehr viel stabiler sind als bisher angenommen, und konnten zugleich beweisen, dass die Bindungen auch noch bei Temperaturen über 0°C existieren. Zudem spielt Wasser in jedem Organismus eine wichtige Rolle. Es sorgt zum Beispiel für die Stabilität von Proteinen und Erbsubstanz. Damit könnten die neuen Erkenntnisse für die Biowissenschaften große Bedeutung erlangen.

Thorsten Naeser

Foto: Karla Hey