

Über Wasser, das niemals friert

Forschung. Der Innsbrucker Forscher Thomas Lörting beschäftigt sich in seinen Experimenten mit ultrakaltem Wasser. Jetzt ist ihm und seinem Team eine sensationelle Entdeckung gelungen, die auch im Fachmagazin „Nature Chemistry“ veröffentlicht worden ist.

Perlmutterwolken: Sie entstehen in Höhen von 20 bis 25 Kilometer Höhe über dem Polarkreis. In ihrem Inneren laufen ozonschädigende Prozesse ab.

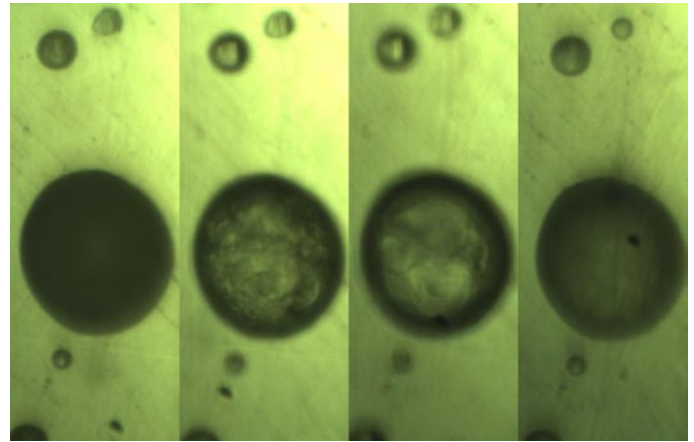
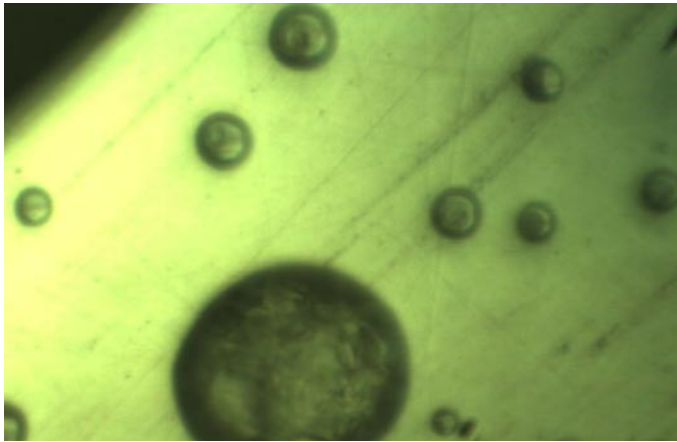


Wie schon in der Volksschule gelehrt wird, ändert sich der Aggregatzustand von Wasser bei einer Temperatur von rund um null Grad Celsius und Wasser wird zu Eis. Unter bestimmten Bedingungen kann sich dieser Gefrierpunkt etwas verschieben, aber grundsätzlich bleibt Wasser bei deutlichen Minusgraden nicht flüssig. Jedes Kind weiß das also und so kann man sich einigermaßen die Überraschung vorstellen, die ein Innsbrucker Wissenschaftler bei seinen internationalen Forscherkollegen ausgelöst hat, als er eben genau das bewiesen hat: In polaren Eiswolken können Eiskristalle auch bei extremen Minusgraden noch von

einem flüssigen Mantel umgeben sein. Thomas Lörting ist dieser Wissenschaftler und er experimentiert schon seit Jahren am Institut für physikalische Chemie der Universität Innsbruck an Fragen rund um das Thema Ozonloch. Lörting war Anfang der 2000er Jahre als Postdoc am M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) engagiert und lernte dabei den Nobelpreisträger Mario Molina kennen. Der Mexikaner hatte bereits 1974 den zerstörerischen Einfluss von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) auf die Ozonschicht der Erde vorhergesagt und forschte intensiv in diesem Themenbereich. Molina wollte wissen, warum sich das Ozonloch

in 20 Kilometer Höhe und ausgerechnet über dem Südpol bildet, wo doch die meiste Belastung mit FCKW's aus der nördlichen Hemisphäre in die Stratosphäre gelangt. Und er wollte wissen, welche Rolle die polaren Eiswolken in diesem zerstörerischen Prozess spielen. Wenn ein Nobelpreisträger derartige Fragen mit einem jungen Forscher diskutiert, dann lässt dieser sich nicht lange bitten und Lörting machte sich gemeinsam mit Anatoli Bogdan an die Arbeit.

Die FCKW's haben die Eigenschaft, sich über einen Zeitraum von etwa zwei Jahren über den gesamten Globus hinweg zu verteilen und verhalten sich erst einmal völlig un-



Flüssigmantel: Die Mikroskopaufnahmen eines Wassertropfchens beweisen, dass auch bei extrem niedrigen Temperaturen jenseits der minus 90 Grad rund um den gefrorenen Kern des Eiskristalls ein Mantel aus Flüssigkeit erhalten bleibt.

auffällig. Erst wenn sie in Höhen von 20 oder 25 Kilometern aufgestiegen sind, werden sie vom Sonnenlicht gespalten und – so Thomas Lörting: „Dann passiert Chemie mit denen“. Es entstehen Chlor und Methylradikale.

BÖSE RADIKALE

Diese Verbindungen suchen sich weitere Radikalverbindungen und es entsteht beispielsweise Chlorwasserstoff. Nun kann aber Chemie nur unter gewissen Rahmenbedingungen ablaufen und eine der Grundregeln lautet: Chemische Prozesse brauchen eine Oberfläche, auf der sie sich abspielen können. Oberflächen gibt es in der Atmosphäre genügend – Aerosole von Natriumchlorid oder schlichter Sand stehen ausreichend zur Verfügung. Außerdem war klar, dass ozonschädigende Verbindungen nur auf der Oberfläche von Eiskristallen entstehen können – lassen sich Verbindungen wie Chlorwasserstoff auf Salz oder Sand nieder, dann passiert gar nichts. Was also unterscheidet das Eis von allen anderen Schwebstoffen? Lörting diskutierte diese Frage mit Mario Molina und dieser meinte während einer Kaffeepause beiläufig: „Und was ist, wenn das Eis dort oben gar kein reiner Festkörper ist?“ Dieser eine Satz lenkte Lörtings Experimente in eine völlig neue Richtung. Und vor kurzem ist dem Wissenschaftler hier in seinem Innsbrucker Labor der Beweis gelungen, dass Eiskristalle auch noch bei minus 90 Grad von einem flüssigen Mantel umgeben sind.

Thomas Lörting erklärt das Ergebnis seiner Forschung so: „In Wassertropfchen in der Atmosphäre sind häufig Säuren wie Salpetersäure oder Schwefelsäure gelöst. Frie-

ren diese sauren Tröpfchen, so bildet sich im Kern Eis, das überraschenderweise rein ist und keine Säure enthält. Die Säuren werden während des Gefrierprozesses an den Rand des Eiskristalls gedrängt. Dort erweisen sie sich als derart ideales Gefrierschutzmittel, dass in den polaren Eiswolken immer noch ein kleiner, flüssigen Anteil vorhanden ist, auch bei minus 90 Grad.“ Genau genommen friert mit Schwefel- und Salpetersäure angereichertes Wasser überhaupt nicht, sondern bildet unterhalb von mehr als minus 100 Grad einen glasigen Mantel um das Eis herum. Selbst in der polaren Stratosphäre sinken die Temperaturen niemals unter minus 100 Grad und daher bilden sich im



„Das Ozonloch schließt sich bereits und wird bis zum Jahr 2050 herum wieder ganz verschwunden sein.“

Thomas Lörting zum Thema Ozonloch

sauerem Milieu des flüssigen Mantels eben sehr schnell jene Verbindungen, die der lebenswichtigen Ozonschicht so zusetzen. Im antarktischen Frühling lösen sich die Wolken auf und lassen die ozonschädlichen Verbindungen auf das Ozon los und man kann dann auf Satellitenaufnahmen quasi in Echtzeit verfolgen, wie schnell das Ozon abgebaut wird. Die aufsehenerregende Forschungsarbeit von Thomas Lörting ist im März dieses Jahres in der Fachzeitschrift „Nature Chemistry“ veröffentlicht worden, für den Innsbrucker Wissenschaftler eine aufregende Sache: „Nur ein Bruchteil der

eingereichten Beiträge wird letztlich publiziert, es werden reihenweise Gutachten erstellt und die Versuche natürlich wiederholt. Aber alles hat geklappt und seine eigene Forschungsarbeit in einem Fachmagazin wie dem „Nature Chemistry“ zu lesen ist schon eine ganz spezielle Geschichte.“ Und neben der Ehre hat Lörting auch zusätzliche finanzielle Unterstützung erfahren: Sowohl der Österreichische Wissenschaftsfond (FWF), als auch der Europäische Forschungsrat ERC ermöglichen Lörting und seinem Team die Fortsetzung ihrer Experimente mit ultrakaltem Wasser.

Können diese Experimente letztlich dazu führen, dass das Ozonloch zumindest nicht

größer wird? Thomas Lörting weiß diesbezüglich natürlich weit mehr und beruhigt: „Es werden längst keine Fluorchlorwasserstoffe mehr produziert. Das Ozonloch schließt sich bereits und wird – so der momentane Stand der Wissenschaft – auch wieder ganz verschwinden. Nur über den Zeitpunkt ist man sich nicht ganz einig – es wird wohl so um das Jahr 2050 herum sein.“ Beruhigend – und bis dahin hat Thomas Lörting noch Zeit genug, der Wissenschaft noch die eine oder andere weitere Überraschung zu bereiten.

GERNOT ZIMMERMANN