

Musik aus den Wolken

Wasser: Anomale Eigenschaften der natürlichsten Flüssigkeit

Wasser ist eine glasklare Angelegenheit. Fragt man 100 Menschen, welche Flüssigkeit die natürlichste sei, antworten 99 ohne zu zögern: Ist doch klar, Wasser! Weit gefehlt. „Keine Flüssigkeit ist so extrem anomal wie Wasser“, sagt der Atmosphärenforscher und Chemiker Thomas Koop. So erreicht Wasser bei vier Grad Celsius seine größte Dichte, und gefrorenes Wasser schwimmt obenauf. Zahlreiche Eigenschaften und Prozesse sind jedoch noch ungeklärt. Mehr Erkenntnisse versprechen Untersuchungen von Wasser und wässrigen Lösungen in winzigen Räumen, wie etwa in Zellen, Gesteinen, Wolkentröpfchen oder Emulsionen. „Dies ist ein wichtiger Teilbereich der Wasserforschung“, so der Bielefelder Wissenschaftler. Thomas Koop ist Sprecher der AG Wasser der Jungen Akademie, die sich mit diesen Prozessen beschäftigt.

Dass hierbei interdisziplinäres Arbeiten enorme Fortschritte ermöglicht, verdeutlicht eine folgenreiche Begegnung: Als Thomas Koop in einem Vortrag seine Arbeiten über Wassertropfen in Wolken erwähnte, kam das der Chemikerin Katharina Landfester merkwürdig bekannt vor. Sie forscht an der Universität Ulm ebenfalls über Wassertropfen, allerdings in Emulsionen. Das sind Wasser-Öl-Gemische wie etwa Mayonnaise. „Die Mechanismen und Phänomene sind äußerst ähnlich“, berichtet Katharina Landfester. „Aber wir kannten weder die Veröffentlichungen des anderen, geschweige denn seine Techniken und Methoden.“ Aus der anfänglichen Verblüffung erwuchs schnell die Frage: „Wie können wir unser Wissen gemeinsam nutzen?“ Die AG Wasser entstand, zu der neben den beiden Chemikern der Mi-

neraloge Gregor Markl und der Biologe Walter Federle gehören.

Naturwissenschaftliches Ziel ist es, diejenigen Parameter zu erkennen, die für die untypischen Eigenschaften von Wasser in winzigen räumlichen Umgebungen, Geometrien, verantwortlich sind. Dort verhält sich Wasser deutlich anders als etwa in einer Tasse. Beispielsweise friert Wasser erst bei minus 40 Grad Celsius. „Wir wollen unsere Ideen und unser Wissen verknüpfen und tatsächlich neue Erkenntnisse gewinnen. Im Team sind Naturwissenschaftler einfach stärker“, sagt Katharina Landfester.

Erste interdisziplinäre Ergebnisse liegen vor: Um die Eisbildung in der Wolke exakt zu verstehen, braucht Thomas Koop gleich große Wassertropfen, die jedoch nur wenige Nanometer im Durchmesser messen dürfen. Solche Tropfen zu präparieren, ohne dass sie aufgrund ihrer winzigen Größe sofort verdampfen, war ihm bisher nicht möglich, wohl aber seiner Kollegin in Ulm. Katharina Landfester hat Wassertropfen, wie sie in ihrer Zusammensetzung in der Wolke vorkommen, in Nanometer-Größe geschaffen und in Emulsionen eingebettet. „Die Tropfen verhalten sich erstaunlich ähnlich wie in der Wolke und lassen Aussagen über die Prozesse in der Atmosphäre zu“, stellt Thomas Koop fest. Deutlich wurde, dass die Geschwindigkeit der Eisbildung von der Größe der Tropfen abhängt. Je kleiner die Tröpfchen sind, umso langsamer entsteht Eis.

Als nächstes will die AG Wasser ihre Fragestellungen auf die Biologie und Geologie ausdehnen. In Gesteinen finden sich Wassereinschlüsse, die hohen Temperatur- und Druckschwankungen ausgesetzt sind. Auch das Wasser in den biologischen Zellen gibt Rätsel auf. Warum etwa platzen bei Minustemperaturen Bäume nicht wie Bierflaschen? „Wir wollen Schritt für Schritt die Systeme zusammenführen und so die Komplexität steigern“, sagt Katharina Landfester.



in Emulsionen. Das sind Wasser-Öl-Gemische wie etwa Mayonnaise. „Die Mechanismen und Phänomene sind äußerst ähnlich“, berichtet Katharina Landfester. „Aber wir kannten weder die Veröffentlichungen des anderen, geschweige denn seine Techniken und Methoden.“ Aus der anfänglichen Verblüffung erwuchs schnell die Frage: „Wie können wir unser Wissen gemeinsam nutzen?“ Die AG Wasser entstand, zu der neben den beiden Chemikern der Mi-

Swinging Wassermoleküle

Neben dem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt blickt die AG über die Wissenschaft hinaus und knüpft Kontakte zur Musik. Welche Töne stecken eigentlich in Wassermolekülen? lautet die Leitfrage. Herausgekommen ist eine Partitur von der Größe eines Plakates, die Aufführung soll im Sommer 2005 in Ulm stattfinden. Für das transdisziplinäre Unterfangen hatte sich die AG drei weitere Wissenschaftler ins Boot geholt, alle Physiker oder Chemiker und Musiker.



Wassermoleküle schwingen und rotieren, bei hoher Temperatur schnell, bei sinkenden Graden immer langsamer. Die Frequenzen dieser Schwingungen sind für unser menschliches Ohr nicht hörbar, weil sie im vorliegenden Fall zu hoch sind. An diesem Punkt setzt das Projekt ein. Die Wissenschaftler haben die Frequenzen so weit heruntertransformiert, dass sie als Töne wahrnehmbar werden.

Erleichternd kommt hinzu, dass Wassermoleküle nicht so schwingen können, wie sie wollen, sondern sich ähnlich verhalten wie die Saiten einer Geige oder Gitarre und daher wohlgeordnete Töne erzeugen. Die Schwingungen der Moleküle können daher Tönen zugeordnet werden; je nach Intensität der Schwingung sind es hohe oder tiefe Töne. Die Rotation der Wassermoleküle schlägt sich in Rhythmen nieder. Rotieren die Moleküle langsam, werden langsame Rhythmen hörbar, bei schneller Rotation entsprechend schnelle. Damit werden zu einem Wassermolekül bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck ein Ton und ein Rhythmus wahrnehmbar. „Wir haben alles aus der Chemie genau umgerechnet, um wissenschaftlich exakt zu arbeiten“, so Katharina Landfester.

In einem nächsten Schritt soll nun ein „Flug durch die Wolke“ in einer physikalisch-chemischen Messkurve und anschließend klanglich dargestellt werden. Anders ausgedrückt: Welche Tonfolge entsteht, wenn eine Nadel durch eine Wolke sticht und dabei auf Wassertropfen trifft? „Studenten können sich nur schwer vorstellen, was Schwingung und Rotation bedeuten. Durch die Vertonung werden diese Dinge leichter verstehbar“, erklärt die Chemikerin.

Auch an eine breitere Öffentlichkeit will sich die AG Wasser wenden. Nach der Musikaufführung ist für 2006 ein Wasser-Symposium geplant. Wasser und die vielen damit verbundenen Assoziationen sollen beleuchtet werden. Es geht um die Darstellung von Wasser in der Literatur, Kunst und Musik und um die Verwendung der Metapher Wasser. Während einige Sinnbilder den naturwissenschaftlichen Hintergrund widerspiegeln, etwa Wasser als Lebenselement, laufen andere Metaphern dem zuwider. Wasser als natürlichster Stoff, aber in seinen Eigenschaften anomal: Alles glasklar?

□ Uschi Heidel

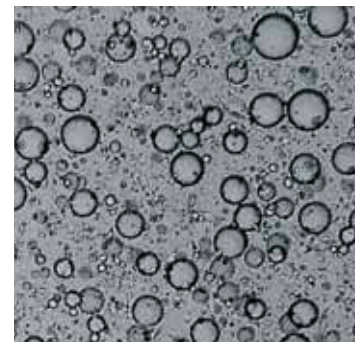


Foto: Thomas Koop