



- Mikroporöse Polymer-Membranen als Hoffnungsträger



Wasser ist alltäglich. Und doch sind viele seiner verblüffenden Eigenschaften, die entscheidend für die Entstehung und den Erhalt des Lebens sind, bis heute nicht richtig verstanden. Das interdisziplinäre Centre for Molecular Water Science ([CMWS](#)) bei [DESY](#) (Deutsches Elektronen-Synchrotron) in Hamburg soll dies ändern.



Bäche plätschern, Wellen tosen, Regen prasselt, der Hahn im Badezimmer tropft. Wasser ist ein treuer Begleiter – als grandioses Naturschauspiel, als Basis allen Lebens oder auch als feuchtes Ärgernis. In den Augen der Wissenschaft aber bleibt  $H_2O$  ein Mysterium. Es besteht zwar aus nur drei Atomen – zweimal Wasserstoff, einmal Sauerstoff, doch aus dieser simplen Konstellation resultieren ungewöhnliche Eigenschaften:

Statt wie andere, vergleichbare Stoffe bei Raumtemperatur gasförmig durchs Zimmer zu schwirren, verhartet Wasser flüssig in Trinkbechern und Blumenvasen. Statt unter Hochdruck zäher zu werden, wird Wasser dünnflüssig. Statt in die Tiefe zu sinken, schwimmen Eisberge majestätisch über die Polarmeere. Und ohne die wassereigenen Kapillarkräfte könnten sich Pflanzen nicht mit Nährstoffen versorgen.



Grafik: Helmholtz/FreePik

Mittlerweile zählt die Wissenschaft mehr als 50 dieser Wasseranomalien, die für unser Dasein essenziell sind. „Wäre Wasser nicht so seltsam, würden wir nicht existieren“, sagt Anders Nilsson von der Universität Stockholm, einer der renommiertesten Wasserforscher der Welt. Dennoch sind bislang die wenigsten dieser Anomalien fundiert verstanden – es ist noch viel Grundlagenforschung nötig, um die Eigenschaften und Interaktionen von Wassermolekülen zu enträtseln.

So hat Wasser beispielsweise bei einer Temperatur von 4° Celsius seine größte Dichte. Darum sinkt Wasser mit dieser Temperatur nach unten. Bei Wasser mit Temperaturen über oder unter 4 Grad verringert sich die

Dichte wieder – es dehnt sich aus und steigt nach oben. Auch im gefrorenen Zustand dehnt sich Wasser aus: So ist das 4 Grad warme Wasser am Boden eines Sees zu finden, während der See von oben zufriert. Das ist auch der Grund, aus dem Eisberge im Ozean auf der Wasseroberfläche schwimmen – bezeichnet wird diese Eigenschaft des Wassers als Dichtenanomalie.

Diese Forschung soll in einem neuen, weltweit einzigartigen Zentrum gebündelt werden: Gemeinsam mit Partnern aus ganz Europa plant DESY den Bau des Centre for Molecular Water Science, kurz CMWS. Interdisziplinär angelegt soll es das Thema aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen beleuchten: Physik, Biophysik, Medizin, Klimaforschung, Astrochemie, Umwelttechnik.



Am CMWS sollen künftig auch Technologien weiterentwickelt werden, die unserem grundlegendsten Bedürfnis beim Thema Wasser entgegenkommen: es zu trinken. 2,2 Milliarden Menschen weltweit haben laut UNICEF keinen regelmäßigen Zugang zu sauberem Wasser. Darum wird weltweit an Technologien geforscht, die die Situation verbessern könnten. Ein Hoffnungsträger sind mikroporöse Polymer-Membranen. Mit ihnen lässt sich Wasser selbst von feinst verteilten und gelösten Schadstoffen befreien. Und sie können Meerwasser entsalzen, ohne es dafür auf 100 Grad erhitzen zu müssen.



Solche Membranen untersucht die Abteilung von Volkan Filiz am Helmholtz-Zentrum [Hereon](#) in Geesthacht. Sie funktionieren im Prinzip wie ein Sieb und ein Magnet gleichzeitig: „Wenn wir damit schadstoffbelastetes Wasser filtern, werden Bakterien und Viren aufgrund ihrer Größe zurückgehalten, während das Wasser hindurchschlüpft“, erklärt Filiz. „Zusätzlich können wir die Membran mit quartären Ammoniumverbindungen funktionalisieren, die Schadstoffe wie zum Beispiel Schwermetalle binden. Einige Schwermetalle wie Arsen und Chrom sind in Wasser immer negativ geladen. Darum sorgen wir dafür, dass die Membran positiv geladen ist und diese Schadstoffe durch Wechselwirkungen festhält.“ Für viele Schadstoffe im Wasser sind die richtigen Materialien und Porengrößen bekannt, um sie herauszufiltern. Auch von Öl lässt sich Wasser mit Polymermembranen effektiv befreien, indem man ölabweisende Stoffe verwendet.



Membranen zur Aufbereitung von Salz- zu Trinkwasser sind nicht porös. Sie sind dicht wie Frischhaltefolie, enthalten aber dennoch nanometerkleine Lücken, durch die die kleinen Wassermoleküle hindurchpassen, Salze hingegen nicht. „Dazu muss man das Wasser allerdings mit viel Druck durch die Membran pressen“, räumt Filiz ein. Dennoch sei der Energieaufwand geringer als bei der herkömmlichen Meerwasserentsalzung, für die das Wasser mit Hitze destilliert und der Wasserdampf aufgefangen wird. „Aktuell suchen wir die

energieeffizienteste Kombination aus Membran- und Destillierverfahren.“ Diese sogenannte Membran-Destillation funktioniert dann im Prinzip wie eine Gore Tex-Jacke: Sie lässt kein Wasser hindurch, aber den durch Wärme produzierten Wasserdampf.

Ein Hauptgrund, warum sich solche Membranen nicht längst weltweit durchgesetzt haben, ist ihre kurze Haltbarkeit. Wo immer man sie als Wasserfilter einsetzt, bildet sich mit der Zeit ein Biofilm, der sie zersetzt. „Dieses sogenannte Fouling zu reduzieren ist eines unserer wichtigsten Forschungsfelder“, sagt Filiz. Es gelte, die Lebensdauer der Membran zu erhöhen und so die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Große Hoffnungen liegen hier auf Polydopamin. Das ist das natürliche Klebemittel, mit dem Miesmuscheln unter Wasser bombenfest an Felsen haften. Auf eine Membran aufgetragen wirkt es hydrophil – es wechselwirkt also gern mit Wasser, aber weist Fremdstoffe ab.

Um optimale Filter für verschiedenste Zwecke zu entwickeln, müssen Forschende die Grenzflächeneffekte zwischen den Polymeren und dem Wasser genau verstehen. Dazu braucht es nicht zuletzt Untersuchungen auf atomarer Ebene, wie sie die Großforschungsanlagen der Helmholtz-Gemeinschaft bieten können. Das Wasserzentrum CMWS wird diese Forschung bündeln, Wasserexpertinnen und -experten aus aller Welt anlocken und miteinander vernetzen. „Wasser ist eines der Schlüsselthemen für die Zukunft“, sagt Anders Nilsson. „Das Zentrum wird uns in die Lage versetzen, unser Wissen darüber entscheidend zu vertiefen.“

*Quelle: Frank Grotelüschen / Jan Berndorff – Helmholtz-Gemeinschaft*