

Press release**Friedrich-Schiller-Universität Jena****Sebastian Hollstein**

09/29/2021

<http://idw-online.de/en/news776489>Research results
Chemistry, Environment / ecology, Materials sciences, Physics / astronomy
transregional, national**Das Unschmelzbare schmelzbar machen****Chemikerinnen und Chemiker der Universität Jena entwickeln einen Weg, eigentlich nicht schmelzbare metallorganische Gerüstverbindungen – sogenannte MOFs – zu schmelzen. Dies erlaubt die schmelzbasierte Herstellung von Glasbauteilen für Anwendungen in der Energie- und Umwelttechnik.**

Gläser sind aus dem täglichen Leben nicht wegzudenken. Einer der wichtigsten Gründe dafür ist, dass Glasgegenstände über den Weg der Schmelze nahezu universell und kostengünstig in den vielfältigsten Formen und Größen hergestellt werden können. Die Verarbeitung in der (zäh-)flüssigen Phase bietet eine Vielfalt, die mit anderen Werkstoffen kaum erreichbar ist. Dies setzt aber voraus, dass das Material, aus dem das Glas in seiner chemischen Zusammensetzung besteht, überhaupt schmelzbar ist.

Besonders großes Interesse haben in den vergangenen Jahren sogenannte metallorganische Gerüstverbindungen erlangt – kurz: MOFs (von engl. Metal Organic Frameworks). Aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften wird ihnen ein großes Potenzial für zukünftige Anwendungen in der Energie- und Umwelttechnik zugeschrieben, aber auch in der Sensorik sowie in den Bio- und Lebenswissenschaften. So eignen sie sich etwa als Ausgangsmaterial für Filtermembranen zur Trennung von Gasen in technischen Verbrennungsprozessen oder für die Wasseraufbereitung. Grundlage für die Fülle möglicher Anwendungen ist dabei vor allem eine herausragende Eigenschaft der MOFs: ihre hohe und weitestgehend kontrollierbare Porosität. Denn die Vertreter dieser Stoffklasse bestehen aus anorganischen Teilchen, die durch organische Moleküle zu einem Netzwerk aus Poren verbunden sind. Eine der Herausforderungen ist es, tatsächlich Bauteile aus den überwiegend in Pulverform vorliegenden MOFs herzustellen. Hier kommt der Weg über das Glas ins Spiel.

Trade-Off zwischen Eigenschaften und Verarbeitbarkeit

Doch abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen verhindert ausgerechnet die Porosität, dass die Materialien geschmolzen und so zu Bauteilen der gewünschten Form verarbeitet werden können. Chemikerinnen und Chemiker der Friedrich-Schiller-Universität Jena haben nun gemeinsam mit britischen Kollegen eine Lösung für dieses Problem gefunden. Über ihre Forschungsergebnisse berichten sie in der aktuellen Ausgabe des Forschungsmagazins „Nature Communications“.

Um aus MOFs Bauteile für industrielle Anwendungen zu erzeugen, können sie beispielsweise zu sogenannten Hybridgläsern verarbeitet werden. Dazu muss man sie allerdings einschmelzen – ein Vorgang, der in diesem Fall nicht unkompliziert ist. Denn bisher lässt sich nur eine Handvoll Vertreter dieser Stoffklasse auch tatsächlich einschmelzen. „Bei den meisten bekannten MOF-Materialien ist gerade die hohe Porosität einer der Gründe, dass sie – bevor sie beim Erwärmen den Schmelzpunkt erreichen und sich verflüssigen – thermisch zersetzt werden, das heißt, sie verbrennen“, erklärt Vahid Nozari, Doktorand am Lehrstuhl für Glaschemie der Universität Jena. Ausgerechnet die Eigenschaft, die diese Materialien so interessant macht, verhindert also eine mögliche Verarbeitung über den Glasweg.

Ideale Kombination aus Flüssigkeit, Matrixmaterial und Schmelzbedingungen identifizieren

Wie also macht man ein nicht schmelzbares Material schmelzbar, um es dann im flüssigen Zustand formen und verarbeiten zu können? Auf diese Frage hat das Team um den Jenaer Professor Lothar Wondraczek nun eine Antwort gefunden. „Wir haben die Poren mit einer ionischen Flüssigkeit gefüllt, die die innere Oberfläche so stabilisiert, dass sich der Stoff schließlich schmelzen lässt, noch bevor es zu einer Zersetzung kommt“, erklärt Wondraczek die Forschungsarbeiten. Die Jenaer Forschenden konnten so zeigen, wie normalerweise nicht schmelzbare Stoffe aus der MOF-Familie der zeolithischen Imidazolatgerüste (ZIFs) tatsächlich in den flüssigen Zustand überführt und schließlich in ein Glas umgewandelt werden können. „Über diesen Weg ließe sich zukünftig das gewünschte Bauteil, etwa eine Membran oder Scheibe, formen. Reste der hilfsweise verwendeten ionischen Flüssigkeit können im Anschluss wieder ausgewaschen werden.“

Der Schlüssel für zukünftige Anwendungen sind die Reaktionen, die zwischen der ionischen Flüssigkeit und dem MOF-Material stattfinden. Diese bestimmen die Umkehrbarkeit des Prozesses, also die Möglichkeit, die Flüssigkeit nach dem Schmelzvorgang wieder auszuwaschen. Sind die Reaktionen nicht angepasst, so findet entweder keine ausreichende Stabilisierung der Porenoberfläche statt, oder es kommt zu einer unumkehrbaren chemischen Verbindung zwischen MOF und Flüssigkeit. Hierfür müssen also mit Blick auf die gewünschte Anwendung ideale Kombinationen von Flüssigkeiten, Matrixmaterialien und Schmelzbedingungen identifiziert werden, so dass auch großvolumige Objekte möglich werden.

contact for scientific information:

Prof. Dr. Lothar Wondraczek
Otto-Schott-Institut für Materialforschung der Universität Jena
Fraunhoferstraße 6, 07743 Jena
Tel.: 03641 / 948500
E-Mail: lothar.wondraczek[at]uni-jena.de

Original publication:

V. Nozari, C. Calahoo, J. M. Tuffnell, D. A. Keen, T. D. Bennett und L. Wondraczek (2021): Ionic liquid facilitated melting of the metal-organic framework ZIF-8, Nature Communications, DOI: 10.1038/s41467-021-25970-0



Vahid Nozari von der Universität Jena untersucht am Mikroskop das synthetische Glas, das aus einem MOF-Material besteht.

Foto: Jens Meyer/Uni Jena



Vahid Nozari von der Universität Jena platziert eine Materialprobe unter einem Mikroskop während der Untersuchung eines neuen synthetischen Glases, das aus einer nichtschmelzbaren metallorganischen Gerüstverbindung MOF (Metal Organic Frameworks) besteht.

Foto: Jens Meyer/Uni Jena