

Materialien mit Entropie stabilisieren

Hochentropie-Materialien sind bei extrem hohen Temperaturen besonders stabil und könnten etwa für Energiespeicher und chemische Produktionsprozesse eingesetzt werden. Ein Empa-Team produziert und erforscht diese neuen keramischen Materialien, die erst seit 2015 bekannt sind.

Entropie-stabilisierte Materialien sind ein noch junges Forschungsgebiet. Den Anfang machten 2004 Hochentropie-Legierungen, das sind Gemische von fünf oder mehr Elementen, die sich untereinander vermengen lassen. Nun ist bekannt, dass auch keramische Kristalle durch die „Kraft der Unordnung“ stabilisiert werden können. Dadurch passen auch übergroße und zu kleine Bausteine in den Kristall, die ihn im Normalfall zerstören würden.

Michel Stuer und Amy Knorpp von der Empa konzentrieren sich auf katalytisch aktive Materialien. Bei der chemischen Reaktion, für die sie sich interessieren, geht es um die Verbindung von CO₂ und Wasserstoff zu Methan. Aus dem Treibhausgas soll ein nachhaltiger, speicherbarer Brennstoff werden. „Wir wissen, dass CO₂-Moleküle auf bestimmten Oberflächen besonders gut adsorbiert werden und die gewünschte

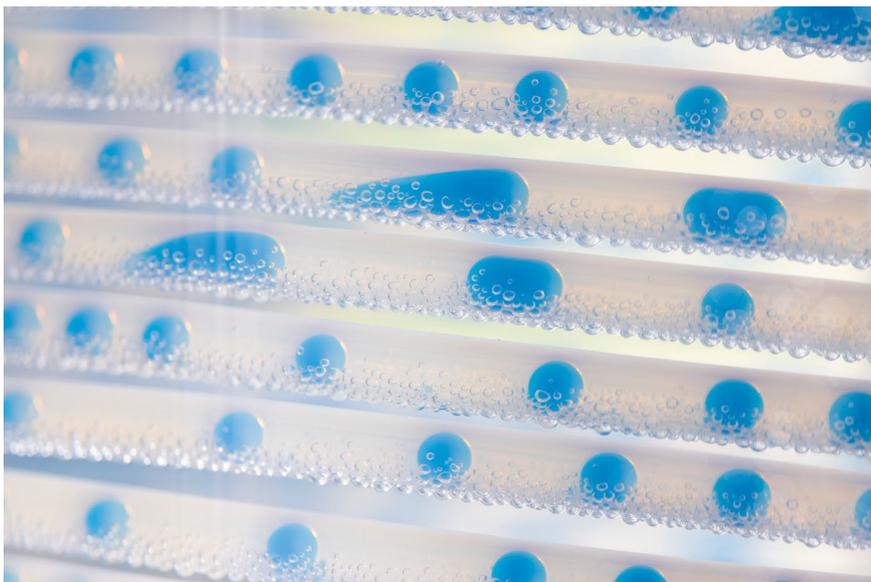
Reaktion dann leichter und schneller abläuft“, sagt Amy Knorpp. „Nun versuchen wir entropische Kristalle herzustellen, an deren Oberflächen solche hochaktiven Bereiche existieren.“

Mischungen am Fließband

Dazu haben die Forscher ein Synthesegerät gebaut, in dem viele chemische Verbindungen wie am Fließband getestet werden können. Im „Tubular Flow Reactor“ laufen kleine Bläschen durch einen Schlauch, in denen die jeweilige Reaktion abläuft. Am Ende werden die Bläschen entleert und das darin enthaltene Pulver kann weiterverarbeitet werden. Aus dem Vorprodukt-Pulver werden dann durch verschiedene Trocknungsverfahren feine Kristalle der gewünschten Größe und Form erzeugt.

Für ihr erstes Projekt haben sich die Empa-Forscher mit Kolleginnen und Kolle-

gen vom Paul-Scherrer-Institut (PSI) zusammengetan. Diese untersuchen in einem Versuchsreaktor die mögliche Methanisierung von CO₂ aus Biogasanlagen und Klärwerken. Die PSI-Forschenden haben bereits Erfahrungen mit verschiedenen Katalysatoren gesammelt und stoßen immer wieder auf ein Problem: Der Katalysator, an dessen Oberfläche die chemische Reaktion stattfindet, wird mit der Zeit schwächer. Das liegt daran, dass Schwefel-Anteile im Biogas die Oberfläche verschmutzen oder dass sich bei hohen Temperaturen die Katalysator-Oberflächen chemisch umwandeln. Hier suchen die Forscherinnen und Forscher nach einem Durchbruch mit Hilfe von entropischen Kristallen, denn diese sortieren sich auch bei hohen Temperaturen nicht um – sie werden durch Chaos stabilisiert. „Wir hegen die Hoffnung, dass unsere neuartigen, entropischen Kristalle bei dem Prozess länger durchhalten und möglicherweise gegen Schwefel-Verschmutzungen unempfindlicher sind“, sagt Stuer. Ist gemeinsam mit den Forschenden am PSI ein Weg gefunden, um diese Probleme zu lösen, dann sind die Empa-Kristallspezialisten bereit für weitere Herausforderungen: etwa Hochleistungsbatterien, supraleitende Keramik oder Katalysatoren für Auto-Abgase und andere chemische Produktionsprozesse. ◀



Im „Tubular Flow Reactor“ lassen sich verschiedene chemische Verbindungen unter gleichen Rahmenbedingungen herstellen. (© Empa)

Kontakt:

Empa, Laboratory for High Performance
Ceramics, CH-8600 Dübendorf,
www.empa.ch