



1 Typischer Aufbau einer metallorganischen Gerüststruktur (hier: HKUST-1).

2 MOF-Verbindungen können für die Adsorption von toxischen Gasen eingesetzt werden.

3 MOF-Kristalle unter dem Rasterelektronenmikroskop (hier: UiO-66).

4 MOF-Substanzen sollen die Adsorptionsleistung von persönlicher Schutzausrüstung verbessern.

## MOFS: NEUE ADSORBERMATERIALIEN FÜR SCHUTZANWENDUNGEN

### Metallorganische Gerüstverbindungen

Metallorganische Gerüstverbindungen (engl. Metal-Organic Frameworks, MOFs) bilden eine neue Klasse mikroporöser Materialien, die sich durch hohe spezifische Oberflächen von bis zu 7.000 m<sup>2</sup>/g auszeichnen und dabei etablierte poröse Materialien wie Aktivkohlen oder Zeolithe deutlich übertreffen. MOFs sind aus metallischen Clustern und organischen Brückenmolekülen (sog. Linker) aufgebaut. Diese Kombination erlaubt die Herstellung einer Vielzahl an MOF-Substanzen mit unterschiedlichsten Materialeigenschaften.

### Neue Adsorbermaterialien

Wir forschen und entwickeln auf dem Gebiet der MOF-basierten Adsorbermaterialien zur selektiven Abtrennung von toxischen oder anderweitig gefährlichen Gasen (z.B.

Toxic Industrial Chemicals, TICs und Volatile Organic Compounds, VOCs). Hierbei stehen Anwendungen im Bereich der Luftfilter (mobiler und stationärer Einsatz) sowie im Bereich der persönlichen Schutzausrüstung (Atemschutz und Schutzkleidung) im Vordergrund der Entwicklungsarbeiten.

MOFs können aufgrund ihrer variablen strukturellen Zusammensetzung maßgeschneidert im Hinblick auf Porengröße und Porenform, innere Oberfläche, Hydrophobie, mechanische und thermische Stabilität sowie chemische Wechselwirkung entwickelt und synthetisiert werden. Auf diese Weise lassen sich MOFs gezielt als hochselektive Adsorptionsmaterialien für Schadgase realisieren. Der Einsatz von MOFs soll insbesondere die Adsorptionslücken der heutigen mehrheitlich auf Aktivkohle basierten Materialien schließen und somit zu einer höheren Schutzwirkung beitragen.

### Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

Ansprechpartner

Dr. Angelos Polyzoidis  
Telefon +49 721 4640-875  
angelos.polyzoidis@ict.fraunhofer.de

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)



Aufgrund ihrer metallischen Zentren können ausgewählte MOFs nicht nur Schadgase selektiv adsorbieren, sondern gegebenenfalls auch katalytisch abbauen.

### Herstellung von MOFs

In unseren Laboren entwickeln und synthetisieren wir MOF-Materialien maßgeschneidert für die Adsorption ausgewählter Schadgase. Bei der Exploration neuer MOF-Materialien setzen wir bereits in einem frühen Stadium der Syntheseentwicklung auf Screening-Verfahren in Parallel- oder kontinuierlichen Reaktionssystemen. Für die Charakterisierung der Syntheseprodukte stehen modernste Analysemethoden zur Verfügung, insbesondere im Hinblick auf Struktur, spezifische Oberfläche, chemische und thermische Stabilität sowie Adsorptionsverhalten der porösen Materialien unter praxisnahen Bedingungen.

Für vielversprechende MOF-Substanzen entwickeln wir reaktions- und verfahrenstechnische Herstellungsstrategien zur wirtschaftlichen Aufskalierung, die eine Bereitstellung der MOF-Substanzen im technischen Maßstab für die Auslegung und Evaluierung von anwendungsnahen Demonstratoren ermöglichen.

### MOF-Verbundmaterialien

Im Bereich der Schutzmaterialien werden MOFs häufig als Bestandteil eines Verbundmaterials betrachtet. Durch die zusätzliche Adsorptionsfähigkeit der MOF-Substanz wird so eine erweiterte Schutzfunktion in das Gesamtsystem (z.B. Filter) eingebracht. MOFs werden deshalb in klassische Adsorbentmatrices wie Aktivkohle, Graphenoxid, Zeolithe oder Kieselgel eingearbeitet. Durch die Herstellung dieser MOF-Komposite bleibt die technische Verarbeitbarkeit des Gesamtsystems in der Regel erhalten, die Schutzwirkung wird aber erhöht.

### MOFs für die persönliche Schutzausrüstung

Ziel unserer jüngsten Entwicklungsarbeiten ist eine neue Generation an Adsorbentmaterialien für die persönliche Schutzausrüstung, insbesondere Filter für Schutanzüge und Atemschutzmasken. Hierbei kommen MOFs zum Einsatz, die vor allem solche Gefahrstoffe aufnehmen, welche derzeit von den üblicherweise eingesetzten Aktivkohlen (mit oder ohne Metallsalz-Imprägnierung) nicht hinreichend adsorbiert werden können und trotzdem ein hohes Gefährdungspotenzial tragen.

Beispiele hierfür sind Schwefel-Wasserstoff ( $H_2S$ ), Kohlenmonoxid (CO), Ammoniak ( $NH_3$ ) oder Stickoxide ( $NO_x$ ).

In eigenentwickelten Testanlagen können wir MOFs und andere Adsorbentmaterialien sowie entsprechende Komposite und Materialverbünde unter Einwirkung von verschiedensten Schadgasen auf ihre Schutzwirkung hin praxisnah prüfen und qualifizieren. Eine umfassende und stetig wachsende Substanzbibliothek hilft bei der Identifizierung geeigneter Adsorbentmaterialien für spezifische Schutzanwendungen.

### Unser Angebot

- Entwicklung, Analyse und Optimierung von Schutzmaterialien nach kundenspezifischen Anforderungen
- Entwicklung und Evaluierung von neuartigen Adsorbentmaterialien wie MOFs für Trenn- und Schutzfunktionen
- Synthese und Scale-Up von MOFs
- Herstellung und Erprobung von MOF-Verbundwerkstoffen
- Leistungsbewertung innovativer Adsorbentmaterialien in praxisnahen Testverfahren

4 Vermessung der Adsorptionsleistung von MOFs.

5 Syntheseentwicklung von MOFs in parallelen Reaktionssystemen.