

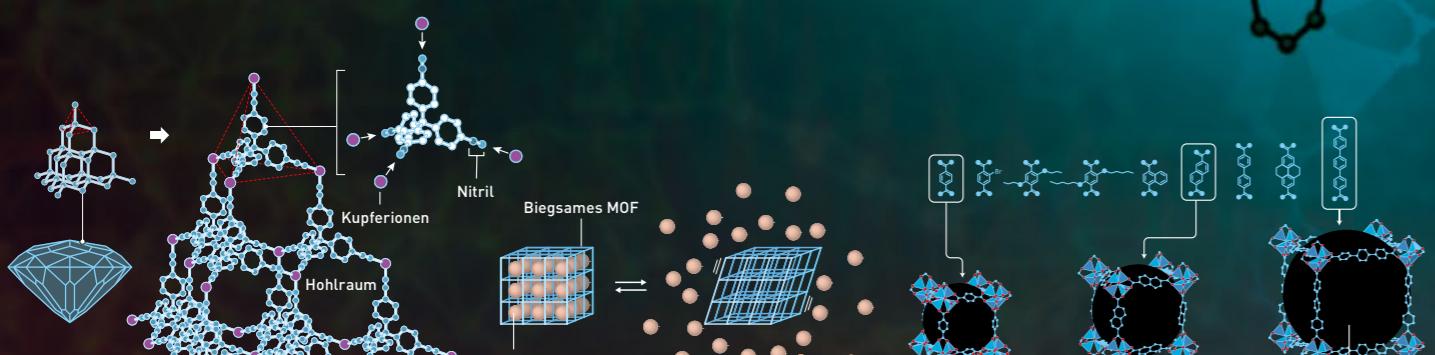


# Sie schufen neue Räume für die Chemie

Die Preisträger des Nobelpreises für Chemie entwickelten eine neue Form der molekularen Architektur. Ihre Konstrukte – so genannte *metallorganische Gerüste* – enthalten große Hohlräume, in die Moleküle hineinwandern und sich wieder herausbewegen können. Forscher\*innen konnten mit ihrer Hilfe Wasser aus Wüstenluft gewinnen, Schadstoffe aus Wasser extrahieren, Kohlendioxid binden und Wasserstoff speichern.

Eine attraktive und sehr geräumige Einzimerwohnung, speziell für Ihr Leben als Wassermolekül entworfen – so würde vermutlich ein Immobilienmakler eines der metallorganischen Gerüste beschreiben, die Labore auf der ganzen Welt in den letzten Jahrzehnten entwickelt haben. Andere Strukturen dieser Art wurden speziell für die Bindung von Kohlendioxid, die Extraktion von PFAS aus Wasser, den Abbau von Umweltschadstoffen, die Freisetzung von Arzneimitteln im Körper oder die Handhabung extrem giftiger Gase entworfen.

**Susumu Kitagawa, Richard Robson** und **Omar Yaghi** erhalten den Nobelpreis für Chemie 2025 für die Entwicklung metallorganischer Gerüste (metal-organic frameworks, MOFs) und den Beleg ihres Potenzials. Diese molekularen Konstruktionen bestehen aus Metallionen, die als Eckpfeiler dienen und organischen (kohlenstoffbasierten) Molekülen, die diese miteinander verbinden. Durch Variation ihrer Bausteine können Chemiker\*innen MOFs maßgeschneidert entwerfen und ihnen dadurch verschiedene Funktionen verleihen.



## Robson entwickelte innovative chemische Strukturen

1989 begann Richard Robson, die Fähigkeiten von Atomen zur Bildung neuartiger chemischer Bindungen zu erforschen. Er ließ sich dabei vom pyramidenartigen Aufbau eines Diamanten inspirieren, verwendete aber anstelle von Kohlenstoffatomen Kupferionen. Er kombinierte diese mit einem vierarmigen Molekül, das am Ende seiner Arme jeweils eine von Kupferionen angezogene chemische Gruppe, nämlich *Nitril*, aufwies. Die meisten Chemiker\*innen wären damals davon ausgegangen, dass diese Mischung ein molekulares Durcheinander produzieren würde, doch die Ionen und Moleküle organisierten sich zu einem geordneten und geräumigen Kristall. Er wirkte wie ein Diamant, war aber gefüllt mit einer enormen Anzahl von Hohlräumen. Robson hatte eine neue Möglichkeit zur Herstellung von Materialien gefunden.

## Kitagawa baute Hotels für Gasmoleküle

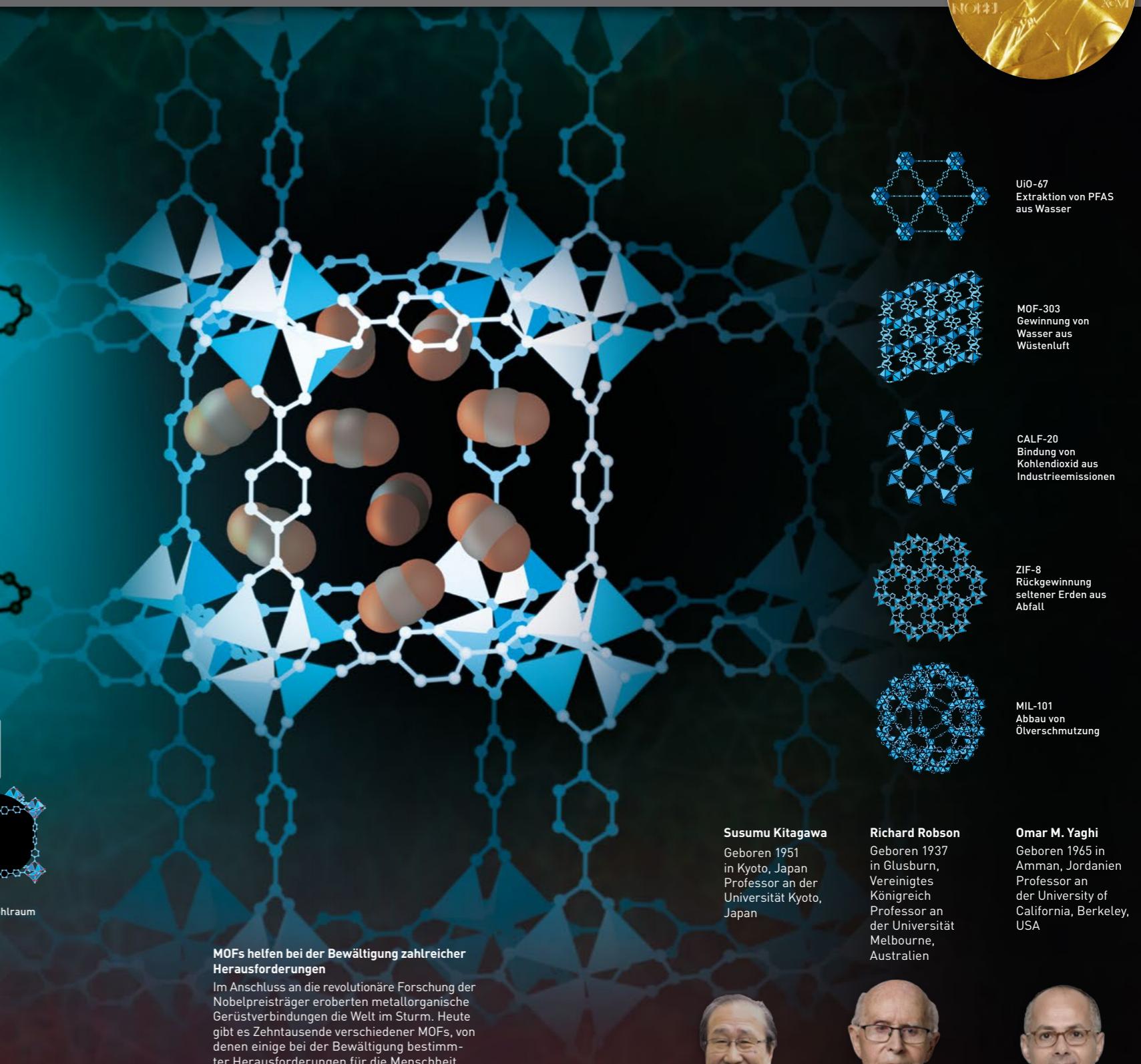
1997 gelang Susumu Kitagawa die Entwicklung eines äußerst stabilen MOF, das selbst dann nicht kollabierte, als er seinen gesamten Inhalt entnahm. Kitagawa zeigte, dass die Hohlräume als molekulares Hotel für Gasmoleküle fungieren konnten: Methan, Stickstoff oder Sauerstoff können hineinwandern und sich wieder herausbewegen, ohne dass das Material sich verändert.

Ein Jahr später sagte Kitagawa voraus, dass MOFs weiche Materialien aus biegsamen molekularen Bausteinen bilden könnten. Sie erlauben eine Formveränderung des Materials. Nur ein paar Jahre später entwickelten er und andere Forscher\*innen dann genau diese weichen MOF-Materialien.

## Yaghi schuf ein ikonisches MOF

Omar Yaghi prägte die Bezeichnung „metallorganisches Gerüst“ im Jahr 1995. Vier Jahre später stellte er ein mittlerweile ikonisch gewordenes Material vor: MOF-5. Dabei handelt es sich um ein außergewöhnlich geräumiges und dennoch stabiles molekulares Konstrukt. In ein paar Gramm MOF-5 kann eine Fläche von der Größe eines Fußballfeldes enthalten sein.

Anfang der 2000er Jahre bewies Yaghi außerdem, dass sich MOFs durch ein rationales Design modifizieren lassen, wodurch ihnen verschiedene Eigenschaften verliehen werden können. Er erzeugte unter anderem 16 MOF-5-Varianten mit Hohlräumen, die sowohl kleiner als auch größer als die des ursprünglichen Materials waren. Seine Arbeit trug dazu bei, dass Forscher\*innen verstanden, wie leicht das Design neuer MOFs ist.



**Susumu Kitagawa**

Geboren 1951  
in Kyoto, Japan  
Professor an der  
Universität Kyoto,  
Japan

**Richard Robson**

Geboren 1937  
in Glusburn,  
Vereinigtes  
Königreich  
Professor an der  
Universität  
Melbourne,  
Australien

**Omar M. Yaghi**

Geboren 1965 in  
Amman, Jordanien  
Professor an der  
University of  
California, Berkeley,  
USA

