

Massgeschneiderte Nanokanäle



v. l.: PD Dr. Dominik Brühwiler, Dozent, dominik.bruehwiler@zhaw.ch
Michael J. Reber, Doktorand, michael.reber@zhaw.ch
Nicola Zucchetto, Doktorand, nicola.zucchetto@zhaw.ch

Materialien mit geordneten und definierten Nanokanälen sind vielfältig einsetzbar: Wirkstofftransport, Katalyse und Adsorption sind einige der Anwendungen im Fokus der aktuellen Forschung. Die unterschiedlichen Anforderungen der Einsatzgebiete verlangen nach Methoden zur Herstellung massgeschneiderter Nanokanäle.

Hintergrund

Anfang der 1990er Jahre publizierte ein Forschungsteam der Mobil R&D Corporation eine auf Flüssigkristallen basierende Synthese eines Silikats mit geordneten und einige Nanometer grossen Poren.¹ Diese mesoporösen Partikel erweitern den Porengrössenbereich der klassischen Molekularsiebe und besitzen eine grosse spezifische Oberfläche (um 1000 m²/g), die mit einfachen chemischen Methoden modifiziert werden kann.²

Schnurgerade durch das Partikel

Durch die Weiterentwicklung der Flüssigkristall-basierten Synthese ist es uns gelungen, Silica-Partikel mit parallel ausgerichteten Nanokanälen herzustellen (sogenannte *Arrays of Silica Nanochannels*, ASNCs), wobei Durchmesser und Länge der Nanokanäle einstellbar sind (Abb. 1).³

Flaschenhalse und Autobahnen

Die pseudomorphe Transformation eines porösen Ausgangsmaterials ermöglicht die Synthese von Nanokanälen mit Flaschenhälsen (Abb. 2).⁴ Bei diesem Prozess bleibt die Partikelform des Ausgangsmaterials unverändert. Im Innern der Partikel erfolgt jedoch eine Umwandlung des Kanalsystems. Die Engpässe der neu entstandenen Nanokanäle liegen nahe an der äusseren Oberfläche und kontrollieren damit den

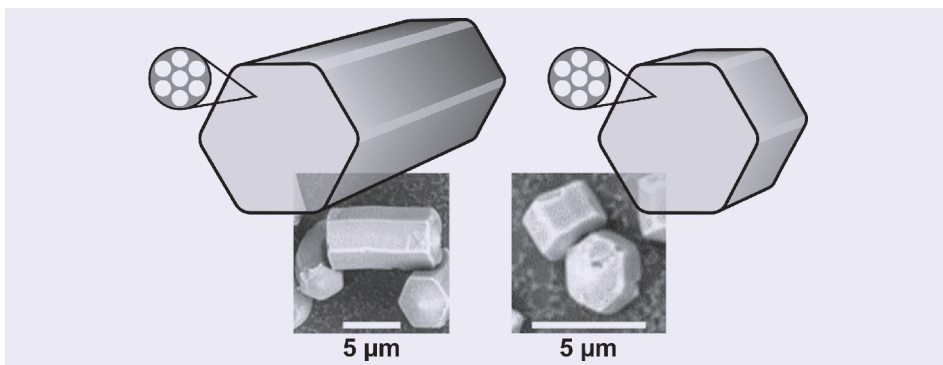


Abb. 1: Elektronenmikroskopie-Bilder von ASNCs mit langen (links) und kurzen (rechts) Nanokanälen. Der Durchmesser eines Kanals beträgt 3 nm. Ein einzelnes Partikel enthält etwa 400 000 parallele Nanokanäle.³

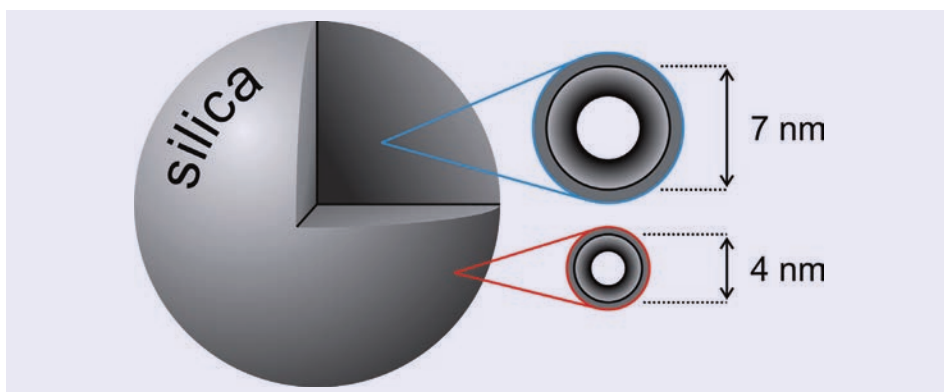


Abb. 2: Schematische Darstellung von kugelförmigen Silica-Partikeln mit Engpässen an den Nanokanaleingängen.⁴

Zugang zum Partikelkern. Mit einem ähnlichen Verfahren konnten wir Partikel mit einem vernetzten Kanalsystem herstellen. Das Kanalsystem besteht aus Makroporen (Autobahnen) und kleineren Mesoporen (Nebenstrassen).⁵ In der Katalyse erleichtern die Makroporen den Zugang zu den aktiven Zentren.

Ausblick

Unsere massgeschneiderten Nanokanäle wecken breites Interesse. In zahlreichen Kolla-

borationen untersuchen wir Anwendungen im Bereich der medizinischen Diagnostik, Sensortechnologie, Katalyse, Optik und Atmosphärenphysik. Ein Schwerpunkt zukünftiger Arbeiten ist die Organisation von nanoporösen Materialien in geordneten Überstrukturen. Durch die parallel laufenden Nanokanäle in ASNCs eröffnen sich Möglichkeiten, Moleküle in einer Linie auszurichten. In Kombination mit Überstrukturen entstehen auf diese Weise geordnete und in ihrer Ordnung kontrollierbare supramolekulare Systeme.

Forschungsprojekt

- a) Molecular Alignment Chips
- b) Nanoporous Hybrid Optical Fiber Platform

Leitung: PD Dr. Dominik Brühwiler
Projektdauer: 3 Jahre
Förderung: Schweizerischer Nationalfonds SNF, Bern
Projektvolumen: CHF 350 000

1. C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli, J. S. Beck, *Nature* 359 (1992) 710.
2. D. Brühwiler, *Nanoscale* 2 (2010) 887.
3. N. Zucchetto, D. Brühwiler, *RSC Adv.* 5 (2015) 74638.
4. M. J. Reber, D. Brühwiler, *Dalton Trans.* 44 (2015) 17960.
5. M. J. Reber, D. Brühwiler, *Part. Part. Syst. Charact.* 32 (2015) 243.