



Zeolites and Catalysis

In diesem zweibändigen Werk, das insgesamt 26 Kapitel umfasst, kann sich der Leser umfassend und aktuell über fast alle Aspekte der modernen Zeolithkatalyse informieren. In

Band 1 werden überwiegend die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Synthese von Zeolithen, strukturelle Aspekte, ausgewählte Techniken zur Modifizierung und Charakterisierung sowie ausgewählte Aspekte der Modellierung von Zeolithen sowie des Stofftransports in Zeolithen behandelt. Dabei wird den Grundlagen der Zeolithsynthese relativ breiter Raum gewidmet. Im ersten Kapitel (von P. Cubillas und M. W. Anderson) wird insbesondere auf Aspekte der Keimbildung und des Kristallwachstums eingegangen und darauf, wie durch deren Abstimmung aufeinander die Größe und Morphologie der synthetisierten Zeolithkristallite für die jeweilige Anwendung optimiert werden können. Dabei werden auch moderne Techniken zur Verfolgung von Keimbildung/Kristallwachstum (beispielsweise NMR-Spektroskopie und Rasterkraftmikroskopie) vorgestellt.

Verschiedene spezielle Synthesemethoden werden in Kapitel 2 (K. G. Strohmaier) behandelt, etwa die Umwandlung trockener oder lösungsmittelarmer Gele zu Zeolithen, die isomorphe Substitution, also der Ersatz von Aluminium oder Silicium bei der Zeolithsynthese durch andere dreio- oder vierwertige Elemente oder der gleichzeitige Einsatz mehrerer Templatspezies („co-templating“). Vertieft werden diese speziellen Synthesemethoden nochmals in den drei folgenden Kapiteln, die die Grundlagen der ionothermalen Synthese, die Nutzung von Cotemplaten in der Zeolithsynthese und die Möglichkeiten zum Maßschneiden der Morphologie von Zeolithkristalliten behandeln. Die Möglichkeiten zur Modifizierung von Zeolithen im Anschluss an die Synthese, insbesondere zur Beeinflussung der Gerüstzusammensetzung, werden von Chen und Zones zusammengefasst. Dieser Beitrag befasst sich im Wesentlichen mit Methoden zur Reinsertion von Aluminium in zuvor (z.B. durch Extraktion von Bor aus der Kristallstruktur) erzeugten Fehlstellen in einer gegebenen Topologie.

Nach einer Besprechung der wichtigsten strukturellen Aspekte von Zeolithen (P. A. Wright und G. M. Pearce) und einiger wichtiger Zeolithstrukturen werden moderne Methoden zur Charakterisierung von Zeolithen (insbesondere deren katalytische Eigenschaften) über In-situ-Untersuchungen („Operando“-Methoden), die Charakterisierung der Textur in „mesoporösen“ Zeolithen (Stichwort „hierarchische Zeolithe“) sowie die Rolle und Natur der verschiedenen

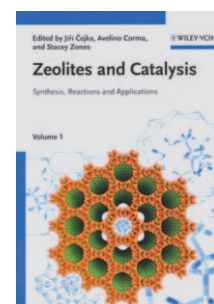
Aluminiumspezies in zeolithischen Strukturen behandelt. Abgerundet wird dieser erste Band durch zusammenfassende Abhandlungen über die theoretische Behandlung von Zeolithen und ihrer katalytischen Wirkungsweise/Aktivität, die Modellierung des Stofftransports in Zeolithen sowie das Wechselspiel von Diffusion und Reaktion bei katalysierten Reaktionen in Zeolithen.

Band zwei beginnt mit einem Überblick über nichtklassische Anwendungen von Zeolithen, beispielsweise in Membranen, Sensoren, medizinischen Anwendungen oder als Wasserstoffspeicher. Grundlage für einige dieser potenziellen Anwendungen ist die Möglichkeit der gezielten zwei- oder dreidimensionalen Anordnung von zeolithischen Mikrokristallen. Die verfügbaren Methoden hierfür werden von K. B. Yoon in einem nachfolgenden Kapitel beschrieben.

Zeolithe spielen als Katalysatoren (und Adsorbentien) in der erdölverarbeitenden Industrie und der Petrochemie seit vielen Jahren eine herausragende Rolle. Weiteres Potential in diesen Anwendungsfeldern wird kenntnisreich im Beitrag von Bellussi et al. diskutiert. Beispiele dafür, wo die Autoren Fortschritte erwarten, sind die Zeolithkatalyse in der Flüssigphase („slurry phase“), z.B. für selektive Oxidationen mit Wasserstoffperoxid. Darüber hinaus besteht beträchtlicher Innovationsbedarf bei der Anpassung der Raffinerieprodukte an sich wandelnde Märkte, d.h. mehr leichte Produkte aus immer schwereren Rohölen.

In fast allen katalytischen Anwendungen von Zeolithen spielen die Erzeugung sowie Natur, Stärke und Dichte von sauren Zentren eine herausragende Rolle. Dem wird im Kapitel von M. Hunger Rechnung getragen, das sich insbesondere mit der Erzeugung von katalytisch aktiven sauren Zentren und mit deren Charakterisierung befasst. Auch entsprechende Fragen zur Erzeugung basischer Zentren oder von Metallzentren in Zeolithen werden darin behandelt.

Die mengenmäßig größten und wichtigsten Anwendungen von Zeolithkatalysatoren liegen in den Bereichen Raffinerie und petrochemische Grundstoffe. Folgerichtig wird den entsprechenden Prozessen auch relativ breiten Raum gewidmet. Vor dem Hintergrund einer sich wandelnden Rohstoffbasis erfahren auch die Themenbereiche Gas-to-Liquids (GTL) und die Umsetzung von Methanol (gewonnen aus Erdgas, Kohle oder Biomasse) zu kurzkettigen Alkenen (MTO, Methanol-to-Olefins) oder zu hochoctanigem Benzin bzw. zu Aromaten (MTG, Methanol-to-Gasoline) die ihnen gebührende Beachtung. Abschließend werden in je einem Kapitel noch die Themen der Anwendung von Zeolithen im Umweltschutz (insbesondere bei der Reduktion von NO_x und bei der katalytischen Verbrennung von flüchtigen organischen Verbindungen), ihre Nutzung bei der Syn-



Zeolites and Catalysis
Synthesis, Reactions and Applications. Herausgegeben von Jiri Cejka, Avelino Corma und Stacey Zones. Wiley-VCH, Weinheim, 2010. 2 Bände, 882 S., geb., 299,00 €, ISBN 978-3527325146

these von Feinchemikalien sowie ihr Potenzial in neuartigen Brennstoffzellen behandelt.

Das vorgelegte zweibändige Werk *Zeolites and Catalysis—Synthesis, Reactions and Applications* gibt einen breiten Überblick über die vielfältigen Anwendungen von Zeolithen in der industriellen Katalyse und über die wissenschaftlichen Grundlagen hierfür. Es ist nicht nur für Neueinsteiger empfehlenswert, um einen grundlegenden Überblick zu erhalten, sondern auch für erfahrene Zeolithwissenschaftler, die sich auf den aktuellen Stand im Bereich der Anwendungen bringen wollen. Man fragt sich an der einen oder anderen Stelle, ob nicht die Reihenfolge der Themen für die einzelnen Kapitel etwas willkürlich gewählt wurde (warum beispielsweise das Kapitel über potenzielle zukünftige Anwendungen von Zeolithen („Special Applications of Zeolites“) vor den bereits existierenden Anwendungen auftaucht). Auch vermisst man eine etwas angemessenere Berücksichtigung der Themen „Ionenaustausch in Zeolithen“ und „Desaluminierung/Ultrastabilisierung“, die von

großer Bedeutung für den Einsatz von Zeolithen insbesondere beim katalytischen Cracken sind.

Insgesamt schmälern diese vergleichsweise geringfügigen Kritikpunkte nicht die hohe Qualität dieses zweibändigen Werks über Zeolithkatalyse, und es kann jedem in diesem Bereich Tätigen (gleich ob in Hochschule oder Industrie) zur Lektüre nur wärmstens empfohlen werden. Wer sich darüber hinaus noch kompetent über die Anwendungen von Zeolithen in industriellen Verfahren zur Stofftrennung und -reinigung informieren möchte, dem sei an dieser Stelle das von S. Kulprathipanja herausgegebene Buch *Zeolites in Industrial Separation and Catalysis* (Wiley-VCH, 2010) nachdrücklich empfohlen.

Stefan Ernst

Lehrstuhl für Technische Chemie
Technische Universität Kaiserslautern

DOI: 10.1002/ange.201102181