



Fortschritte der Katalyse waren schon immer die Folge gesellschaftlicher Bedürfnisse, und daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern. Die Herstellungsprozesse von über 90% aller kommerziellen chemischen Produkte umfassen mindestens einen katalytischen Schritt. Schon Jahrzehnte bevor die Grundlagen für das Verständnis von Katalysen geschaffen waren, wurden entsprechende Prozesse bereits industriell genutzt; die Katalyse bildete sich also als eine Technologie heraus, bevor sie wissenschaftlich untersucht wurde. Das setzt sich fort in der andauernden Suche nach besseren Materialien, saubereren Prozessen, alternativen Ausgangsmaterialien (etwa durch eine breitere Anwendung erneuerbarer Rohstoffe), energiesparenden Verfahren, neuen Wegen zur Erzeugung und Speicherung von Energie und vielen anderen. Wie ein schlagendes Herz treiben Katalysatoren ihre Prozesse an, indem sie die Reaktionspfade vorgeben, die ganzen chemischen Produktionsanlagen erst einen Sinn verleihen.

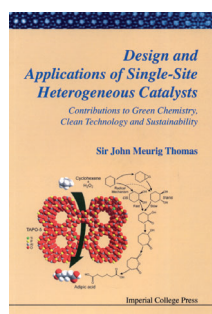
Fortschritte bei der Synthese und Charakterisierung von Heterogenkatalysatoren, sowie ein besseres Verständnis des Zusammenhangs zwischen ihren Eigenschaften und ihrer Leistungsfähigkeit, sind von entscheidender Bedeutung für ein „rationales Katalysatordesign“, das letztlich auf nachhaltige Herstellungsverfahren abzielt. Dabei meint „nachhaltig“, dass die Zielsetzungen gesteigerter Wirtschaftlichkeit, sozialer Verbesserungen und des Umweltschutzes erfüllt sind. Das Buch des walisischen Chemikers und Didakten Sir John Meurig Thomas passt sich hier perfekt ein, indem es einen umfassenden Überblick zum Beitrag von Heterogenkatalysatoren mit isolierten Zentren (single-site heterogeneous catalysts, SSHCs) zu saubereren Techniken in breit gefächerten kommerziellen Anwendungen gibt. Wie von einem der führenden Forscher auf den Gebieten heterogene Katalyse, Festkörperchemie und Materialwissenschaften – und einem herausragenden Kommentator – zu erwarten, bringt das Buch ein großes Maß an Lesefreude, indem es einen Brückenschlag zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung versucht und zahlreiche Ausflüge von allgemeinen hin zu spezialisierten Konzepten bietet, und das mit tadelloser Klarheit. Der Kerntext wird ergänzt durch interessante Beispiele und durch persönliche Erfahrungen aus einer lebenslangen Forscherlaufbahn. Das Buch umfasst acht Kapitel, die nach Themen in drei gut

ausgewogenen Teilen präsentiert werden. Es ist schön illustriert und mit Verweisen auf wohlbekannte Literaturstellen gespickt, berücksichtigt zugleich aber auch wichtige aktuelle Publikationen.

Teil I stellt das Konzept der Heterogenkatalysatoren mit isolierten Zentren vor, wobei Wert gelegt wird auf Analogien von SSHCs mit Enzymen und Unterschiede zwischen SSHCs und immobilisierten Homogenkatalysatoren. Von der Art her quasi identische aktive Zentren sind in SSHCs räumlich isoliert und doch zugänglich und wirken grundsätzlich in unabhängiger Weise. Diese Situation wird in porösen anorganischen oder hybriden Festkörpern mit gut definierten Strukturen erreicht. So können auf molekularer Ebene Einblicke in die Merkmale von Heterogenkatalysatoren erhalten werden, deren Zentren oft stark bezüglich ihrer Struktur und Zusammensetzung – und somit auch bezüglich ihrer Reaktivität – variieren.

Teil II behandelt die Rolle von mikroporösen Strukturen bei Planung und Aufbau neuartiger SSHCs. Das erste Kapitel konzentriert sich auf Strukturmerkmale von Zeolithen (Alumosilicaten) und Zeotypen, wie Alumophosphaten, Metalloalumophosphaten und Silicoalumophosphaten, und beschreibt Ansätze zur Einführung isolierter katalytisch aktiver Zentren in diese Gerüste. Das darauf folgende Kapitel stellt Anwendungen von nach verschiedenen Methoden erhaltenen SSHCs in Reaktionen unter Säure-, Redox- und difunktioneller Katalyse vor, darunter auch industrielle Prozesse für Massenprodukte und Feinchemikalien. In der gebührenden Kürze, aber mit ausgewogener Detailtiefe werden für jedes Beispiel strukturelle und mechanistische Details diskutiert, sodass man einen Einblick in das Verhalten des Katalysators erhält. Der Autor betont dabei die Vorteile von SSHCs unter wirtschaftlichen und Umweltaspekten (hohe Umsätze, weniger Nebenprodukte, lösungsmittelfreie Prozesse, Einsatz von unproblematischen Reagentien oder erneuerbaren Rohstoffen, Eintopfreaktionen usw.).

Teil III ist ähnlich aufgebaut wie Teil II und bespricht die Einführung von aktiven Zentren in geordnete mesoporöse Materialien sowie zugehörige Anwendungen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf mesoporösen Silicaten mit angebundenen Metallen und Metallkomplexen, aber auch Tonmaterialien und Metall-organische Gerüststrukturen werden angesprochen. Die abschließenden Kapitel des Buchs befassen sich mit Aspekten wie der Ausnutzung des Einschlusses in geordneten porösen Festkörpern für asymmetrische Reaktionen und den Einsatz von Dimetallnanoclustern (mit weniger als 20 Atomen), die auf definierten Poren stabilisiert sind, in lösungsmittelfreien Hydrierungen. In diesen interessanten Gebieten steht man zwar noch am Anfang, ihre Besprechung zeugt aber von der Aktualität des Buchs.



Design and Applications of Single-Site Heterogeneous Catalysts
Contributions to Green Chemistry, Clean Technology and Sustainability. Von John Meurig Thomas. Imperial College Press, London, 2012. 324 S., geb., 79.00 £.—ISBN 978-1848169104

Zusammengefasst gelingt es dem Autor, die Leser seines Buchs mit übergreifenden und zeitgemäßen Konzepten der Synthese und Charakterisierung von Heterogenkatalysatoren mit isolierten Zentren vertraut zu machen. Dadurch festigt er die Stellung der SSHCs im weiten Feld der heterogenen Katalyse, und er zeigt Wege zu ihrer Anwendung bei der Entwicklung effizienterer umweltverträglicher Prozesse. Dank seines didaktischen Stil mit Sinn fürs Detail wird das Buch sich als eine hervorragende Wissensquelle erweisen,

von der sowohl fortgeschrittene Studenten als auch Doktoranden, die moderne Konzepte in Katalyse, Materialien und grüner Chemie anwenden wollen, profitieren werden. Und sicher wirkt es auch als Inspiration für die eigene Forschung.

Javier Pérez-Ramírez

Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften
ETH Zürich (Schweiz)

DOI: 10.1002/ange.201306646