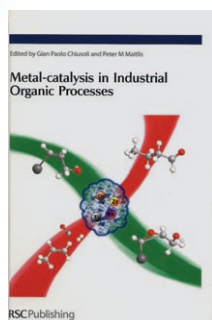




Metal-catalysis in Industrial Organic Processes



Herausgegeben von **Gian Paolo Chiusoli** und **Peter M. Maitlis**. Royal Society of Chemistry, Cambridge 2006. 298 S., geb., 99,95 €.—ISBN 0-85404-862-6

Es gibt kaum eine Fachrichtung innerhalb der Chemie, bei der der Bezug zur industriellen Anwendung so deutlich erkennbar ist wie bei der metallorganischen Katalyse. Es ist sinnvoll, diese enge Beziehung in Lehrveranstaltungen herauszustellen, denn selbst umfangreiches Stoffwissen, komplexe Katalysezyklen und abstrakte physikochemische Zusammenhänge werden von den Studenten mit großem Interesse aufgenommen, wenn ihnen deren unmittelbare Relevanz für industriell bedeutsame Produktionsverfahren bewusst gemacht wird. Ein interessant geschriebenes Lehrbuch, in dem die wichtigsten Prozesse der industriellen Metallkatalyse in angemessenem Umfang erläutert werden und das dennoch kurz genug ist, um als Ganzes lesbar zu bleiben, verspricht, dabei eine große Hilfe zu sein. Angesichts der rasanten Entwicklung auf diesem Gebiet ist es schwer, ein solches Werk zu erstellen. Aktuelle Informationen über industrielle Verfahren werden, wenn überhaupt, dann nur mit großer Verzögerung preisgegeben, und die Details wichtiger Prozesse bleiben in der Patendliteratur versteckt und Insider vorbehalten. Gian Paolo Chiusoli und Peter Maitlis, zwei altgediente Ka-

talytiker, haben sich dieser Herausforderung gestellt und eine Autorenschar aus Industrie und Hochschule mit einem breiten Erfahrungsschatz auf unterschiedlichen Gebieten der metallorganischen Chemie für dieses Lehrbuch gewonnen.

Das Buch *Metal-catalysis in Industrial Organic Processes* ist mit knapp 300 Seiten relativ handlich und deckt doch weite Bereiche dieses Gebiets ab. Es gliedert sich in sieben Kapitel und zwei kurze Anhänge. Besonders wichtige Zusammenhänge sind übersichtlich in Textfeldern abgegrenzt, es werden Diskussionsanregungen gegeben und Aufgaben gestellt.

Das einleitende Kapitel, „Catalysis in the Chemical Industry“ von P. Howard, G. Morris und G. Sunley, führt in das Thema ein und erläutert die historische Entwicklung industrieller Katalyseverfahren, Auswahlkriterien für chemische Prozesse und Aufklärungsmöglichkeiten zum Verständnis katalytischer Reaktionen. Im Stil eines Festvortrags wird dabei auf 22 Seiten fast reiner Prosa eine Vielzahl interessanter Aspekte der industriellen Katalyse angesprochen. Aus der Sicht studentischer Leser wäre es allerdings vielleicht sinnvoller gewesen, hier auf einen Teil der Informationen zu verzichten und dafür gerade diese Einleitung mit Diagrammen, Bildern und Schemata graphisch aufzulockern und damit anschaulicher zu gestalten.

Das zweite Kapitel trägt den Titel „Formation of C–O Bonds by Oxidation“. Hier stellen M. G. Clerici, M. Ricci und G. Strukul in ausgezeichnete Weise die wichtigsten Oxidationsprozesse in der chemischen Industrie vor. Neben den etablierten Standardverfahren etwa zur Herstellung von Grundchemikalien wie KA-Öl und Ethylenoxid sind auch aktuelle Anwendungen erfasst, z. B. die salzfreie Darstellung von ϵ -Caprolactam. Auch für asymmetrische Verfahren, wie z. B. Epoxidierung, *cis*-Hydroxylierung und Sulfoxidierung, werden nicht nur die Mechanismen, sondern auch konkrete industrielle Anwendungen präsentiert. Insgesamt ein überaus gelungenes, didaktisch gut aufgebautes Kapitel mit einer Vielzahl aktueller Informationen.

Auch das nächste Kapitel von L. A. Oro, D. Carmona und J. M. Fraile über

„Hydrogenation Reactions“ ist gut geschrieben und überaus informativ. Nach einer kurzen Einführung in die Mechanismen der homogenen und heterogenen Hydrierprozesse wird eine Vielfalt industrieller Anwendungen vorgestellt, von Cracking-, Reforming- und Entschwefelungsprozessen in der Petrochemie über die Hydrierung von Fettsäuren bis hin zu asymmetrischen homogenkatalytischen Verfahren. Neben den klassischen Beispielen L-Dopa und Menthol findet dabei auch die aktuellere Synthese von Metolachlor Erwähnung. Einige zusätzliche aktuelle Beispiele zur industriellen Anwendung asymmetrischer Hydrierungen wären allerdings durchaus von Interesse gewesen.

Kapitel 4 trägt den Titel „Syntheses Based on Carbon Monoxide“. Auch hier wird eine große Stofffülle gut auf erstaunlich geringem Raum präsentiert. P. Maitlis und A. Haynes wählten eine eigenwillige Reihenfolge, indem sie einen Bogen von der Carbonylierung von Alkoholen und Estern über die Alkoxy-carbonylierung und Hydroformylierung von Alkenen hin zur Fischer-Tropsch-Synthese schlugen. Didaktisch hat dies Vorteile, allerdings gehen dabei leider die historischen Entwicklungszusammenhänge manchmal etwas unter. Dass dieser Beitrag auf dem neuesten Stand ist, zeigt beispielsweise die Besprechung der Iridium-katalysierten Carbonylierung von Methanol, die in älteren Lehrbüchern oft noch mit Rhodium formuliert wird. Ein sehr lehrreiches Kapitel, das dem Leser wertvolle Einblicke in die Chancen und Probleme der Carbonylierungschemie liefert.

Im nachfolgenden Kapitel, „Carbon-Carbon Bond Formation“, fassen F. Calderazzo, M. Catellani und G. P. Chiusoli eine große Zahl mechanistisch sehr unterschiedlicher Reaktionen zusammen, z. B. sauer katalysierte Friedel-Crafts-Alkylierungen, palladiumkatalysierte Kreuzkupplungen und Alken-Oligomerisierungen, die jede für sich ein eigenes Kapitel hätten füllen können. Die Reaktionstypen konnten daher nur in stark verkürzter Form diskutiert werden. Um mechanistische Feinheiten der einzelnen Katalysen, z. B. der palladiumkatalysierten Kreuzkupplungen verstehen zu können, ist die zusätzliche Lektüre eines Lehrbuch der

metallorganischen Chemie notwendig. Auch bei der Erläuterung industriell realisierter Anwendungen musste gerade in diesem Kapitel eine rigorose Auswahl unter vielen interessanten Prozessen getroffen werden. Dies ist aber recht gut gelungen, und auch aktuelle Beispiele wie die Boscalid-Synthese durch Suzuki-Kupplung finden die verdiente Erwähnung. Bei der Vorstellung der industriellen Prozesse wären allerdings Angaben zu Produktionsumfängen für den Leser interessant gewesen.

Die Aktualität der vorangegangenen Ausführungen weckt große Erwartungen an das sechste Kapitel, „Metathesis of Olefins“ von C. L. Dwyer, denn dieses Gebiet hat seit der Entdeckung der homogenen Katalysatoren durch Grubbs und Schrock innerhalb des letzten Jahrzehnts eine rasante Entwicklung erlebt. Leider werden in dem mit 17 Seiten sehr kurzen Kapitel hauptsächlich die altbekannten heterogenkatalysierten Verfahren, wie z. B. der Phillips-Triolefin-Prozess, SHOP und die Ethenolyse von cyclischen Alkenen behandelt. Die erhofften Beispiele für geplante oder bereits realisierte technische Verfahren basierend auf den neuen Homogenkatalysatoren, deren Entdecker mit Hinweis auf bevorstehende umfassende technische Nutzung der Technologie mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden, finden dagegen nur

beiläufig Erwähnung. Obwohl diese Gewichtung angesichts der aktuellen Produktionszahlen absolut zu rechtfertigen ist, entspricht sie vielleicht nicht ganz den Erwartungen der Leser. Angesichts der Aktualität des Themas wäre eine ausführliche Diskussion z. B. des Materia-Poly-DCPD-Verfahrens interessant gewesen, und zumindest unter dem Abschnitt „Recent Progress“ hätten einige Metathesesynthesen zur Herstellung von Pharmaintermediaten besprochen werden können.

Das abschließende Kapitel von G. Fink und H.-H. Brintzinger, „Polymerization Reactions“, geht wiederum weit über den derzeitigen Stand der industriellen Applikation hinaus. Zunächst werden die vorherrschenden mechanistischen Vorgehensweisen in der Polyolefin-Produktion besprochen, dann erfolgt eine Vorstellung der wichtigsten Verfahren zur Polyethylen- und Polypropylen-Produktion und schließlich eine Diskussion der angewendeten Katalysatoren, z. B. des Ziegler-Natta-, Phillips- oder Metallocen-Typs. Der Großteil des Kapitels widmet sich aktuellen Entwicklungen und mechanistischen Aspekten, wie der Steuerung von Regio- und Stereochemie bei der Polymerisation, dem Phänomen des Chain-Walking, der Heterogenisierung von Katalysatoren und der Copolymerisation von unpolaren mit polaren Monomeren oder CO. Das Kapitel ist sehr

inhaltsreich und lässt kaum einen Aspekt der modernen Polymerisationskatalyse unberührt – man spürt die Begeisterung der Autoren für die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet. Die Lektüre erfordert allerdings gewisse Grundkenntnisse, um die Beziehung zwischen Katalysatoreigenschaften und potenzieller industrieller Anwendung herstellen zu können.

Am Ende des Buches wird in zwei Anhängen Grundlagenwissen zu homogen- und heterogenkatalysierten Reaktionen vermittelt, sodass der Leser bei Bedarf seinen Kenntnisstand rasch auffrischen kann, falls er bei der Lektüre des Buches Verständnisschwierigkeiten bekommt.

Insgesamt bietet das Buch einen interessanten Streifzug durch die industriell ausgerichtete Metallkatalyse. Es ist didaktisch sinnvoll aufgebaut und gut lesbar, und stellt sowohl für Studierende als auch für Lehrende der metallorganischen Chemie eine gleichermaßen empfehlenswerte Ergänzung zu Standardlehrbüchern dar.

Lukas J. Goossen

Fachbereich Chemie – Organische Chemie

Technische Universität Kaiserslautern

DOI: 10.1002/ange.200685477