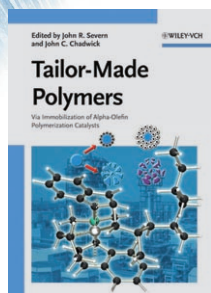




Tailor-Made Polymers



Via Immobilization of Alpha-Olefin Polymerization Catalysts. Herausgegeben von John R. Severn und John C. Chadwick. Wiley-VCH, Weinheim 2008. 352 S., geb., 139.00 €.—ISBN 978-3-527-31782-0

Nachdem ich den Titel gelesen und kurz das Inhaltsverzeichnis überflogen hatte, war mein erster Gedanke: Noch ein Titel, der mehr verspricht als der Inhalt hält – gibt es doch hunderte Polymere, und nur Polyethylen und Polypropylen werden hier behandelt. Dann erst fiel mir der Untertitel auf, demnach die „maßgeschneiderten Polymere“ durch Immobilisierung von α -Olefin-Polymerisationskatalysatoren synthetisiert werden, sodass das Buch also in der Tat alle Klassen von Polyolefinen behandelt. Immerhin ist aber zu bedenken, dass die weltweite Produktion von Polyethylen und Polypropylen (besser ausgedrückt, von Polyethylenen und Polypropylenen, wenn die vielen unterschiedlichen Typen und Strukturen berücksichtigt werden) annähernd 100 Millionen Tonnen pro Jahr beträgt. Dies entspricht etwa der gesamten Jahresproduktion aller übrigen Polymere. Davon abgesehen: Gibt es außer Polyethylenen und Polypropylenen überhaupt Polymere, die „maßgeschneidert“ werden können, d.h. deren Kettenstruktur auf eine spezifische Anwendung genau abgestimmt werden kann? Eigentlich doch nicht, und aus gerade diesem Grund sind Polyethylen und Polypropylene so gefragt, dass ihr Absatzmarkt exponentiell wächst. Im Grunde wäre der Untertitel

überflüssig, wenn nicht das Schlüsselwort „immobilization“ darin enthalten wäre, das aussagt, dass Olefinpolymerisationskatalysatoren in den meisten Anwendungen als heterogene Katalysatoren verwendet werden. Nach der erfolgreichen Synthese eines molekularen Katalysators besteht das nächste Problem fast immer darin, diesen an einen festen Träger zu binden, ohne dass seine Aktivität oder die betreffende Reaktion beeinträchtigt würde. Es gibt viele Gründe, einen Katalysator immobilisieren zu wollen, z. B. kann man dann die Form des entstehenden Polymers mithilfe der Struktur des Katalysators replizieren, oder man denke an den ständig wachsenden Erfolg von Gasphasenprozessen.

Dieses willkommene und nützliche Buch behandelt ein schwieriges und immer noch nicht vollständig gelöstes wissenschaftliches und technisches Problem. Wie kompliziert die Herausforderung ist, erkennt der Leser bereits im ersten Kapitel: Ein Olefinpolymerisationskatalysator ist eine faszinierende chemische Nanomaschine mit einem Übergangsmetallzentrum und einer geschickt gewählten Koordinationssphäre, die Enzyme als das erscheinen lässt, was sie im Grunde auch sind, nämlich prähistorisch. Dieses Zentrum bindet und aktiviert einfache Ethen- oder Propenmoleküle mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit und Selektivität derart, dass daraus langkettige Polymere mit kontrollierter Konstitution und Konfiguration entstehen. Je nachdem, wie eines oder beide dieser Monomere – in einigen Fällen wird auch ein anderes α -Olefin wie 1-Hexen verwendet – polymerisieren, werden Materialien erhalten, die stabiler als Stahl oder weicher wie Gummi sind. Jede Materialeigenschaft, die zwischen diesen beiden Extremen liegt, kann erzeugt werden. Der Schlüssel zu dieser außergewöhnlichen Vielfalt ist der ungesättigte Zustand und die adäquate Umgebung des Koordinationszentrums. Dieses aktive Zentrum bestimmt die relative Reaktivität der zu bindenden Monomere und kann auch enantiotopische Lagen prochiraler Monomere erkennen. Sobald dieses fein abgestimmte System gestört wird, was zwangsläufig der Fall ist, wenn man einen ursprünglich homogenen Katalysator an eine Oberfläche fixiert, verän-

dert sich natürlich auch die Aktivität des Katalysators – meistens nicht zum Vorteil. Zusätzlich können physikalische Eigenschaften die Leistung eines heterogenen Katalysators beeinflussen, wie in Kapitel 3 erläutert wird. Es gibt jedoch einige Tricks, um dieses Problem halbwegs zu beheben. Die meisten beruhen auf dem Umstand, dass die aktiven Spezies Kationen sind und folglich eine Affinität für Anionen haben. Wenn an einer Oberfläche geeignete Anionen verankert werden können, die dann wiederum die aktiven Kationen binden, ohne deren aktive Zentren zu blockieren, oder wenn die Oberfläche selbst anionisch ist, kann der katalytische Prozess stattfinden. Mehrere Kapitel des Buchs geben einen Überblick über die ausgeklügelten Verfahrensvarianten, deren Vorzüge und Nachteile unter Berücksichtigung der wichtigsten wissenschaftlichen Publikationen und Patente detailliert beschrieben werden.

Alternative Methoden wie selbst-immobilisierende Katalysatoren oder das physikalische Verankern in Nanohöhlräumen mesoporöser Materialien werden ebenfalls vorgestellt. In Kapitel 2 werden zudem klassische heterogene Katalysatoren, vor allem $MgCl_2$ -basierte Ziegler-Natta-Katalysatoren, behandelt. Diese sind ein sehr schönes Beispiel für wissenschaftliche Erfolge, die erzielt werden, wenn natürliche Gegebenheiten, menschliche Kreativität, eine gehörige Portion Glück und wissenschaftlicher Spürsinn zusammenwirken. Diese effektiven, enantioselektiven, nanostrukturierten Katalysatoren entstehen beispielsweise nach der Abscheidung einfacher anorganischer Moleküle wie $TiCl_4$ auf anorganischen Matrizen durch Selbstorganisation.

Tailor-Made Polymers bietet einen umfassenden, aktuellen Einblick in einen wichtigen und faszinierenden Bereich der heterogenen Katalyse. Der angenehme Schreibstil, manchmal leicht und humorvoll, aber immer präzise, ist ein zusätzlicher Grund, die Lektüre einer breiten Leserschaft zu empfehlen.

Vincenzo Busico
Dipartimento di Chimica
Università degli Studi di Napoli
„Federico II“ (Italien)

DOI: 10.1002/ange.200885612