

Ziele des jeweiligen Feldes an, gefolgt von einer Beschreibung der bislang erreichten Resultate und Erfolge. Abschließend wird versucht zu erklären, warum diese Gebiete und ihre Entwicklungen überhaupt wichtig sind. Bei den von den Herausgebern unter Einbeziehung des Sachverständigen zahlreicher Experten ausgewählten und diskutierten Kerngebieten handelt es sich um Synthese und Produktion (Kapitel 3) als zentrale Aktivität chemischer Tätigkeit, chemische und physikalische Transformationen der Materie (Kapitel 4), das weite Feld der Analytik (Kapitel 5), in dem es um Weiterentwicklungen der Isolierungsmethoden ebenso geht wie um neue Identifikations- und Imagingverfahren und die Bestimmung der molekularen Struktur chemischer Verbindungen. Kapitel 6 ist Rechenverfahren und der Theorie gewidmet, wobei die wachsende Bedeutung beider Gebiete für die chemische Produktion und Ingenieurtechnik betont wird. Ab Kapitel 7 wird auf die große Bedeutung der Chemie für zahlreiche interdisziplinäre Arbeitsgebiete hingewiesen: Von der Chemie an der Grenze zur Biologie und Medizin geht es in einem ausführlichen Diskurs über die Materialwissenschaften (Kapitel 8) weiter zur Atmosphäre- und Umweltchemie. Kapitel 10 widmet sich dem Thema Chemie und Energieerzeugung mit seinen vielen, auch politischen Implikationen, und Kapitel 11 zeigt die große Bedeutung der Chemie bei der Lösung von Fragen und Problemen nationaler und persönlicher Sicherheit, sei es beim Nachweis gefährlicher Stoffe oder bei der Früherkennung terroristischer Bedrohung – eindeutig ein Themenkreis von hoher aktueller Relevanz, an den man in den früheren Reports nicht denken musste. Im Schlusskapitel kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die Chemie der Zukunft multidisziplinäre Ansätze favorisieren wird und die zur Problemlösung zwingend erforderliche Teamarbeit bereits bei der Ausbildung berücksichtigt und geübt werden sollte. Auch bei Berufungsverfahren sei beispielsweise auf Teamfähigkeit verstärkt Wert zu legen. Chemiker und Chemieingenieure sollten sich weiterhin mehr Mühe in ihrer Kommunikation mit den Medien geben als heute. Und damit die weitreichenden Ziele der Chemie der

Zukunft überhaupt erreicht werden können, sei es dringend erforderlich, dass Frauen und Minoritäten eine stärkere Rolle in der Chemie spielen als derzeit.

Eine Liste so genannter „Grand Challenges“, die keineswegs als Skizzen für allein wünschenswerte Forschungsrichtungen zu verstehen sei, beschließt den Bericht. Zu diesen Herausforderungen zählt nach Meinung der Autoren ganz besonders die Fähigkeit, jede beliebige neue Substanz, von der man sich wissenschaftliche oder praktische Bedeutung verspricht, unter Zuhilfenahme kompakter Synthesewege und Prozesse mit hoher Selektivität für das Zielprodukt, geringem Energieverbrauch unter Vermeidung von umweltrelevanten Neben- und Hilfsprodukten herzustellen – ein Ziel, von dem wir heute, wie jede Chemikerin und jeder Chemiker weiß, trotz aller Erfolge noch weit entfernt sind. Die Ausbeuten der meisten in der akademischen Forschung hergestellten Substanzen – und sie bilden den Löwenanteil neuer Verbindungen – dürften, auf das Ausgangsmaterial Erdöl bezogen, selbst Bruchteile von Promille nicht erreichen. Eine weitere Zielforderung betrifft die Kontrolle und Steuerung der Reaktivität von Molekülen über alle denkbaren Zeit- und Größenskalen. Das schließt die Manipulation von Einzelmolekülen ebenso ein wie die Direktbeobachtung molekularer Strukturen während des Ablaufs des eigentlichen chemischen Umwandlungsprozesses durch ultraschnelle Elektronen- und optische Pulse mithilfe von Röntgen-Strahlung, d.h. die vollständige Strukturbestimmung auch von Übergangszuständen. Die Eigenschaften neuer Substanzen, Materialien und molekularer Maschinen sollten in Zukunft vorhergesagt, maßgeschneidert und fein eingestellt werden, bevor man mit ihrer Synthese/Produktion beginnt. Das Szenario schließt mit der Aufforderung, gezielt die besten und klügsten jungen Menschen für ein Chemiestudium zu gewinnen.

Natürlich weiß auch die Autorenkommission um die Begrenztheit derartiger Vorschlagslisten, und dass gerade die historische Entwicklung der Chemie immer wieder gezeigt hat, dass der Geist weht, wo er will. Dennoch erscheint eine

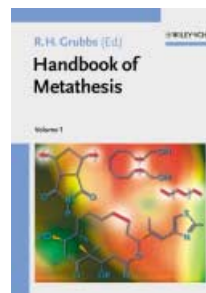
gelegentliche Standortbestimmung, ein Innehalten und Atemholen im Alltags-trubel sinnvoll. Nicht zuletzt deshalb, weil Kommissionsberichte dieser Art sich auch sehr stark an die Öffentlichkeit außerhalb der Chemie wenden: an Politiker und sonstige Entscheidungsträger beispielsweise oder an interessierte Laien, die einfach wissen wollen, womit moderne chemische Forschung sich beschäftigt. Insofern müssen wir, als Fachkollegen, dafür dankbar sein, dass sich die Autoren der Mühe des Zusammenstellens dieser detaillierten Studie nicht entzogen haben und deren Resultate überdies in einer klaren und leicht verständlichen Sprache vorstellen.

Ich bin sicher, dass aus diesem Report, wie aus seinen Vorläufern, bei der Diskussion über die zukünftige Entwicklung der Chemie häufig und gerne zitiert werden wird.

Henning Hopf

Institut für Organische Chemie
Technische Universität Braunschweig

Handbook of Metathesis



Vol. 1–3. Herausgegeben von Robert H. Grubbs. Wiley-VCH, Weinheim 2003. 1156 S., geb., 479.00 €.— ISBN 3-527-30616-1

Obwohl man Alken- und Alkinmetathesen schon seit vielen Jahren kannte, war es die Entdeckung hocheffizienter und selektiver Katalysatoren mit hoher Toleranz gegen funktionelle Gruppen in den letzten zehn Jahren, die der Organischen Chemie die Metathese als eine allgemein anwendbare Synthesestrategie zur Verfügung stellte. Als Höhepunkt der spannenden Entwicklung dieser Katalysatoren kann man die erfolgreichen Synthesen strukturell komplexer Naturstoffe betrachten, bei

denen die C-C-Kupplung durch Alken-metathese eine Schlüsselrolle spielte.

Das dreibändige Mehrautorenwerk „Handbook of Metathesis“ behandelt ausführlich die Entdeckung, Entwicklung und Anwendung von Carbenkomplexen zur Alken- und Alkinmetathese. Im ersten Band (Catalyst Development) geht es um die Entwicklung dieser Katalysatoren aus geschichtlicher Perspektive und um den Reaktionsmechanismus der Carbenkomplex-katalysierten Alkenmetathese. In den ersten acht Kapiteln wird im Detail diskutiert, wie sich Carbenkomplexe als Schlüsselintermediate der Alkenmetathese herausgebildet haben und wie die Auswertung unterschiedlicher Carbenkomplextypen als potenzielle Katalysatoren letztendlich zu den heute gebräuchlichen Molybdän- und Ruthenium-Carbenkomplexen führte. Der Mechanismus der Ruthenium-Alkylidenkomplex-katalysierten Alkenmetathese wird ausführlich in den Kapiteln 9 und 10 behandelt, während sich die letzten beiden Kapitel des ersten Bandes mit der Entdeckung und Entwicklung von Alkylidinkomplexen als Katalysatoren für die Alkinmetathese und mit der Herstellung und den Eigenschaften von SiO_2 - und Al_2O_3 -gebundenen Metathesekatalysatoren befassen.

Besonders haben mir die spannenden, persönlichen Berichte von Schrock, Katz, Nguyen und anderen über die kontinuierliche Optimierung der Katalysatoren gefallen, die schließlich zur Erkennung der entscheidenden strukturellen Merkmale eines „guten“ Katalysators führte. Leider werden in diesem Band (ebenso wie in den restlichen Bänden) hauptsächlich nur Carbenkomplexe als Metathesekatalysatoren behandelt. Der Leser wird eine eingehende Beschreibung von heterogenen und Mehrkomponenten-Metathesekatalysatoren vermissen, obwohl diese (z.B. $\text{MeReO}_3/\text{AlR}_3$ oder $\text{W}(\text{O})\text{Cl}_2(\text{OAr})_2/\text{PbEt}_4$) oft leicht herzustellen, preiswerter und weniger empfindlich als isolierte Carbenkomplexe sind. Ein „Handbook on Metathesis“ hätte sich nicht auf einen Katalysatortyp und auf dessen Anwendung zur Herstellung von Feinchemikalien beschränken, sondern alle bekannten Katalysatoren und Anwendungen behandeln sollen.

Der zweite Band (Applications in Organic Synthesis) beginnt mit einem ausführlichen Überblick über Ringschlussmetathesen (Kapitel 2, General Ring-Closing Metathesis). Angesichts der großen Zahl publizierter Beispiele hätte eine logischere und strengere Organisation des Materials dem Leser das Auffinden von Information wesentlich vereinfacht. So werden im Kapitel zur Synthese von Carbocyclen auch mehrere Beispiele für Lactonsynthesen erwähnt, während andere Heterocyclen in getrennten Kapiteln für sich behandelt werden. Es wäre ebenfalls hilfreich gewesen, die *Einschränkungen* der Ringschlussmetathese zu diskutieren, da dies ja oft am meisten interessiert („Wird diese Reaktion mit meinem Substrat funktionieren?“).

In den Kapiteln 3 und 8 dieses Bandes werden der Mechanismus, der Anwendungsbereich und die aktuellsten Beispiele unterschiedlicher Alkenmetathese-Varianten diskutiert, z.B. der asymmetrischen Alkenmetathese, Tandem-Ringschlussmetathese, Enin-Metathese, Kreuzmetathese und Ring-erweiterungsmetathese. Kapitel 12 (Alkyne Metathesis) ist eine gute Zusammenstellung von Katalysatoren und Beispielen zu dieser Reaktion, deren Anwendungsmöglichkeiten anhand raffinierter Synthesen komplexer Naturstoffe veranschaulicht werden. Kapitel 9, 11 und 13 behandeln die Metathese-unterstützte Synthese konkreter Stoffklassen (Naturstoffe und Naturstoffanaloga, Übergangsmetallkomplexe und Silane), während zwei weitere Kapitel je die Anwendung der Alkenmetathese in der kombinatorischen Chemie und in der großtechnischen Produktion unterschiedlicher (meist Fein-) Chemikalien behandeln. Dieses letzte Kapitel gibt einen seltenen, aufschlussreichen Einblick in die aktuelle Patentliteratur.

Band 3 dieses Werkes befasst sich mit der Anwendung von Metathesereaktionen zur Herstellung von Polymeren. In den Kapiteln 2 und 5 werden der Anwendungsbereich und stereochemische Fragestellungen zur Ringöffnungsmetathese-Polymerisation (Ring-Opening Metathesis Polymerization; ROMP) behandelt. Kapitel 3, 4 und 6–8 beschreiben die Anwendung von ROMP zur Herstellung von Copolyme-

ren, konjugierten Polymeren, funktionalisierten Polymeren und α,ω -difunktionalisierten Polymeren. Besonders angenehm zu lesen und interessant ist Kapitel 4, in dem Feast über die unterschiedlichen (z.T. recht pfiffigen) Strategien zur Herstellung konjugierter Polymere berichtet, aber auch die Schwierigkeiten erläutert, die die Handhabung dieser vielversprechenden Stoffe bereitet. Ferner werden in diesem Band die Polymerisation von acyclischen Dienen und Diinen behandelt.

Das „Handbook of Metathesis“ weist eine Reihe von Schwächen auf, die jedoch für Mehrautorenwerke typisch sind. Die (zumeist gute) Qualität und der Stil der Kapitel variieren stark, und es gibt inhaltlich erhebliche Überschneidungen zwischen den einzelnen Kapiteln. Diese mehrfache Behandlung derselben Themen ist jedoch nicht allzu lästig, weil jeder Autor meist eine andere Perspektive einnimmt. Eine Abkürzungsliste wäre hilfreich gewesen, weil manche Autoren für die gleichen Begriffe unterschiedliche Abkürzungen verwenden (z.B. CM und X-MET für Kreuzmetathese). Außerdem wenden sich die meisten Kapitel an den Spezialisten, ohne genau die verwendete Terminologie oder die vielen Abkürzungen zu definieren.

Es ist sicher keine leichte Aufgabe, ein Register für ein Mehrautorenwerk zu erstellen. In dem vorliegenden Handbuch ist dies recht gut gelungen, mit etwas Mühe hätte das Register noch besser werden können. Zwar enthält es viele Einträge, doch leider sind diese nicht immer relevant oder sinnvoll (z.B. „temperature“, „anti“ oder „deformed“). Außerdem beziehen sich die meisten Einträge immer nur auf eine Seitenzahl, obwohl der Begriff eigentlich an mehreren Stellen behandelt wird. Abgesehen von diesen kleinen Unzulänglichkeiten sollte der Leser jedoch mithilfe des Registers und des Inhaltsverzeichnisses jedes konkrete Thema schnell finden können. Eine Besonderheit des Registers ist die Tatsache, dass es sich um ein gemischtes Autoren- und Sachverzeichnis handelt, in dem jedoch leider nur eine Auswahl von Autoren erscheint. Auch in der Autorenliste zu Anfang eines jeden Bandes lässt sich nur eine Auswahl von Autoren wiederfin-

den. Da alle Autoren Anerkennung für ihren Beitrag verdienen, sollten Autorenlisten oder -verzeichnisse natürlich vollständig sein. Ein weiterer Punkt, der mir missfallen hat – der aber anscheinend fest in der Metathese-Literatur etabliert ist –, sind die Begriffe „well-defined“ (d.h. Einkomponenten) und „ill-defined“ (Mehrkomponenten), die von manchen Autoren fast als Synonyme für „gute“ und „schlechte“ Katalysatoren verwendet werden. Wie die vielen erfolgreichen Anwendungen

von „ill-defined catalysts“ zeigen (Ziegler-Natta-Katalysatoren für die Alkenpolymerisation, $\text{Mo(CO)}_6/\text{ArOH}$ für die Alkinmetathese, $\text{Pd(OAc)}_2/\text{CuI}$ für die Sonogashira-Kupplung), können diese Systeme den Einkomponenten-Katalysatoren sogar weit überlegen sein. Die Behauptung, ein Einkomponenten-Katalysator sei besser als ein Mehrkomponenten-System, entbehrt jeder Grundlage.

Im Großen und Ganzen wird das „Handbook of Metathesis“ ein wert-

volles Nachschlagwerk für den interessierten Organiker und Polymerchemiker sein. Die meisten Abbildungen sind von hoher Qualität, und die Literaturstellen zu jedem Kapitel erfassen auch die neuesten Entwicklungen auf dem jeweiligen Gebiet.

Florencio Zaragoza Dörwald
Novo Nordisk A/S
Måløv (Dänemark)

DOI: 10.1002/ange.200385090

Speakers

Steve Adams (UCSD, San Diego)
Philippe Bastiaens (EMBL Heidelberg)
Annette Beck-Sickinger (Leipzig University)
Craig Crews (Yale University, New Haven)
Michael Famulok (Bonn University)
Theodorus Gadella (Amsterdam University)
A. Ganesan (University of Southampton)
Carine Giovannangeli (MNHN, Paris)
Kai Johnson (EPFL Lausanne)
Thomas Mayer (MPI Martinsried)
Tim Mitchison (Harvard Univ., Cambridge)
Peter Nielsen (PI Copenhagen)
Jan-Michael Peters (IMP Vienna)
Greg Petsko (Brandeis University, Waltham)
Orlando Schärer (Zürich University)
Ilme Schlichting (MPI Heidelberg)
Carsten Schultz (EMBL Heidelberg)
Peter Seeberger (ETH Zürich)
Oliver Seitz (Humboldt University, Berlin)
Herbert Waldmann (MPI Dortmund)

Speakers


2nd EMBO Young Investigator Programme Symposium

Chemistry meets Biology

Chemical Approaches to the Study of Biology

5–6 June 2004

EMBL Heidelberg | Germany



For further information and online registration please visit
www.embo.org/projects/yip/chemicalbiologyindex.html or send an e-mail yip@embo.org