

wissen, was man damit in der Praxis anstellen kann.

Hin und wieder sind Kapitel nicht gut aufeinander abgestimmt. Ein Beispiel: In Kapitel B1.4 „Microwave and terahertz spectroscopy“ des 2. Bandes wird die „far-infrared vibration-rotation-tunneling spectroscopy“ (FIR-VRTS) vorgestellt. Stellvertretend für die mit dieser Methode untersuchten Systeme werden Wassercluster angeführt. Zitat und Abbildung sind einer Dissertationschrift entnommen. Im Kapitel C1.3 „Van der Waals molecules“ des 3. Bandes werden diese Wassercluster ebenfalls besprochen, allerdings ohne den Verweis auf die in B1.4 erläuterte FIR-VRTS-Methode. Illustriert werden ausgerechnet hier die ab-initio-berechneten Assoziate, während die gemessenen Strukturen in B1.4 gezeigt werden. Dafür sind die Autoren von Kapitel C1.3 des anwendungsorientierten Bandes aktueller und zitieren bereits die aus der Dissertationsschrift entstandenen Zeitschriftenartikel.

Stichwortartiges Suchen, beispielsweise nach NMR-Relaxation oder NMR-Bildgebung, in den methodenorientierten Kapiteln führten in den meisten Fällen zu umfangreichen Artikeln mit vielen Verweisen auf die Originalliteratur. Allerdings wird der Verweis auf weiterführende Literatur („Further Reading“) am Ende eines jeweiligen Kapitels nicht konsequent durchgehalten.

Die Encyclopädie ist nicht nur ein gelungenes Nachschlagewerk. Jedes Kapitel steht für sich und ist interessant zu lesen. Natürlich wird sich der Spezialist, ob nun Quantenchemiker oder NMR-Spektroskopiker, in eigens für diese Gebiete geschriebenen Monographien tiefer gehend informieren können. Aber es ist gerade die Stärke dieser Bände, den Charakter der Physikalischen Chemie als Grenzwissenschaft deutlich zu machen und den Bogen zwischen Theorie und Experiment sowie den verschiedenen Zeit- und Längenskalen zu spannen. Dabei finden jüngste Forschungsergebnisse Eingang in das Werk. So wird z.B. über die Einzelmolekülspektroskopie an halbleitenden Nanopartikeln und über neue Vorstellungen zum Prozess der Faltung von Proteinen berichtet. Allerdings hätten die modernen theoretischen Methoden eine etwas stärkere

Berücksichtigung verdient. Beispielsweise wird die in jüngster Zeit so erfolgreiche Car-Parinello-Moleküldynamik-Simulation (CPMD) nur am Rande erwähnt (Band III, B3.3.11).

Die Anschaffung dieser Bände kann den Bibliotheken an den Hochschulen uneingeschränkt empfohlen werden. Zudem sollten alle in diesem Themengebiet tätigen Arbeitsgruppen dieses dreibändige Werk in ihren Handapparat aufnehmen.

Ralf Ludwig

Fachbereich Chemie,
Physikalische Chemie
Universität Dortmund

Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds.

2. Ausgabe. Herausgegeben von *Boy Cornils* und *Wolfgang A. Herrmann*. Wiley-VCH, Weinheim 2002. 1450 S., geb. 499.00 €.—ISBN 3-527-30434-7

Das stetig wachsende Interesse an der homogenen Katalyse seit den 60er Jahren und die Fähigkeit dieses Forschungsbereichs, fundamentale Fragen aufzuwerfen und neue Herausforderungen an die chemische Technologie zu stellen, führten zu dieser Neuauflage des 1996 herausgegebenen

Standardwerks zur homogenen Katalyse (siehe *Angew. Chem.* **1997**, *109*, 1618–1620). Innerhalb sechs Jahren wurden so viele neue Erkenntnisse gewonnen,

z.B. durch die Einführung neuartiger Reaktionsmedien, maßgeschneiderter Katalysatoren, Hochdurchsatzverfahren, dass die Ausgabe vollständig überarbeitet und erweitert worden ist, wie auf dem Einband zu lesen ist. Hier trifft der Begriff „vollständig“ auf die Erweiterungen allerdings mehr zu als auf die Überarbeitung. Die neue Ausgabe umfasst drei Bände mit insgesamt 1450 Seiten. Im ersten Band werden hauptsächlich eingeführte katalytische Prozesse abgehandelt. Die beiden anderen Bände sind aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der homogenen Kataly-

se gewidmet und schließen einen erweiterten Abschnitt „Quo vadis“ und ein ausführliches Sachwortverzeichnis ein. Jeder Band enthält das Inhaltsverzeichnis des kompletten Werks.

Die Einteilung in vier Kapitel wurde beibehalten. In den wesentlichen Kapiteln 2, „Applied Homogeneous Catalysis“ (597 Seiten gegenüber 568 Seiten der alten Auflage), und 3, „Recent Developments in Homogeneous Catalysis“ (jetzt 741 Seiten statt 588 Seiten), werden bewährte katalytische Prozesse und aktuelle Forschungsergebnisse behandelt. Die Herausgeber haben 123 bekannte Experten, 74 aus dem Hochschulbereich und 59 aus der Industrie, als Autoren gewonnen, was zur Neuaufnahme von Beiträgen (5 in Kapitel 2 und 14 in Kapitel 3) und zur Aktualisierung vorhandener Aufsätze (8 in Kapitel 2 und 9 in Kapitel 3) führte.

Die Einleitung wurde etwas verändert, indem die synoptische Präsentation der Entwicklung der metallorganischen Chemie und der homogenen Katalyse aktualisiert und die Nobel-Preisträger für Chemie in die Porträtgalerie aufgenommen wurden, was besonders mit Blick auf 2001 die große Bedeutung der homogenen Katalyse unterstreicht.

Das Kapitel 2 beschäftigt sich mit grundlegenden Umsetzungen, in denen Übergangsmetallverbindungen eine wichtige Rolle spielen. Die Vorstellung der Reaktionen ist entweder nach Reaktionstypen (Hydrierungen, Oxidationen, Hydrosilylierungen, Hydroaminierungen, asymmetrische Synthesen) oder nach Reaktanten (CO und Synthesegas, ungesättigte Verbindungen, HCN, Kohlenwasserstoffe) geordnet. Nur geringfügige Veränderungen wurden vorgenommen, sodass die Ausführungen zu den meisten Reaktionen den wohl bekannten Kenntnisstand widerspiegeln. Der neu eingeführte BP-Cativa-Prozess wird von P. Torrence im Abschnitt über Essigsäure und Essigsäureanhydrid beschrieben. Dass Anwendungsbeispiele der Ringöffnungs-Metathesepolymerisation und Ringschlussmetathese zur Synthese komplexer Strukturen im Beitrag von J. C. Mol über Metathese nicht erwähnt werden, ist bedauerlich. Die meisten inhaltlichen Erweiterungen betreffen die Synthese und/oder die Verwendung neuer Liganden und Komplexe, die Anpassung der Reaktionen zur



Herstellung neuer Produktfamilien sowie aktuelle Trends und Perspektiven. Der Beitrag von L. Resconi et al. von Basell betont das gesteigerte wirtschaftliche Interesse an der Polymerisation von Olefinen und bietet einen guten Überblick über industrielle Synthesen mit Metallocenkatalysatoren der Gruppe-4-Elemente. W. A. Herrmann kommentiert in seinem kurzen Beitrag „Ferrocene as a gasoline and fuel additive“ Herstellungsverfahren von Ferrocen im großen Maßstab und seine Verwendung als katalytisch wirkender Zusatz zu Brennstoffen. In mehreren Aufsätzen werden neue Konzepte wie große „Bite-angle“-Liganden (Hydroformylierung) und hemilabile Liganden (Hydroformylierung, Oligomerisation) zur Steigerung der Selektivität und oft auch der Aktivität vorgestellt. Allerdings werden Anwendungen von Komplexen der späten Übergangsmetalle bei der Oligomerisation und Polymerisation von Olefinen nicht behandelt, obwohl sich dieses Gebiet in den letzten zehn Jahren rasant entwickelt hat. Wie zu erwarten war, werden neue asymmetrische Synthesen von R. Noyori et al. kompetent besprochen: Mehr als 60 Literaturverweise auf enantioselektive Synthesen von z. B. sekundären Alkoholen, Carbonsäuren, Alkaloiden und Sulfoxiden wurden zusätzlich aufgenommen. Im Beitrag von R. A. Sheldon stehen neuere Entwicklungen und ein Vergleich von homogenen Katalysatoren mit dem heterogenen Katalysator TS-1 (Enichem), der mittlerweile industriell angewendet wird, im Mittelpunkt. Der von B. Marciniec vollständig neu verfasste Artikel über Hydrosilylierung bietet jetzt einen klareren und durch die Berücksichtigung von mehr als 50 aktuellen Arbeiten umfassenderen Einblick in dieses noch immer dynamische Forschungsgebiet. Ein weiterer Beitrag von W. A. Herrmann beschäftigt sich mit der Synthese von pharmazeutischen Zwischenprodukten und Materialien mit nichtlinearen optischen Eigenschaften mithilfe der Suzuki-Kupplung.

Einige Aufsätze wurden innerhalb des Werkes nur verschoben. Dem Artikel „A clean route to methacrylates via carbonylation of alkynes“ von E. Drent et al. wurde nur ein einziger Satz angehängt: zeigt dies den Wandel zum kommerziellen Geschäft? Eine andere „Verschiebung“ betrifft den Bereich Oxida-

tion mit Pd^{II} -Komplexen: Die hervorragende Einführung von I. I. Moiseev über „Homogeneous oxidative acetoxylation of alkenes“ wurde nach vorn verschoben und der umfangreiche, aktualisierte Beitrag von R. Jira, „Acetoxylation and other palladium-promoted or palladium-catalyzed reactions“, erscheint jetzt am Ende von Kapitel 3.

Das Kapitel 3 (Bände 2 und 3) wurde beträchtlich erweitert, es nahm um 145 Seiten und über 700 Literaturverweise zu. Die Einteilung in drei Teile, die der Entwicklung von Methoden, speziellen Katalysatoren und Prozessen sowie bestimmten Produkten gewidmet sind, wurde beibehalten. Der Abschnitt über die Methoden mit den überarbeiteten Beiträgen zur Immobilisierung in wässriger (B. Cornils und W. A. Herrmann) und „fluoriger“ Phase (I. T. Horváth) sowie den neuen Aufsätzen über ioni- sche Flüssigkeiten (V. P. W. Böhm), micellare Systeme (G. Oehme) und über- kritische Flüssigkeiten (W. Leitner) bildet den Hauptteil. Leider wurde der Artikel über chemische Reaktionstechnik weder aktualisiert noch unter dem Aspekt des Katalysatorrecyclings überarbeitet. J. Herwig berichtet in seinem kurzen Beitrag „New reactions“ über die Anstrengungen, die Selektivität mithilfe von Mehrphasen- und multifunktionellen Systemen zu steigern. Die Abhandlung über Hochdurchsatzverfahren in der homogenen Katalyse (Symyx) ist zu knapp. Der neu verfasste Beitrag von R. Schmid et al. über die Molekülmodellierung in der homogenen Katalyse bietet einen guten Einblick in die Verwendung von Rechenmethoden zur Untersuchung und Optimierung wichtiger katalytischer Prozesse. Die Artikel über katalytische C-C-Knüpfungsreaktionen (Heck-Reaktion, Cyclopropanierung, Fischer-Tropsch-Synthese, Aren-Kupplungen) wurden aktualisiert, insbesondere der über die Heck-Reaktion. Konzepte des Katalysatordesigns werden im neu aufgenommenen Beitrag von W. A. Herrmann et al. anhand des Einsatzes N-heterocyclischer Carbene in der Olefin-Metathese und der Heck-Reaktion diskutiert.

Der zweite Teil von Kapitel 3 ist immer noch eine bunte Sammlung von Beiträgen über Methoden, Katalysatoren, Reaktanten und Prozesse. Die Aufsätze über Biokatalyse, Enzym-analoge

Prozesse und Membranreaktoren wurden durch weitere, aktuellere Literaturverweise ergänzt. Erwähnenswert sind das Plädoyer R. Anwanders für die Verwendung von Lanthanoidkomplexen in der homogenen Katalyse (über 100 zusätzliche Literaturverweise), der neue Artikel von F. Agbossou-Niedercorn über den Einsatz von Phosphorliganden in der enantioselektiven Katalyse (ca. 200 Literaturverweise) und die Ausführungen von C. Bianchini et al. zur katalytischen Hydrierung von heterocyclischen Schwefel- und Stickstoffverbindungen als Grundlage zum Verständnis industrieller HDS- und HDN-Verfahren zur Reinigung von Treibstoffen (ca. 40 zusätzliche Literaturverweise).

Im dritten Teil von Kapitel 3 wurden ebenfalls Ergebnisse aktueller Arbeiten berücksichtigt. Enantioselektive Reaktionen sind das Thema in den Beiträgen von H.-U. Blaser, B. Pugin und F. Spindler (technische Anwendungen), M. Beller und K. B. Sharpless (Osmium-katalysierte Dihydroxylierung) und P. W. Jolly und G. Wilke (Hydrovinylierung): Sie vervollständigen die Ausführungen von R. Noyori zu dieser Thematik. Als erwähnenswerte Veränderungen sind der Bericht über die katalytische Bildung von organischen Carbonaten in „Carbon dioxide as a C_1 -building block“ (E. Dinjus et al.) und die völlig überarbeiteten Artikel über die reduktive Carbonylierung von Nitroverbindungen (M. Dugal et al.) und die Pauson-Khand-Reaktion (W. A. Herrmann) zu nennen. Zudem wurden mit den Aufsätzen „Chemicals from renewable sources“ (J. P. Zoller, 24 Literaturverweise) und „Chemistry of methyltrioxorhenium“ (F. E. Kuhn und M. Groarke beschreiben die Reaktivität, 31 Literaturverweise; W. A. Herrmann berichtet über technische Synthesen, 9 Literaturverweise) neue Themen aufgegriffen.

In Kapitel 4 geben die Herausgeber einen persönlichen Ausblick auf die künftige Entwicklung der homogenen Katalyse in der Grundlagenforschung und der industriellen Anwendung, der Methoden zur Immobilisierung sowie auf das Potential von Kolloiden, Mehrkomponenten- und multifunktionellen Systemen. Effizienz und Selektivität, die Schlüsselworte der homogenen Katalyse, führen zu neuen Reaktionen (Aktivierung der C-H-, C-C-, C-F-Bin-

dung) und leistungsfähigeren Katalysatoren (maßgeschneiderte Liganden, Lanthanoidkomplexe usw.).

Dieses Werk ist eine umfassende Darstellung des neuesten Stands der Forschung im Bereich der homogenen Katalyse. Jeder, der bereits Grundkenntnisse in der Übergangsmetallchemie hat, wird nützliche, aktuelle Informationen in Bezug auf die Fähigkeiten (Kapitel 2) und Trends (Kapitel 3) der homogenen Katalyse finden. Wer sich intensiver mit den Themen beschäftigen will, dem bieten mehr als 6000 Literaturverweise – einige davon verweisen auf Arbeiten aus dem Jahr 2002 – den Zugriff auf die entsprechende Primärliteratur. Diese zweite Ausgabe von *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds* ist keine Abschrift der Erstausgabe. Eine Menge neuer Stoff wurde aufgenommen, besonders aus den Bereichen Methodik und organische Synthese. In jedem Laboratorium, in dem man sich mit Katalyse und nachhaltiger Chemie beschäftigt, sollten Mitarbeiter auf dieses Werk zugreifen können.

Igor Tkatchenko

Laboratoire de Synthèse et
Electrosynthèse organométalliques
CNRS-Université de Bourgogne
Dijon Cedex (Frankreich)

Directed Molecular Evolution of Proteins. Herausgegeben von Susanne Brakmann und Kai Johnsson. Wiley-VCH, Weinheim 2002. 357 S., geb. 129.00 €.—ISBN 3-527-30423-1

Wie lassen sich Katalysatoren für bestimmte chemische Reaktionen finden? Dies ist vermutlich eine der größten Herausforderungen der zeitgenössischen Chemie. Das vorliegende Buch beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit diesem Thema. Das Gebiet der gezielten Proteinentwicklung ist in einem rasanten Wachstum begriffen, was die Bei-

träge widerspiegeln, die hauptsächlich die experimentellen Ergebnisse der letzten 15 Jahre wiedergeben. Frühere Experimente aus diesem Forschungsbereich sind sehr selten und werden in dem Buch in einem kurzen geschichtlichen Abriss erwähnt.

Die meisten Beiträge in diesem Buch wurden von Pionieren auf den jeweiligen Forschungsgebieten verfasst. Die wissenschaftliche Information ist dementsprechend exzellent. Manche Autoren haben ihre eigenen Forschungen zusammengefasst, andere dagegen sind das Thema umfassender angegangen. Im Abschnitt über die In-vitro-Selektion für die Katalyse sind besonders die sehr nützlichen Zusammenfassungen und Tabellen hervorzuheben, die meines Wissens in wissenschaftlichen Zeitschriften bisher nicht veröffentlicht wurden. Fast alle 14 Beiträge haben einen engen Bezug zu dem Untertitel des Buchs, „How to Improve Enzymes for Biocatalysis“; lediglich ein Beitrag, der das wohlbekannte, für die Identifizierung von Protein-Protein-Wechselwirkungen verwendete Hefe-zwei-Hybrid-System behandelt, fällt thematisch etwas aus dem Rahmen. Es ist auch der einzige Aufsatz, dessen Literaturliste einiges zu wünschen übrig lässt, und seltsamerweise taucht dieser Artikel auch nicht im Inhaltsverzeichnis auf.

Die Art und Weise, mit der in dem Buch verschiedenartige Gebiete abgehandelt werden, schätze ich sehr. Die Berichte zum zentralen Thema Enzymentwicklung umfassen theoretische Ansätze, die physikalische, analytische, organische und anorganische Chemie, automatisierte Screening-Techniken, die strukturelle Biologie, die Molekularbiologie von Eukaryontenzellen, die Mikrobiologie und die mikrobielle Ökologie. Das Buch vermittelt dem Leser ein Mindestwissen auf diesen Gebieten, das wahrscheinlich nötig ist, um Enzymentwicklung erfolgreich experimentell betreiben zu können. Ich jedenfalls habe diese mehr oder weniger detaillierten Beiträge aus den verschiedenen Gebieten mit Freude gelesen. Man lernt z.B. das „ee tree“-Konzept kennen, das sich von den Enantiomerenüberschusswerten in der organischen Chemie und den biologischen Stammbäumen von Enzymen ableitet. Gut verständlich wird über den Aufbau von Bibliotheken, ausge-

hend von DNA natürlicher oder synthetischer Quellen, verschiedene Genotyp-Phänotyp-Verknüpfungen, In-vivo- und In-vitro-Proteinselektion, Strategien zur Amplifikation und ihre Vorteile und Nachteile, Entwicklungszyklen, Sequenz-Struktur-Funktions-Beziehungen, Anwendungen gezielt entwickelter Enzyme, Darwinismus und andere biologische Konzepte, die auf Makromoleküle angewendet werden, berichtet.

Directed Molecular Evolution of Proteins enthält zudem nützliche Angaben, die normalerweise in Zeitschriften kaum zu finden sind: beispielsweise Berichte von erfolglosen Experimenten. Der Leser wird auch auf interessante Zusatzinformationen stoßen. So wird z.B. die Zahl der Bakterienarten auf der Erde und pro Gramm Bodenmaterial sowie die Zahl der klassifizierten Pilz- und Bakterienspecies bei Novozymes geschätzt. Außerdem ist eine Beurteilung des Marktes für chirale organische Verbindungen zu finden.

Bis jetzt hat sich noch keine Strategie als Universalmethode für die Isolierung von maßgeschneiderten Enzymen gezeigt. Um die effizientesten unter den vielen zurzeit in der Enzymentwicklung angewendeten Techniken zu selektieren, wird man noch einige Zeit brauchen. Einer der Autoren meint sogar: „[The success] of evolutionary approaches may someday contribute to their own obsolescence in favour of in silico rational design. That day is far off, however.“ Mir gefällt lieber die Vorstellung von einem plötzlich aufkommenden Formalismus bei der Proteinfaltung, was die Vorhersage der dreidimensionalen Proteinstruktur, der Proteindynamik und Proteinfunktion stark vereinfachen würde.

Das Buch ist Akademikern und Forschern in der Industrie sehr zu empfehlen. In einem (oder mehreren) der Beiträge werden sie mit Sicherheit eine Idee oder einen interessanten Hinweis entdecken, die in der übrigen wissenschaftlichen Literatur zu dem Thema nicht zu finden sind. Die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet sind enorm. Umso bemerkenswerter ist es, dass Arbeiten aus dem Jahr 2002 berücksichtigt werden und die meisten zitierten Veröffentlichungen aus der Zeit von 1999 bis 2001 stammen. Studierenden, die sich für die Biochemie interessieren, wird das Buch ebenfalls von Nutzen sein, nicht

