

tank reactor), Reaktions-Diffusionsgleichungen der Musterbildung (Turing-Prozesse), chemische Wanderwellen, heterogene katalytische Systeme und chemisches Chaos. Auf alle diese Prozesse wird die lokale Stabilitätsanalyse unter Benutzung der Jakobi-Matrix und ihrer Eigenwerte angewendet. Viele Abbildungen, z. B. informative Flußdiagramme und Phasenportraits, illustrieren die analytischen Lösungen. Der Allgemeinheit halber werden Differentialgleichungen in dimensionsloser Form gewählt. Vor allem ist die klare Behandlung der Hopf-Bifurkation und die Erregbarkeit stationärer Zustände über die Nullclines hervorzuheben. Die Behandlung der Bistabilität in einem Flußbrührreaktor und die dazu gehörigen Flußdiagramme zeigen das interessante Auftreten von bekannten Mustern, die das Aussehen von Inseln (isolas) oder Pilzen haben.

Konkrete chemische Systeme werden im zweiten Teil behandelt, wobei die bekannte Belousov-Zhabotinsky-Reaktion und die Analyse des Oregonator-Modells im Mittelpunkt stehen. Als Beispiele von Gasphasenreaktionen werden die Wasserstoff-Sauerstoff-Reaktion, die  $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{O}_2$ -Reaktion sowie die Oxidation von Acetaldehyd auch im CSTR sowie ihre Modellierungen besprochen. Die Autoren können zeigen, daß sich das gegenwärtige Verständnis dieser Gasphasenreaktionen auf gleicher Ebene bewegt wie das der BZ-Reaktion in der Flüssigkeit.

Didaktisch gesehen ist der Aufbau der einzelnen Kapitel im Stile einer Vorlesung gehalten, und es ist deshalb manchmal schwierig, quer einzusteigen. Eine systematische Lektüre bringt jedoch großen Gewinn. Allerdings werden die für den Praktiker so wichtigen numerischen Methoden, z. B. die Attraktorkonstruktionen, Poincaré-Schnitte, Lyapunov-Exponenten und die Dimensionalität eines Attraktors nicht behandelt. Dafür müssen andere Text konsultiert werden. Die Zahl der Beispiele von chemischen Reaktionen ist ebenfalls begrenzt. Biologische Beispiele und Gas/Feststoff-Reaktionen der technischen Katalyse wurden weggelassen.

Dieses interessante und gut geschriebene Buch richtet sich an den mathematisch geneigten Chemiker, der sich für analytische Lösungen einfacher nicht-linearer Reaktionsschritte interessiert. Es ist nachdrücklich zu empfehlen.

Friedemann W. Schneider [NB 1168]  
Institut für Physikalische Chemie  
der Universität Würzburg

**Grundlagen und Praxis der Biotechnologie.** Von H. Diekmann und H. Metz. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991. 276 S., kartoniert DM 64.00. – ISBN 3-437-20462-9

Dieses Buch erschien gerade (noch) rechtzeitig, da der Begriff „Biotechnologie“ zur Zeit in der Öffentlichkeit große Erwartungen, Hoffnungen, zum Teil auch Ängste erweckt und sich vielleicht gerade im Zenit des Interesses befindet. Dem Autorenteam, einem Wissenschaftler von der Hochschule und einem aus der Industrie, geht es mit dem Buch darum, bestehende Wissens- und Ausbildungslücken auf diesem interdisziplinären Gebiet aus Biologie, Chemie und Technik zu schließen, da sich die traditionell getrennten Wissenschaften Biologie und Chemie zunehmend aufeinander zu bewegen und deshalb immer stärker ein fachübergreifendes Verständnis erforderlich ist. Informationen und Überblick sollen Studenten und Lehrenden der Hoch- und Fachhochschulen, Wissenschaftlern und technischem Personal aus Forschung und Industrie, aber auch Journalisten, Politikern und Verwaltungsbeamten von Aufsichts- und Fachbehörden vermittelt werden. Das ist den Autoren – um es vorwegzunehmen – in hervorragender Weise gelungen.

Das Buch ist klar und übersichtlich in fünf Kapitel gegliedert, die didaktisch vernünftig von Definitionen über Grundlagen, Mikroorganismen im technischen Maßstab, biotechnologische Prozeßführung bis hin zur industriellen Nutzung aufeinander folgen und dreifarbig illustriert sind. Im Einführungskapitel werden die Zielsetzungen und Begriffe der Biotechnologie definiert und ihre historische Entwicklung skizziert. Im folgenden Kapitel werden alle zum Verständnis der Biotechnologie notwendigen biologischen und biochemischen Grundlagen kurz und mit einfachen Beispielen belegt dargestellt, incl. Klassifizierung, Genetik (mit Grundlagen der Gentechnologie), Stoffwechselvorgängen (Primär- und Sekundärstoffwechsel, Biosynthesen und Regulation), Enzymologie (Benennungen, Kinetik, Zellaufschlußmethoden), Kulturwachstumsgesetze, Handhabung von Mikroorganismen und Zellkulturen. Das dritte Kapitel behandelt – für meinen Geschmack etwas zu ausführlich – alle technischen Grundlagen wie Dimensionen und Begriffe, die verschiedenen Typen von Bioreaktoren und Fermentern sowie deren Steriltechnik, Betriebs- und Kontrolltechniken. Im vierten Kapitel wird schließlich auf den biotechnologischen Prozeß selbst eingegangen, wobei Fermentationsprozesse, der enzymatische Prozeß (incl. technischer Verwendung und Immobilisierung von Enzymen oder ganzen Mikroorganismen, Produktbildung mit Hilfe von Enzymreaktoren und analytische Verwendung von Enzymen in Biosensoren), Entwicklung und Umfeld, Sicherheitsaspekte (Risiken durch Mikroorganismen und Gentechnik, Regelungen) und wirtschaftliche Faktoren behandelt werden. Das letzte Kapitel schließlich befaßt sich mit den Produkten und Leistungen der Biotechnologie, wobei auf die Anwendung in der Nahrungs- und Futtermittelindustrie, in der Landwirtschaft sowie auf spezielle niedermolekulare organische Produkte (von Methan bis zu Aminosäuren oder Vitaminen), Makromoleküle (von Enzymen bis zu polymeren Kohlenhydraten), pharmazeutisch bedeutende Sekundärstoffe (Antibiotica, Alkaloide, Enzym-Inhibitoren, Immunomodulatoren etc.) eingegangen wird. Weiterhin werden deren Herstellungsprozesse, aber auch Biotransformationsprozesse (Einsatz von Enzymen oder ganzen Mikroorganismen) erläutert, wobei sowohl traditionelle Prozesse (z. B. Weinherstellung) als auch hochmoderne Produkte (z. B. der erst kürzlich auf den Markt gekommene  $\alpha$ -Glucosidase-Inhibitor Acarbose) als Beispiele genannt werden. Auch alle übrigen technischen Prozesse mit Mikroorganismen wie Metallgewinnung durch Erzlauhung oder Entschwefelung, Abluft- und Abwasserreinigung, Verseuchungs- und Altlastenentsorgung werden kurz angesprochen und deren Perspektiven aufgezeigt. Im letzten Abschnitt dieses Kapitels, der der Energiegewinnung mit Hilfe biotechnologischer Prozesse (Schlagwort „nachwachsende Rohstoffe“) gewidmet ist, werden kritisch die Grenzen der Biotechnologie aufgezeigt und auf eine Überschätzung ihrer Möglichkeiten aufmerksam gemacht. In einem kurzen Ausblick wird die Weiterentwicklung der Biotechnologie – insbesondere durch den Einfluß der sich erst am Anfang befindenden Gentechnik – vorsichtig optimistisch betrachtet, wenn auch nicht vorhersehbar ist, wo und wie der zukünftige Nutzen sein wird; vor zu viel Optimismus wird gewarnt.

Das Buch ist praktisch frei von Druckfehlern und verfügt am Ende jeden Kapitels über ein umfassendes Literaturverzeichnis, das schwerpunktmäßig neuere und neueste Literatur enthält und so eine Vertiefung spezieller Punkte ermöglicht. Am Ende des Buches ist ein ausreichendes Stichwortverzeichnis, so daß sich das Buch als orientierendes Nachschlagewerk eignet. Im Gegensatz zum Handbuch der Biotechnologie oder dem jährlich erscheinenden Jahrbuch der Biotechnologie, in denen sich jeweils einzelne Aufsätze zu

speziellen Themen von einer großen Anzahl von Autoren befinden, bietet dieses Buch eine geschlossene Darstellung und wird seinem Anspruch, einen Überblick über die verschiedenen Aspekte der Biotechnologie für alle Interessierten zu verschaffen – insbesondere auch bei einem relativ niedrigen Preis – voll gerecht.

Jürgen Rohr [NB 1170]  
Institut für Organische Chemie  
der Universität Göttingen

#### **Selective Hydrocarbon Activation. Principles and Progress.**

Herausgegeben von J. A. Davies, P. L. Watson, J. F. Liebman und A. Greenberg. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim/VCH Publishers, New York 1990. XIV, 568 S., geb. DM 275.00. – ISBN 3-527-26959-2

Die Suche nach möglichst „milden“, stöchiometrischen, im Idealfall katalytischen, vor allem aber selektiven Wegen zur gezielten Umwandlung von Kohlenwasserstoffen – in erster Linie von Paraffinen – in höherwertige Produkte gehört aus offensichtlichen Gründen zu den großen und permanenten Herausforderungen der chemischen Forschung. Erst das letzte Jahrzehnt hat bei der intermolekularen C–H-Aktivierung gesättigter Kohlenwasserstoffe und verwandter Verbindungen entscheidende Fortschritte gebracht, die zu einem enormen Anwachsen der einschlägigen Literatur, insbesondere was die homogene C–H-Aktivierung an Übergangsmetallzentren betrifft, geführt haben. Einigen wenigen Publikationen pro Jahr noch zu Ende der siebziger Jahre stehen heute weit mehr als tausend Arbeiten jährlich gegenüber, die sich in irgendeiner Form mit der Thematik „C–H-Aktivierung“ befassen. Eine ganze Reihe von Übersichtsartikeln ist in jüngster Vergangenheit erschienen, und die Zeit für ausführliche Zusammenfassungen in Buchform war sicher reif.

Im vorliegenden Werk präsentieren 20 Autoren in 15 Kapiteln alle wesentlichen Aspekte der homogenen Aktivierung von Kohlenwasserstoffen. Die gewählte Form eines Multi-Autoren-Bandes mit Beiträgen von Spezialisten entspricht der Aktualität und dem interdisziplinären Charakter des behandelten Forschungsgebietes und bietet die beste Möglichkeit, der hohen Geschwindigkeit neuer Entwicklungen einigermaßen Rechnung zu tragen, ohne den Anspruch auf eine fundierte Behandlung aufzugeben. Den vier Herausgebern (drei davon sind Mitautoren) ist eine Auswahl und Zusammenstellung gelungen, die dieses Buch zu einem Gewinn für jeden macht, der sich umfassend informieren und auf den (fast) aktuellen Stand bringen will.

Zum Inhalt: Im ersten Kapitel, „The Homogeneous Activation of H–H and X–H Bonds by Metals“ (17 S., 49 Zitate), summiert R. H. Crabtree kurz die unterschiedlichen Mechanismen von C–H-Aktivierungsreaktionen, um dann relativ ausführlich auf die verwandte Aktivierung von H<sub>2</sub>, von Silanen und X–H-Bindungen (OH, NH u. a.) einzugehen. Einem Absatz über 2-Elektronen/3-Zentren-Wechselwirkungen (Agostik, H<sub>2</sub>-Komplexe etc.) und elektrophile X–H-Aktivierung folgt ein Abschnitt über die photochemische, Quecksilber-sensibilisierte Chemie von C–H- und X–H-Bindungen, die der Autor selbst ausführlich untersucht hat. Crabtrees Beitrag ist informativ und als Einstimmung geeignet, gemessen an anderen Übersichten des gleichen Autors zur Thematik C–H-Aktivierung allerdings nicht ganz konkurrenzfähig. J. V. Zeile Krevor befaßt sich in Kapitel 2, „Alkane Oxidation: The Oxidation of Alkanes by Group VIII Metal Ions“ (21 S., 66 Zitate), mit Problemen der katalytischen Teiloxidation von Kohlenwasserstoffen, auch mit

SiO<sub>2</sub>-oberflächengebundenen Spezies. Auf stöchiometrische, homogene C–H-Aktivierungen mit Übergangsmetallkomplexen (die Standard- und Paradebeispiele mit Rh, Ir, Pt, Os) wird eingegangen, und die verwandte Chemie von Metall-Ionen in der Gasphase (vide infra) wird kurz angerissen. Das Kapitel schließt mit einem Exkurs zu Modellen biologischer Oxidationssysteme und zum Einsatz von anorganischen Komplexen, eingebaut in Zeolithen. I. P. Rothwells Beitrag, „The Homogeneous Activation of Carbon-Hydrogen Bonds by Electrophilic Early Transition Metal Systems“ (31 S., 100 Zitate), konzentriert sich auf „frühe“ Übergangsmetalle in hohen Oxidationsstufen, unter Berücksichtigung auch von intramolekularen C–H-Aktivierungen durch  $\alpha$ -,  $\beta$ - usw. bis hin zu  $\epsilon$ -Wasserstoffabstraktionen, und auf Cyclometallierungen bei Heteroliganden, wobei besonders Aryloxy-Liganden zum Arbeitsgebiet des Autors gehören. Vorweggenommen wird dann bereits ein Teil der C–H-Aktivierungsschemie durch Organometallverbindungen der Lanthanoide und Actinoide. Eine Diskussion mechanistischer Gesichtspunkte rundet dieses Kapitel ab. Von der Themenstellung her passend folgt P. L. Watsons hochinteressanter Überblick zur „C–H Bond Activation with Complexes of Lanthanide Elements“ (30 S., 86 Zitate). Ausführlich werden die Grundlagen der elektrophilen C–H-Aktivierung unter Einbeziehung thermochemischer Aspekte besprochen, agostische Wechselwirkungen mit elektronenarmen Lanthanoid- und Actinoid-Metallzentren werden im Detail abgehandelt, und anschließend folgt eine ausgezeichnete Zusammenstellung der Aktivierungsreaktionen bei C–H-Bindungen von Alkanen, Alkenen, Alkinen, Arenen und koordinierten Liganden, die mit einem Blick auf  $\beta$ -Eliminierungsprozesse abschließt. Man spürt in diesem Beitrag die Expertise der Autorin und Mitherausgeberin, der ja die Entdeckung der ersten wohldefinierten Homogenreaktion von Methan mit einer Organometallverbindung zuzuschreiben ist, und deren Tätigkeit in der industriellen Grundlagenforschung diesem Übersichtsartikel sicher auch zugute kommt.

Das fünfte Kapitel des Buches, „Development of Catalytic Processes for the Synthesis of Organic Compounds that Involve C–H Bond Activation“ (32. S., 75 Zitate), geschrieben von W. D. Jones, wendet sich, nachdem ebenfalls die wichtigen (und oft übersehenen) thermodynamischen Grenzen des im Titel formulierten Fernziels abgesteckt sind, der eigentlich entscheidenden Frage zu, d. h. der Funktionalisierung von C–H-Bindungen von Arenen und Alkanen, nun aber wieder überwiegend mit „späten“ Übergangsmetallen. Nach den stöchiometrischen Fällen geht der Autor auf die selteneren, zum Teil selbst erforschten Beispiele zumindest kurzzeitig katalytisch aktiver Systeme ein. Der sachkundig aufbereitete Überblick umfaßt eine breite Palette unterschiedlicher Komplexe und Reaktionstypen. Dem vorausgehend schon mehrfach angeschnittenen Problemkreis der Thermochemie ist der folgende Beitrag des Buchs von J. F. Liebman und C. D. Hoff, „The Thermochemistry of Hydrocarbon Activation Reactions: A View from the Organic and Metal Perspectives“ (52 S., 118 Zitate), gewidmet. Hier findet der Leser eine ausführliche, grundlegende, auch recht kurzweilig geschriebene Darstellung der thermodynamischen Seite von Insertionsreaktionen in C–H- und C–C-Bindungen von Kohlenwasserstoffen, ergänzt durch 15 Tabellen und viele weitere Daten. Auf ca. 20 Seiten wird direkt auf metallorganische Thermochemie, speziell auf die Rolle von M–C- und M–H-Bindungsstärken bei „späten“ Übergangsmetallen im Zusammenhang mit Katalyse Bezug genommen. Eine kritische Wertung des verfügbaren Datenmaterials ist in diesem Teil ebenso zu finden wie eine aktuelle Literaturübersicht und Hinweise auf zugehörige Ergebnisse aus der Theoretischen Chemie. Die Abschnitte über Ligandeneffekte auf