

einander um. Hier liegt jedoch eine Ringinversion vor, da der planare Vierring nur eine nichtplanare Deformationsart (Normalkoordinate) aufweist, die zwangsläufig nicht entartet sein kann. Ein pseudorotatorischer Freiheitsgrad muß einer doppelten Entartung entsprechen, und dies ist erst bei Ringen mit fünf und mehr Gliedern möglich.

Trotz aller Kritik ist es begrüßenswert, daß der Herausgeber von „Ostwalds Klassikern“ der Geschichte der Aufklärung der Cyclohexanstruktur und damit auch des Herzstücks der Konformationsanalyse ein eigenes Bändchen gewidmet hat. Jedem, der sich für die Entwicklungslinien grundlegender Konzepte unserer heutigen Chemie interessiert, sei es anempfohlen, zumal der Preis auch bei knapper Kasse erschwinglich ist.

Otto Ermer [NB 921]

Institut für Organische Chemie
der Universität Köln

Electron Transfer Reactions in Organic Chemistry. Von *L. Eberson*. Springer, Berlin 1987. XIII, 234 S., geb. DM 128.00. – ISBN 3-540-17599-7

Elektronentransfer (ET) als mechanistischer Bestandteil organisch-chemischer Reaktionen ist in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund der Diskussion getreten. Auch klassische Reaktionen wie die nucleophile aliphatische Substitution oder die elektrophile aromatische Substitution werden in diese Überlegungen einbezogen. Während die Verfechter dieser Idee die gesamte Organische Chemie unter diesem Aspekt sehen, herrscht bei vielen anderen Verunsicherung über seine Bedeutung. Es ist das Verdienst *Lennart Ebersons*, mit seiner Monographie den Versuch einer Standortbestimmung und Abgrenzung des Bereiches Elektronentransfer bei organischen Reaktionen unternommen zu haben.

In einem nicht sehr umfangreichen Werk der Serie „Reactivity and Structure Concepts in Organic Chemistry“ wird zunächst der Elektronentransfer als ein „vernachlässigtes Konzept der Organischen Chemie“ eingeführt. Nach Klarstellung und Definition des Begriffes Elektronentransfer (Kapitel 2), häufig überflüssigerweise als „Single Electron Transfer“ (SET) bezeichnet, werden in Kapitel 3 Theorien des Elektronentransfers dargestellt. Dabei spielt erwartungsgemäß die bei Organikern noch zu wenig bekannte Marcus-Theorie eine zentrale Rolle. Die beiden folgenden Kapitel enthalten Hinweise für die praktische Anwendung dieser Theorie und Methoden zur experimentellen Diagnose Elektronentransfer-verdächtiger Reaktionen.

Wichtig scheint mir, daß großes Gewicht auf die quantitative Analyse experimenteller Daten gelegt wird. Erst die sorgfältige Erarbeitung kinetischer und thermodynamischer Daten, die für viele Reaktionen noch fehlen, dürfte zu einer klareren Sicht führen. Hierauf immer wieder hinzuweisen ist sicherlich ein Verdienst des Buches. Gleichzeitig wird deutlich, wie schwierig der eindeutige Nachweis der Beteiligung von ET ist.

In den Kapiteln 6–8 werden Reaktionen nichtmetallischer organischer und anorganischer Spezies, Reaktionen organischer Verbindungen mit anorganischen Oxidationsreagentien und Elektronentransfer bei rein organischen Reaktanten beschrieben. Dabei wird immer wieder darauf aufmerksam gemacht, daß in vielen Fällen noch viel Arbeit zu investieren sein wird, um ein eindeutiges mechanistisches Bild zu erstellen.

Kapitel 9 behandelt das Gebiet licht- und elektrodeninduzierter ETs. Kapitel 10 schließlich befaßt sich mit dem

wichtigen Gebiet der ET-katalysierten Reaktionen, das sich in den letzten zwei Jahrzehnten rasch entwickelt hat. Bevor im abschließenden Kapitel auf Anwendungen des ETs für synthetische und auch technische Prozesse relativ kurz hingewiesen wird, setzt sich *Eberson* in Kapitel 11 mit der Abgrenzung polarer Mechanismen von ET-Mechanismen auseinander. Man erkennt, wie schwierig dies sein kann und wieviel gerade hier noch geleistet werden muß, um dem ET den ihm zukommenden Platz in der Organischen Chemie geben zu können.

Obwohl von einem Verfechter des ET-Konzeptes verfaßt, bemüht sich das Buch immer um eine kritische Diskussion der Fakten, wobei mit Recht besonderes Gewicht auf die quantitative Seite, die Anwendung der Marcus-Theorie, gelegt wird. Es ist zu hoffen, daß diese Monographie zur Verbreitung der Marcus-Theorie des Elektronentransfers in der Organischen Chemie beitragen und einem sich stürmisch entwickelnden Gebiet weitere Impulse geben wird.

Das Buch verzichtet aus Platzgründen auf die Behandlung des ET bei biologischen Prozessen und in der Organometallchemie. Die Literatur ist sorgfältig recherchiert und schließt zum Teil noch Referenzen von 1987 ein. Die Lektüre des Textes sei jedem empfohlen, der sich einen Überblick über den derzeitigen Stand des ET in der Organischen Chemie verschaffen möchte.

Reiner Sustmann [NB 916]

Institut für Organische Chemie
der Universität-Gesamthochschule Essen

Biotechnology. A Comprehensive Treatise in 8 Volumes.

Herausgegeben von *H.-J. Rehm* und *G. Reed*. Vol. 7a: **Enzyme Technology.** Bandherausgeber: *J. F. Kennedy*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1987. XII, 761 S., geb. DM 495.00, Subskriptionspreis: DM 425.00. – ISBN 3-527-25769-1

Enzymatisch katalysierte Reaktionen bilden die Grundlage der Biotechnologie, und die Herausgeber und Autoren des vorliegenden Handbuchs bemühen sich um eine vollständige Erfassung dieses Gebiets. Zu diesem Mammutwerk liefert der Band über Enzym-Technologie einen wertvollen Beitrag. Am Rande sei erwähnt, daß diese Abhandlung^[*] nicht – wie der Titel sagt – nach acht Bänden, sondern erst nach zehn Bänden abgeschlossen sein wird.

Der Band über Enzym-Technologie soll dem Leser einen Überblick über chemische und biologische Eigenschaften sowie die Produktion und Verwendung von Enzymen verschaffen. Diese Aufgabe haben die Autoren im allgemeinen sehr erfolgreich bewältigt. Man sollte von diesem Buch jedoch keine Informationen über ökonomische Aspekte der Enzymproduktion, die historische industrielle Entwicklung oder das kommerzielle Potential von Enzymen erwarten. Man hätte auch den Gebrauch oder die mögliche Verwendung von Enzymen bei der Abfallbeseitigung herausstellen sollen. Trotz dieser Einschränkungen ist der vorliegende Band eine gute und verständliche Informationsquelle für jeden Wissenschaftler, der an Enzymen interessiert ist.

Das Buch hat 15 Kapitel, von denen viele von namhaften Autoren verfaßt worden sind. Die Kapitel 1, 2 und 6 befassen sich mit den Grundlagen der Enzymkinetik und der Molekularbiologie. Sie richten sich zwar nicht an Experten, doch wird vom Leser ein Grundwissen auf diesen

[*] Vgl.: *Angew. Chem.* 99 (1987) 941.

Gebieten vorausgesetzt. In drei weiteren Kapiteln werden anschaulich die Produktion von Enzymen durch Fermentation sowie deren anschließende Isolierung und Reinigung beschrieben. Das 146 Seiten starke Kapitel über Enzym-Fermentation ist – wie auch viele andere Kapitel dieses Bandes – in Form eines wissenschaftlichen Übersichtsartikels abgefaßt. Es enthält ein ausführliches Literaturverzeichnis (29 Seiten) und ist stark auf industrielle Anwendungen ausgerichtet. Verfahrenstechnische Aspekte der Fermentation hätten hier stärker berücksichtigt werden sollen.

Die beiden Kapitel über Enzymrückgewinnung im Labormaßstab und im technischen Maßstab haben zwar einige Wiederholungen, ergänzen sich aber im großen und ganzen. Diese Kapitel enthalten ausgezeichnete Hinweise, die für Anfänger auf dem Gebiet der Enzymrückgewinnung sehr nützlich sind. Besonders gelungen ist der Abschnitt zur Ionenaustausch-Chromatographie. Ich hätte mir einen besseren Überblick über die Methoden zur Zelltrennung und die ökonomischen Aspekte der industriellen Produktion von Enzymen gewünscht. Auch wäre zumindest ein Fließschema für die Produktion eines der im großtechnischen Maßstab hergestellten Enzyme sinnvoll gewesen.

Zwei sorgfältig abgefaßte und leicht lesbare Kapitel befassen sich mit immobilisierten Enzymen und immobilisierten Zellen. Sie bieten einen ausgezeichneten Überblick über die verschiedenen Arten und Methoden der Immobilisierung. Die Autoren, die selbst sehr gute Forschungsbeiträge zu diesem Gebiet geleistet haben, hätten jedoch darauf eingehen sollen, warum nur einige der Methoden zur Immobilisierung von Enzymen erfolgreich in den industriellen Maßstab übertragen werden konnten. Thema eines weiteren kurzen, gut lesbaren Kapitels ist die Verwendung synthetischer Enzyme sowie polymerer und makrocyclischer Verbindungen als Katalysatoren mit enzymähnlicher Wirkung. Ein Kapitel über Reaktoren von Enzymreaktionen ist verständlich und gut geschrieben. Bei der Enzymkinetik treten allerdings einige Überschneidungen mit Kapitel 1 auf, die man hätte vermeiden können.

Den Verwendungsmöglichkeiten von Enzymen in Vergangenheit und Gegenwart sind vier Kapitel gewidmet, die zum Teil von renommierten Autoren auf diesem Gebiet verfaßt worden sind. So beschreiben die Veteranen *Reed* und *Peppler* den Gebrauch von Enzymen als Nahrungsmittel- und Futterzusatzstoffe. Dieses Kapitel zeigt, daß man mit der Terminologie der entsprechenden Industriezweige vertraut sein muß (z. B. Stärkefabrikation, Brauwesen, Milchwirtschaft oder Weinbau). Der Schwerpunkt liegt hier bei Rezepturen und Verfahren und nicht bei der zugrundeliegenden Chemie. Besonders aufschlußreich ist die Zusammenstellung der Kosten für einige enzymatische Prozesse. So liegt beispielsweise der Preis für die Isomerisierung von 100 kg Dextrose zu Fructose durch eine bakterielle Isomerase bei US-\$ 0.33–0.66. Ich hätte es begrüßt, wenn auch andere Autoren dieses Bandes solche Daten aufgeführt hätten.

Enzyme in Lösung oder immobilisierte Enzyme finden viele Anwendungen in der pharmazeutischen und chemischen Industrie. In zwei Kapiteln wird – mehr oder weniger detailliert – die Anwendung von Enzymen bei der Synthese von Aminosäuren und anderen organischen Säuren, antiviralen Verbindungen, Coenzymen, Peptiden wie Insulin und Aspartam, Alkoholen, Detergentien und Antibiotika diskutiert. Natürlich darf in einem derartigen Band ein Beitrag der Tanabe-Seiyaku-Arbeitsgruppe von *Chibata*, *Tosa* und *Sato* nicht fehlen. Diese Pioniere, die verschiedene Prozesse auf Basis immobilisierter Enzyme in

größtem Maßstab entwickelt haben, haben ein äußerst lebenswertes Übersichtskapitel geschrieben. Die Autoren hätten es sich aber auch angesichts ihrer Meriten leisten können, dem Leser einige Mißerfolge zu beschreiben. Es hätte interessiert, warum bei einigen Verfahren die Kommerzialisierung nicht gelungen ist. Ein Teil des Stoffs über die Technik von Enzym-Reaktoren wird zwar bereits in dem Kapitel über Verfahrenstechnik angeschnitten, ergänzt jedoch den Überblick auf diesem Gebiet.

Die Spezifität von Enzymen kann zur Analyse einer Vielzahl von Verbindungen genutzt werden, und im letzten der Kapitel über die Anwendung von Enzymen wird die Literatur über „Enzym-Sensoren“ zusammengefaßt. Der Autor dieses Kapitels hat selbst erfolgreiche Forschungsbeiträge zu diesem Gebiet geleistet. Er hätte seiner Übersicht jedoch hinzufügen sollen, welche der Sensoren in der Praxis und für kommerzielle Zwecke genutzt werden können, und ob diese käuflich zu erwerben sind.

Ein weiteres wertvolles Kapitel behandelt Sicherheitsaspekte im Umgang mit Enzymen. Einige der darin aufgeführten Gesichtspunkte wurden bereits im Kapitel über die Verwendung von Enzymen bei der Nahrungsmittel-Herstellung erwähnt. So wiederholt sich, welche Mikroorganismen welche Enzyme produzieren sowie die kommerzielle Anwendung von Enzymen im Nahrungsmittel-Sektor. Dennoch erfaßt dieses Kapitel einen sehr wichtigen Bereich der Enzym-Technologie.

Alles in allem ist dieser Band eine ausgezeichnete Bereicherung der gesamten Buchreihe. Von den zehn Bänden behandeln die beiden ersten die Grundlagen der Biotechnologie. Die Bände 3–6b beschreiben die Anwendungsmöglichkeiten, während sich der vorliegende sowie der noch folgende Band mit dem Kern der Biotechnologie befassen. Man darf schon jetzt auf den nächsten Band dieser Serie gespannt sein, der der Gentechnologie gewidmet ist.

Bhavender Paul Sharma [NB 910]

Genencor Inc.,

South San Francisco, CA (USA)

Variety in Coordination Modes of Ligands in Metal Complexes. Von *S. Kawaguchi*. Springer, Berlin 1988. IX, 123 S., geb. DM 128.00. – ISBN 3-540-18305-1

Fast alle Liganden können in Metallkomplexen in mehreren Bindungssituationen auftreten. Hierüber eine umfassende Monographie zu schreiben, ist eine kaum zu bewältigende Aufgabe. Auch das vorliegende Buch ist, obwohl der Titel diese Hoffnung weckt, kein solches Werk. Der Autor hat einige wenige Beispiele herausgegriffen und, nach der Zahl der Ligandatome geordnet, besprochen: Monoatomic Ligands (H), Diatomic Ligands (CO, N₂), Triatomic Ligands (SCN[⊖]) und Polyatomic Ligands (β-Diketone). Ob diese Auswahl repräsentativ oder sinnvoll ist, mag dahingestellt bleiben; der Leser einer Monographie darf jedoch erwarten, daß ihm zu den angeschnittenen Themen ein ausgewogener Überblick geboten wird. Dies ist hier leider nicht der Fall.

Das Buch beginnt mit einer kurzen Einführung in die Klassifizierung von Liganden (mit einer falschen Formel für EDTA gleich auf der ersten Seite) und das Phänomen der Bindungsisomerie. Schon hier fällt auf, daß der Autor sich zu wenig Gedanken darüber gemacht hat, welchen Leserkreis er ansprechen will: Gemeinplätze (“When a ligand connects two or more metal atoms, it is called a bridging ligand”) stehen gleichberechtigt neben einer eingehenden Diskussion der Bildung von [Co(NH₃)₅ONO]²⁺. Einen ähnlich inkonsistenten Eindruck macht auch das