

eine 1 entgegengesetzte Produktsteuerung und keine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit. Das beweist, daß keine unspezifischen Effekte oder Micellen-Effekte auftreten. Mit der Geschwindigkeitskonstante pseudoerster Ordnung bei geringem Umsatz und einer numerischen Kurvenanpassung lassen sich die Beständigkeitskonstanten des Komplexes und die Geschwindigkeitskonstanten der Weiterreaktion (Abb. 1) zu ca.  $K_A = 4.1 \text{ L/mol}$  bzw.  $k_c = 2.1 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$  abschätzen<sup>[4]</sup>. Daraus ergibt sich als Maß für die Wirksamkeit von 1 („effektive Konzentration“<sup>[5]</sup>)

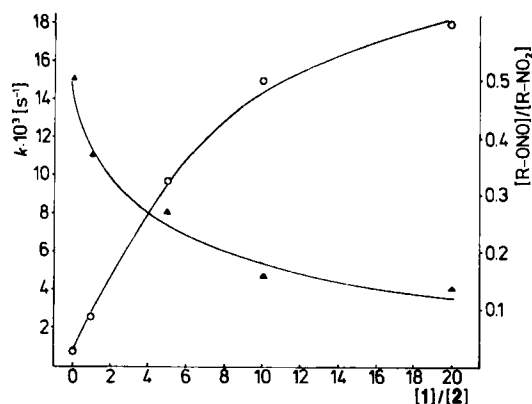


Abb. 1. Experimentelle Geschwindigkeitskonstanten der katalysierten Reaktion; ○○○○, linke Skala; Produktverhältnis  $[R-ONO]/[R-NO_2]$  als Funktion des Verhältnisses  $[Katalysator]/[Substrat]$ ; ▲▲▲▲, rechte Skala.

unter den in Tabelle 1 genannten Bedingungen  $k_c/k_o \approx 30$ . Sowohl die beobachtete Beschleunigung der Reaktion als auch die Produktsteuerung lassen sich durch einen „Proximitätseffekt“<sup>[5]</sup>, d.h. durch eine Anhäufung von Nitrit-Ionen an den positiv geladenen Zentren von 1 im Komplex, verstehen. Das führt zu einer Verstärkung des  $S_N2$ -Anteils und damit vermehrt zum Angriff am Stickstoff- statt am Sauerstoffatom des ambidenten Anions. Bei  $CN^\ominus$ - und  $SCN^\ominus$ -Ionen dominiert der Angriff am Kohlenstoff- bzw. Schwefelatom so stark<sup>[6]</sup>, daß 1 hier nicht mehr eine Änderung des Produktverhältnisses, wohl aber eine deutliche Geschwindigkeitserhöhung bewirkt (Tabelle 1).

Tabelle 1. Beispiele für Kinetik und Produktverhältnisse [a].

Nu	Substrat	Zusatz	$k \cdot 10^3$ [b]	Produktverhältnis
				$[R-ONO] : [R-NO_2]$
NaNO <sub>2</sub>	2	—	0.7	0.50 : 1
NaNO <sub>2</sub>	2	1	2.6	0.37 : 1
NaNO <sub>2</sub>	2	1 + 4	0.6	0.53 : 1
NaNO <sub>2</sub>	2	5	1.1	20 : 1
NaNO <sub>2</sub>	2	<sup>9</sup> NMe <sub>4</sub> Cl <sup>⊖</sup>	—	6.7 : 1
NaNO <sub>2</sub>	3	—	1.2	0.34 : 1
NaNO <sub>2</sub>	3	1	1.2	0.34 : 1
				$[R-NC] : [R-CN]$
NaCN	2	—	0.9	<0.010 : 1
NaCN	2	1	3.4	<0.010 : 1
NaCN	2	5	1.1	<0.010 : 1
				$[R-NCS] : [R-SCN]$
NaSCN	2	—	8.6	<0.010 : 1
NaSCN	2	1	17	<0.010 : 1

[a] In Dioxan/Wasser (1:1) bei 30°C. Konzentration: Nucleophil  $[Nu] = 0.43 \text{ M}$ ; Substrat [2] oder [3] sowie Katalysator [1] und Inhibitor [4] jeweils  $0.043 \text{ M}$ ; [5]  $0.43 \text{ M}$ ;  $[Me_4NCl]$   $0.43 \text{ M}$ . [b] Geschwindigkeitskonstante  $k$  pseudoerster Ordnung  $[s^{-1}] \pm 10\%$ . Kinetik und Produktzusammensetzungen wurden <sup>1</sup>H-NMR-spektroskopisch analysiert.

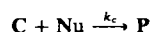
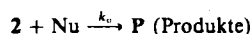
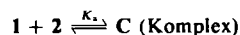
Bei Zusatz des besonders stark an den Makrocyclen 1 bindenden<sup>[1a,b]</sup> Fluoreszenzindikators 4 wird die Katalyse inhibiert, was sich auch im unveränderten Produktverhältnis zeigt (Tabelle 1).

Im Gegensatz zum Naphthylderivat 2 führt Benzylbromid 3 weder zu einer Änderung des Produktverhältnisses noch zu einer Geschwindigkeitserhöhung, da Phenylderivate im Hohlraum von 1 weit schwächer gebunden werden<sup>[1a,b]</sup>. Die NMR-spektroskopisch erhaltenen Energien der Komplexierung von 2 und 3 mit 1 ( $2: K_{Ass} = 25$ ,  $3: K_{Ass} = 3.5 \text{ L/mol}$ , gemessen in Dioxan/Wasser (1:1) ohne Salzzusatz) bestätigen dies. Die nur bei der Komplexierung von 2 mit 1 beobachteten Verschiebungen der <sup>1</sup>H-NMR-Resonanzen indizieren die Bildung des für die Katalyse maßgeblichen Einschlußkomplexes.

Das hier vorgestellte System zeigt viele für ein Enzym typische Merkmale: Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit, Sättigungskinetik, Substratspezifität, selektive Reaktionssteuerung, kompetitive Inhibierung.

Eingegangen am 9. April,  
in veränderter Fassung am 28. Mai 1984 [Z 795]

- [1] Neuere Übersichten siehe a) H.-J. Schneider, K. Philippi, J. Pöhlmann, *Angew. Chem.* 96 (1984) 907; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 23 (1984) Nr. 11; b) H.-J. Schneider, W. Müller, D. Güttes, *ibid.* 96 (1984) 909 bzw. 23 (1984) Nr. 11 sowie c) R. Breslow, *Science* 218 (1982) 532; d) J.-M. Lehn: *Biomimetic Chemistry*, Kodansha, Tokyo 1983, S. 1, 163; e) I. Tabushi in K. J. Laidler: *IUPAC Frontiers of Chemistry*, Pergamon, Oxford 1982, S. 275; f) E. Weber, *Kontakte* 1983, 38, zit. Lit.
- [2] Offenkettige Polyethylenglykole zeigen meist ähnliche katalytische Effekte wie entsprechende Kronenether: P. E. Stott, J. S. Bradshaw, W. W. Parish, *J. Am. Chem. Soc.* 102 (1980) 4810.
- [3] F. P. Schmidtchen, *Angew. Chem.* 93 (1981) 469; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 20 (1981) 466; *Chem. Ber.* 117 (1984) 725.
- [4] Für die zugrundegelegten Reaktionen



wurden unter der Voraussetzung  $[Nu] = \text{const.}$  (Überschuß an Nu, siehe Tabelle 1) mit einem Rechenprogramm (R. Kramer, unveröffentlicht)  $K_A$  und  $k_c$  solange variiert, bis die numerische Integration der Differentialgleichungen sowohl die gemessenen Zeit-Umsatz-Werte (Linearisierung nach pseudoerster Ordnung möglich,  $\approx k_{exp}$ ) wie die Abhängigkeit der  $k_c$ -Werte vom Verhältnis  $[1]/[2]$  richtig wiedergab (siehe Abb. 1).

- [5] A. Fersht, *Enzyme Structure and Mechanism*, Freeman, Reading 1977, S. 42.
- [6] a) K. Friederich, K. Wallenfels in Z. Rappoport: *The Chemistry of the Cyano Group*, Interscience, London 1970, S. 77; b) R. G. Guy in S. Patai: *The Chemistry of Cyanates and their Thio Derivatives*, Wiley, Chichester 1977, S. 823, zit. Lit.

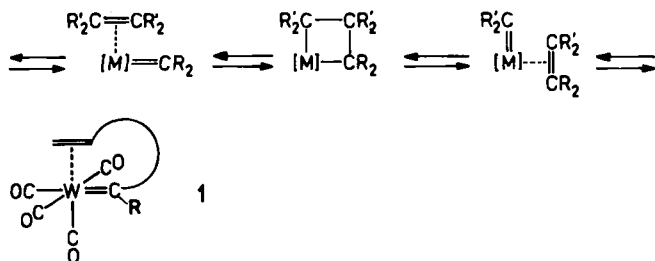
## Synthese und Struktur eines (Carben)( $\eta^2$ -olefin)W(CO)<sub>4</sub>-Komplexes

Von Klaus Angermund, Friedrich-Wilhelm Grevels\*, Carl Krüger und Volker Skibbe

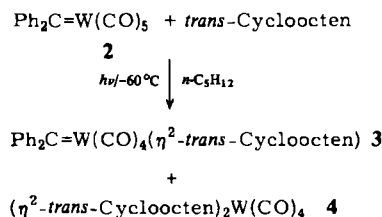
An der übergangsmetallkatalysierten Olefinmetathese<sup>[1]</sup> sind nach einem allgemein akzeptierten Mechanismus<sup>[2]</sup> Carben(olefin)- und Metallacyclobutan-Komplexe als re-

[\*] Dr. F.-W. Grevels, Dipl.-Chem. V. Skibbe  
Max-Planck-Institut für Strahlenchemie  
Stiftstraße 34-36, D-4330 Mülheim a. d. Ruhr  
Dipl.-Chem. K. Angermund, Prof. Dr. C. Krüger  
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung  
Lembkestraße 5, D-4330 Mülheim a. d. Ruhr

aktive Zwischenstufen beteiligt. Als Modellverbindungen wurden  $W(CO)_4$ -Komplexe des Typs 1 synthetisiert<sup>[3,4]</sup>, in denen ein Carben(olefin)-Chelatligand zwei *cis*-Positionen besetzt. Die Stabilität dieser Verbindungen und die Ausrichtung der Carben- und der Olefingruppe – für einen Ringschluß zum Metallacyclobutan von Bedeutung<sup>[5]</sup> – werden stark durch den Chelatring beeinflusst.



Wir haben nun einen  $(\text{Carben})(\eta^2\text{-olefin})W(CO)_4$ -Komplex ohne stabilisierenden Chelatliganden synthetisiert. Die photochemische Umsetzung des Carbenkomplexes 2<sup>[6]</sup> mit *trans*-Cycloocten, das sich bei der Herstellung des er-



sten  $(\eta^2\text{-Olefin})_2\text{Cr}(\text{CO})_4$ -Komplexes als gut koordinierender Ligand bewährt hat<sup>[7]</sup>, in *n*-Pentan bei  $-60^\circ\text{C}$  liefert den Carben(olefin)-Komplex 3<sup>[8]</sup> als Hauptprodukt; daneben wird der Bis(olefin)-Komplex 4<sup>[10]</sup> gebildet. Reines 3 ist in unpolaren Lösungsmitteln wie *n*-Hexan oder Toluol

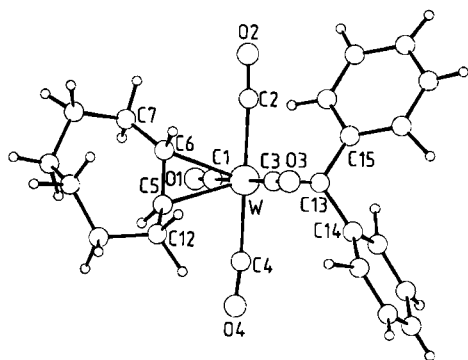


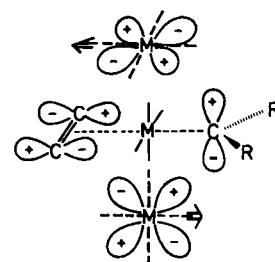
Abb. 1. Struktur von 3 im Kristall.  $P\bar{1}$ ,  $a = 12.193(2)$ ,  $b = 13.359(1)$ ,  $c = 7.0813(7)$  Å,  $\alpha = 93.469(7)$ ,  $\beta = 106.873(8)$ ,  $\gamma = 89.017(8)^\circ$ ,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{ber.}} = 1.73$  g cm<sup>-3</sup>;  $\lambda = 0.71069$  Å,  $\mu = 53.8$  cm<sup>-1</sup> (analytische Absorptionskorrektur),  $R = 0.030$ ,  $R_w = 0.038$ ; 6706 Reflexe beobachtet [ $I > 2\sigma(I)$ ], 1512 Reflexe unbeobachtet; 271 verfeinerte Parameter; maximale Restdichte 2.56 eÅ<sup>-3</sup> (an W). Die Ebene durch die Atome W, C5, C6 und die Ausgleichsebene durch W, C13, C14, C15 bilden einen Winkel von  $8.8^\circ$ . Ausgewählte Abstände [Å] und Winkel [ $^\circ$ ]: W-C1 2.072(4), W-C2 2.064(4), W-C3 2.078(4), W-C4 2.055(4), W-C5 2.341(4), W-C6 2.341(4), W-C13 2.067(4), C1-O1 1.138(6), C2-O2 1.131(5), C3-O3 1.134(6), C4-O4 1.142(5), C5-C6 1.389(6); C6-W-C13 162.7(1), C5-W-C13 162.8(1), Torsionswinkel C12-C5-C6-C7  $-125.4$ . Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie Physik Mathematik, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD 50970, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.

bei Raumtemperatur haltbar, dennoch empfiehlt es sich, Aufarbeitung und Reinigung des Rohprodukts unter Kühlung vorzunehmen.

Beim Versuch, ausgehend von  $W(CO)_6$  die beiden organischen Liganden in umgekehrter Reihenfolge einzuführen, erhielten wir im ersten Schritt Pentacarbonyl  $(\eta^2\text{-trans-cycloocten})\text{wolfram 5}^{[11]}$ . Es gelang jedoch nicht, eine Carbonylgruppe von 5 nach der üblichen Methode<sup>[12]</sup> in einen Carbenliganden umzuwandeln.

Das IR-Spektrum von 3 weist im CO-Streckschwingungsbereich vier Banden auf [2057.5 (w), 1997.5 (w), 1970.5 (vs), 1962 (vs) cm<sup>-1</sup>; *n*-Hexan], die für eine *cis*-Anordnung von Carben- und Olefinligand sprechen könnten. Die relativen Intensitäten dieser Banden weisen jedoch auf ein angenähert quadratisch-planares  $W(CO)_4$ -Gerüst mit zwei *trans*-ständigen organischen Liganden hin<sup>[13]</sup>.

Die Röntgen-Strukturanalyse von 3 (Abb. 1) bestätigt, daß Olefin- und Carbenligand *trans*-Positionen am oktaedrisch koordinierten Wolfram besetzen; die C13, C14, C15-



Ebene des Carbens und die C=C-Achse von *trans*-Cycloocten sind nahezu coplanar angeordnet. Dadurch werden die Metall→Ligand-Rückbindungen am stärksten: Durch die nahezu orthogonale Stellung ihrer  $\pi$ -Acceptororbitale können die organischen Liganden zwei Metall-d-Orbitale für die Rückbindung in Anspruch nehmen, und die Konkurrenz mit einer *trans*-ständigen CO-Gruppe entfällt.

Ganz ähnlich erklären sich die Bindungsverhältnisse in *trans*-( $\eta^2\text{-Olefin}$ )<sub>2</sub>ML<sub>4</sub>-Komplexen<sup>[13,14]</sup>. Eine solche Anordnung von zwei „single-faced“-Liganden ist immer dann zu erwarten, wenn die  $\pi$ -Rückbindung wesentlich zur Metall-Ligand-Bindung beiträgt; Chelatliganden können jedoch eine andere Geometrie erzwingen.

Der Ringschluß zum Metallacyclobutan ist bei *trans*-ständigen Olefin- und Carbenliganden nicht möglich, so daß es nicht überrascht, daß Metathesekatalysatoren das Metall meist in einer höheren Oxidationsstufe enthalten. In diesen Systemen ist die  $\pi$ -Rückbindung schwächer und damit ihr dirigierender Einfluß geringer. Es erscheint deshalb fraglich, ob Carbonylmetall(0)-Komplexe des Typs 1 realistische Modelle zur Olefinmetathese sind.

Eingegangen am 12. Juli 1984 [Z 922]

- [1] R. H. Grubbs in G. Wilkinson, F. G. A. Stone, E. W. Abel: *Comprehensive Organometallic Chemistry*, Bd. 8, Pergamon Press, Oxford 1982, Kap. 54; N. Calderon, J. P. Lawrence, E. A. Ofstead, *Adv. Organomet. Chem.* 17 (1979) 449; M. Leconte, J. M. Basset, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 333 (1980) 165; K. J. Ivin: *Olefin Metathesis*, Academic Press, London 1983.
- [2] J.-L. Hérisson, Y. Chauvin, *Makromol. Chem.* 141 (1970) 161.
- [3] C. P. Casey, A. J. Shusterman, *J. Mol. Catal.* 8 (1980) 1; C. P. Casey, A. J. Shusterman, N. W. Vollendorf, K. J. Haller, *J. Am. Chem. Soc.* 104 (1982) 2417.
- [4] C. Alvarez Toledano, J. Levisalles, M. Rudler, H. Rudler, J.-C. Daran, Y. Jeannin, *J. Organomet. Chem.* 228 (1982) C7; C. Alvarez Toledano, H. Rudler, J.-C. Daran, Y. Jeannin, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1984, 574; C. Alvarez Toledano, A. Parlier, H. Rudler, J.-C. Daran, Y. Jeannin, *ibid.* 1984, 576.

- [5] O. Eisenstein, R. Hoffmann, A. R. Rossi, *J. Am. Chem. Soc.* 103 (1981) 5582.
- [6] C. P. Casey, T. J. Burkhardt, S. M. Neumann, D. M. Scheck, H. E. Tuinstra, *Inorg. Synth.* 19 (1979) 180; C. P. Casey, T. J. Burkhardt, C. A. Bunnell, J. C. Calabrese, *J. Am. Chem. Soc.* 99 (1977) 2127.
- [7] F.-W. Grevels, V. Skibbe, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1984, 681.
- [8] *Arbeitsvorschrift* 3: Eine Lösung von 0.22 g (0.45 mmol) **2** und 0.22 g (2 mmol) *trans*-Cycloocten **9** in 220 mL *n*-Pentan wird bei  $-60^{\circ}\text{C}$  1 h bestrahlt (Tauchlampenapparat aus Solidexglas mit Kühlmantel, Quecksilberbrenner Philips HPK 125 W), wobei sich die Farbe der Lösung von tiefrot nach orange ändert. Nach dem Abziehen des Lösungsmittels wird das Rohprodukt bei  $-25^{\circ}\text{C}$  an Silicagel chromatographiert. Man eluiert mit *n*-Pentan zunächst **4** sowie restliches **2**, danach mit Diethylether/*n*-Pentan (1:50) **3**, das vom Lösungsmittel befreit und bei  $20^{\circ}\text{C}/-78^{\circ}\text{C}$  aus 3 mL Toluol umkristallisiert wird (0.10 g, 39%); orange Kristalle,  $\text{Fp} = 135^{\circ}\text{C}$  (Zers.).  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta = 0.91$  (4H), 1.42 (2H), 1.86 (4H), 2.67 (4H), 7.1 (10H).
- [9] E. Vedejs, K. A. J. Snoble, P. L. Fuchs, *J. Org. Chem.* 38 (1973) 1178.
- [10] Bei Raumtemperatur erhält man nahezu ausschließlich **4**: farblose Kristalle,  $\text{Fp} > 160^{\circ}\text{C}$  (Zers.). IR (*n*-Hexan):  $\nu(\text{CO}) = 1985.5$  (w), 1951.5 (vs)  $\text{cm}^{-1}$ .  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta = 0.99$  (8H), 1.44 (4H), 1.83 (8H), 2.57 (4H), 2.64 (4H).
- [11] **5**: farblose Kristalle,  $\text{Fp} = 69^{\circ}\text{C}$ . IR (*n*-Hexan):  $\nu(\text{CO}) = 2079.5$  (w), 1967 (s), 1955 (m), 1948 (s)  $\text{cm}^{-1}$ .  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta = 0.54$  (2H), 0.95 (2H), 1.26 (2H), 1.63 (4H), 2.49 (2H), 3.54 (2H).
- [12] E. O. Fischer, U. Schubert, W. Kleine, H. Fischer, *Inorg. Synth.* 19 (1979) 164.
- [13] F.-W. Grevels, M. Lindemann, R. Benn, R. Goddard, C. Krüger, *Z. Naturforsch. B* 35 (1980) 1298.
- [14] C. Bachmann, J. Demuyne, A. Veillard, *J. Am. Chem. Soc.* 100 (1978) 2366; J. W. Byrne, H. U. Blaser, J. A. Osborn, *ibid.* 97 (1975) 3871.

## NEUE BÜCHER

**Römpps Chemielexikon.** 8., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Von O.-A. Neumüller. Franckh'sche Verlags-handlung, Stuttgart. Band 1, A—Cl: 1979, S. 1–768, geb. DM 195.00; Band 2, Cm—G: 1981, S. 769–1562, geb. DM 195.00; Band 3, H—L: 1983, S. 1563–2430, geb. DM 195.00.

Frühere Auflagen des „Römpp“ – von der ersten einbändigen, die 1947 erschien, bis zur siebten ebenfalls schon sechsbändigen aus den Jahren 1971–1977 – gehörten zum festen Bestandteil der Handbibliothek eines jeden Chemikers. Hält die Realität, was der Mythos „Römpp“ verspricht? Diese Frage ist nach Prüfung der inzwischen erschienenen ersten drei Bände der achten, neu bearbeiteten und erweiterten Auflage zu beantworten.

Es gibt Lexika, die zum Schmökern einladen, ja, die man von vorn bis hinten in einem Stück durchlesen kann, bei denen man aber schier verzweifelt, wenn dringend eine spezifische Information benötigt wird; und es gibt solche, die beim Durchblättern einen „spröden“ Eindruck machen, sich aber bei Benutzung als wahre Wunderwerke erweisen: Was man sucht, findet man schnell genau dort, wo man es vermutet. Der Römpp ist beides, Lesestoff, auch für den Feierabend, und eine sich schnell erschließende reichhaltige Informationsquelle. Zum ersten: Welcher Chemiker bliebe nicht an Stichwörtern wie Ameise, Anticing-Mittel, Baldrian, Haarbehandlung oder Knollenblätterpilze hängen? Zum zweiten: Selbst so aktuelle Begriffe wie Dioxin, Dünnsäure, Gentechnologie, Hybridome und isolobal sind zu finden.

Was hat sich gegenüber der 7. Auflage verändert? Physikalische Größen sind fast durchweg im internationalen Einheitensystem angegeben; Element- und Verbindungs-namen wurden den neuesten IUPAC-Regeln angepaßt, z. B. heißt es jetzt Bismuth, Cobalt und Ethanol; Zolken-ziffern wurden ebenso aufgenommen wie Gefahrenklassen der Transportbestimmungen und Bildsymbole für gefährliche Arbeitsstoffe. Eine sehr hohe Zahl neuer Stichwörter (siehe oben) ist hinzugekommen, und viele Texte zu alten Stichwörtern wurden neu geschrieben; ca. 80% des Textes sind neu!

Der Nutzen eines Lexikons hängt nicht zuletzt von den Querverweisen und den Literaturangaben ab; bei Verfolgung eines Querverweises möchte man auf weitere wichtige Informationen stoßen, zitierte Originalliteratur sollte aktuell und inhaltsreich sein. Auch hier wurde Vorbildliches geleistet – und das wird nicht betont, weil Aufsätze aus der Angewandten sogar noch aus dem Jahr 1983 zitiert werden (Erscheinungsdatum des 3. Bandes: Oktober 1983).

Dankbar ist man auch für die Übersetzungen der Stichwörter ins Englische und teilweise ins Französische.

Alles in allem: Der Mythos besteht zu Recht. Schon jetzt kann man sagen, daß O.-A. Neumüller mit seinen Helfern bei der 8. Auflage des Römpp eine wahre Meisterleistung vollbringt. Als Redakteur wünscht man sich, daß auch die Kollegen bei Tages- und Wochenzeitungen, denen je ein Begriff aus der Chemie unterkommt – und das passiert heute täglich –, öfters dieses Lexikon zu Rate ziehen. Zum Schluß wie üblich zum Preis: Der Römpp ist seinen wert.

PS: Nicht verschweigen will ich, daß ich auch einmal ins Leere stieß, aber die Cyclovoltammetrie kann ja auch noch im letzten Band auftauchen – nur wäre das nicht so schön.

Peter Göltz [NB 654]

Redaktion Angewandte Chemie, Weinheim

**Ullmanns Encyklopädie der Technischen Chemie.** Herausgegeben von E. Bartholomé, E. Biekert, H. Hellmann, H. Ley †, W. M. Weigert † und E. Weise. Verlag Chemie, Weinheim 1983. 4. Aufl. Band 24, Wachse bis Zündhölzer. XV, 810 S., geb. DM 610.00.

Mit diesem Band 24<sup>(\*)</sup> liegt nunmehr die 4. Auflage des Ullmann vollständig vor, wenn man von dem noch ausstehenden Registerband absieht. Die besonders umfangreichen Stichwörter des Bandes betreffen Waschmittel mit 98, Wasser mit 82 und Wasserstoff mit 106 Seiten. Interessant ist auch hier wieder das breite Spektrum an Informationen, das im Ullmann geboten wird. So werden unter dem Stichwort Waschmittel nicht nur Zusammensetzung, Herstellung, Anwendung und Analytik dieser Produktgruppe beschrieben, sondern man findet dort auch einen Abschnitt über Waschmaschinen und Waschverfahren. Interessant ist auch der Abschnitt über Ökologie der Waschmittel mit 10 Seiten. Unter dem Stichwort Wasserstoff wird neben den vielen Herstellungsverfahren für Wasserstoff und seiner Verwendung für chemische Zwecke auch auf den gegenwärtigen und zukünftigen Einsatz als Energieträger eingegangen, unter anderem als Kraftstoff im Straßenverkehr und in der Luftfahrt, um nur ein Beispiel zu nennen.

An weiteren Stichwörtern enthält der Band aus der Anorganischen Chemie Zement (30 S.), Ziegel und Klinker (11 S.) sowie die folgenden Metalle einschließlich ihrer Le-

[\*] Vgl. *Angew. Chem.* 96 (1984) 453.