

Zu einer Lösung von 11.0 mmol Lithiumdiisopropylamid (hergestellt aus 6.9 mL einer 1.6 N Lösung von *n*-Butyllithium in *n*-Hexan und 1.1 g Diisopropylamin in 25 mL Ether bei 0 °C) gibt man unter Röhren bei –78 °C tropfenweise eine Lösung von 10 mmol (*S,S,R/S*)-**4** in 75 mL Ether. Man läßt innerhalb 0.5 h auf 0 °C aufwärmen, kühlt auf –100 °C ab und gibt unter kräftigem Röhren langsam 10 mmol (*E*)-**2** zu. Man röhrt noch 1 h, läßt innerhalb 2–3 h auf –20 °C kommen und arbeitet mit 20 mL gesättigter NH<sub>4</sub>Cl-Lösung/30 mL Ether auf. Die organische Phase wird abgetrennt, zweimal mit je 10 mL gesättigter NaCl-Lösung gewaschen, über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> getrocknet und im Vakuum eingeengt. Die reichen Michael-Addukte **5** werden mit 40 mL THF/20 mL gesättigter CuSO<sub>4</sub>-Lösung durch Röhren bei Raumtemperatur (**5d–f** 3 h Rückfluß) hydrolysiert (2–16 h, DC-Kontrolle). Man gibt 150 mL Ether zu, trennt die wäßrige Phase ab, extrahiert diese zweimal mit je 50 mL Ether, wäscht die vereinigten organischen Phasen zweimal mit je 10 mL gesättigter NaCl-Lösung und trocknet über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Nach Entfernung des Lösungsmittels werden die Oxoester (*R*)-**6** durch Kugelrohrdestillation oder Flashchromatographie (Petrolether: Ether 1:1) gereinigt. Durch Zugabe von 3 g K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> zur wäßrigen Phase und dreimalige Extraktion mit je 50 mL Ether kann das chirale Auxiliar (*S,S*)-**3** (2.0 g, 91%) zurückgewonnen werden.

Eingegangen am 19. September 1989 [Z 3552]

#### CAS-Registry-Nummern:

**6a** (Isomer 1), 124686-28-8; **6a** (Isomer 2), 124686-29-9; **6b**, 124686-30-2; **6c**, 124686-31-3; **6d**, 124686-32-4; **6e**, 124686-33-5; **6f**, 124686-34-6.

- [1] a) C. R. Hauser, H. M. Taylor, T. G. Ledford, *J. Am. Chem. Soc.* 82 (1960) 1786; b) H. M. Taylor, C. R. Hauser, *ibid.* 82 (1960) 1790, 1960; c) C. R. Hauser, G. F. Morris, *J. Org. Chem.* 26 (1961) 4740.
- [2] Übersichten: a) J. D. Albright, *Tetrahedron* 39 (1983) 3207; b) T. A. Hase (Hrsg.): *Umpoled Synthesis*, Wiley, New York 1987.
- [3] Übersichten: a) D. Seebach, *Angew. Chem.* 81 (1969) 690; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 8 (1969) 639; b) *Synthesis* 1969, 17; c) D. Seebach, M. Kolb, *Chem. Ind. (London)* 1974, 687; d) O. W. Lever, Jr., *Tetrahedron* 32 (1976) 1943; e) D. Seebach, B.-T. Gröbel, *Synthesis* 1977, 357; f) P. Beak, D. B. Reitz, *Chem. Rev.* 78 (1978) 275.
- [4] D. Seebach, D. Enders, *Angew. Chem.* 87 (1975) 1; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 14 (1975) 15.
- [5] Zur d-/a-Nomenklatur siehe D. Seebach, *Angew. Chem.* 91 (1979) 259; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 18 (1979) 239.
- [6] V. Reutrakul, P. Ratananukul, S. Nimgirawath, *Chem. Lett.* 1980, 71.
- [7] G. Stork, R. M. Jacobson, R. Levitz, *Tetrahedron Lett.* 1979, 771.
- [8] D. Enders, H. Lotter, *ibid.* 23 (1982) 639, zit. Lit.
- [9] a) E. Leete, *J. Org. Chem.* 41 (1976) 3438; b) G. Stork, A. A. Ozario, A. Y. W. Leong, *Tetrahedron Lett.* 1978, 5175; c) H. Ahlbrecht, H.-M. Kompter, *Synthesis* 1983, 645; d) M. Zervos, L. Wartski, J. Seyden-Penne, *Tetrahedron* 42 (1986) 4963; e) M. Zervos, L. Wartski, *Tetrahedron Lett.* 27 (1986) 2985.
- [10] a) E. Leete, M. R. Chedekel, G. B. Bodem, *J. Org. Chem.* 37 (1972) 4465; b) W. Müller, R. Preuß, E. Winterfeldt, *Angew. Chem.* 87 (1975) 385; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 14 (1975) 357; c) E. Leete, G. B. Bodem, *J. Am. Chem. Soc.* 98 (1976) 6321.
- [11] a) J. D. Albright, F. J. McEvoy, D. B. Moran, *J. Heterocycl. Chem.* 15 (1978) 881; b) F. J. McEvoy, J. D. Albright, *J. Org. Chem.* 44 (1979) 4597; c) W. E. McEwen, A. V. Grossi, R. J. McDonald, A. P. Stamegna, *ibid.* 45 (1980) 1301; d) H. Schick, F. Theil, H.-J. Jablonski, S. Schwarz, *Z. Chem.* 21 (1981) 68; e) O. Tsuge, K. Ueno, S. Kanemasa, K. Yorozu, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 60 (1987) 3347.
- [12] Zur Anwendung von 2-(*N*-Methylanilino)acrylnitril als doppelt umgepolter Acetaldehyd siehe H. Ahlbrecht, K. Pfaff, *Synthesis* 1980, 413; H. Ahlbrecht, M. Ibe, *ibid.* 1988, 210, zit. Lit.
- [13] a) K. Weinges, G. Graab, D. Nagel, B. Stemmler, *Chem. Ber.* 104 (1971) 3594; b) K. Weinges, B. Stemmler, *ibid.* 106 (1973) 2291; c) K. Weinges, G. Gries, B. Stemmler, W. Schrank, *ibid.* 110 (1977) 2098; d) K. Weinges, G. Brune, H. Drost, *Liebigs Ann. Chem.* 1980, 212; e) K. Weinges, H. Blackholm, *Chem. Ber.* 113 (1980) 3098; f) K. Weinges, H. Brachmann, P. Stahnecker, H. Rodewald, M. Nixdorf, H. Irngartinger, *Liebigs Ann.*

*Chem.* 1985, 566; g) K. Weinges, U. Reinel, W. Maurer, N. Gässler, *ibid.* 1987, 833.

- [14] S. Yamada, S. Hashimoto, *Chem. Lett.* 1976, 921.
- [15] K. Hiroi, K. Nakazawa, *ibid.* 1980, 1077.
- [16] a) D. Enders in H. Nozaki (Hrsg.): *Current Trends in Organic Synthesis*, Pergamon Press, Oxford 1983, S. 151; b) D. Enders, H. Lotter, N. Maigrot, J.-P. Mazaleyrat, Z. Welvart, *Nouv. J. Chim.* 8 (1984) 747.
- [17] D. M. Stout, L. A. Black, W. L. Martier, *J. Org. Chem.* 48 (1983) 5369.
- [18] a) N. Maigrot, J.-P. Mazaleyrat, Z. Welvart, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1984, 40; b) *J. Org. Chem.* 50 (1985) 3916.
- [19] a) H. Kunz, W. Sager, *Angew. Chem.* 99 (1987) 595; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 26 (1987) 557; b) H. Kunz, W. Sager, W. Pfengle, D. Schanzenbach, *Tetrahedron Lett.* 29 (1988) 4397.
- [20] a) J. L. Marco, J. Royer, H.-P. Husson, *Tetrahedron Lett.* 26 (1985) 3567; b) *Synth. Commun.* 17 (1987) 669; c) D. J. Aitken, J. Royer, H.-P. Husson, *Tetrahedron Lett.* 29 (1988) 3315.
- [21] D. Döpp, M. Pies, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1987, 1734.
- [22] A. Delgado, D. Maulon, *Synth. Commun.* 18 (1988) 823.
- [23] E. Zeller, D. S. Grierson, *Heterocycles* 27 (1988) 1575.
- [24] (4S,5S)-(+)-2,2-Dimethyl-5-methylamino-4-phenyl-1,3-dioxan [(*S,S*)-**3**] kann aus käuflichem (4S,5S)-(+)-5-Amino-2,2-dimethyl-4-phenyl-1,3-dioxan im Molmaßstab in zwei Stufen (1. HCO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, Rückfluß, 3d; Kristallisation (Et<sub>2</sub>O). 2. LiAlH<sub>4</sub>, THF, Rückfluß. Gesamtausbeute: 84%) hergestellt werden: K<sub>p</sub> = 77–80 °C/0.05 Torr,  $\alpha_D^{20} = +61.8^\circ$  (unverdünnt),  $[\alpha]_D^{20} = +46^\circ$  (c = 1.5, Benzol). Analog erhält man (*R,R*)-**3**: H. Lotter, *Dissertation*, Universität Bonn 1985.
- [25] a) G. Boche, D. Enders, P. Gerdes, K. Harms, M. Marsch, H. Ahlbrecht, H. Sommer, unveröffentlicht; b) P. Gerdes, *Dissertation*, Technische Hochschule Aachen 1989.
- [26] Alternativ können die Oxoester **6** auch durch  $\alpha$ -Alkylierung von (*S*)-(R)-Aminomethoxymethylpyrrolidin(SAMP-/RAMP)-Hydrazonen mit Br<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>R mit hohen ee-Werten erhalten werden: D. Enders, U. Baus, P. Müller, unveröffentlicht; U. Baus, *Dissertation*, Universität Bonn 1985.
- [27] Alle neuen Verbindungen ergaben korrekte Elementaranalysen und passende Spektren (IR, <sup>1</sup>H-NMR, MS).

#### Gemischte Kolbe-Elektrolysen mit Zuckercarbonsäuren \*\*

Von Andreas Weiper und Hans J. Schäfer\*

Professor Christoph Rüchardt zum 60. Geburtstag gewidmet

Carbonsäuren lassen sich durch anodische Oxidation zu Radikalen und/oder Carbokationen decarboxylieren. Auf dem radikalischen Weg (Kolbe-Elektrolyse) sind Dimere oder Addukte an Doppelbindungen zugänglich<sup>[11]</sup>. Auf dem kationischen Pfad (Nicht-Kolbe-Elektrolyse) werden Ester, Ether, Acetale, Olefine, Fragmentierungs- und Umlagerungsprodukte erhalten<sup>[1c, 2]</sup>. Welcher Weg beschritten wird, hängt außer von Reaktionsbedingungen (pH des Elektrolyten, Art des Elektrodenmaterials, Salzzusätze, Stromdichte) in starkem Maße von der Struktur der Carbonsäure ab. So werden aus Carbonsäuren mit Wasserstoffatomen oder elektronenziehenden Substituenten am  $\alpha$ -Kohlenstoffatom bevorzugt Dimere erhalten, während aus Carbonsäuren mit Alkyl-, Arylresten oder elektronenliefernden Substituenten am  $\alpha$ -Kohlenstoffatom überwiegend bis ausschließlich Produkte kationischen Ursprungs entstehen. Entsprechend wurden bisher bei anodischer Decarboxylierung von Zuckercarbonsäuren und Tetrahydropyran-2-carbonsäuren keine Kupplungsprodukte, sondern Acetale isoliert<sup>[3]</sup>.

Wir fanden jetzt, daß sich Zuckercarbonsäuren mit Co-säuren (Verhältnis 1:10) in befriedigenden Ausbeuten zu

[\*] Prof. Dr. H. J. Schäfer, Dipl.-Chem. A. Weiper  
Organisch-chemisches Institut der Universität  
Corrensstraße 40, D-4400 Münster

[\*\*] Elektroorganische Synthese, 46. Mitteilung. Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Forschung und Technologie und vom Fonds der chemischen Industrie gefördert. – 45. Mitteilung: R. Schneider, H. J. Schäfer, *Synthesis* 1989, 742.

Tabelle 1. Coelektrolyse von Zuckercarbonsäuren mit substituierten und unsubstituierten Alkansäuren.

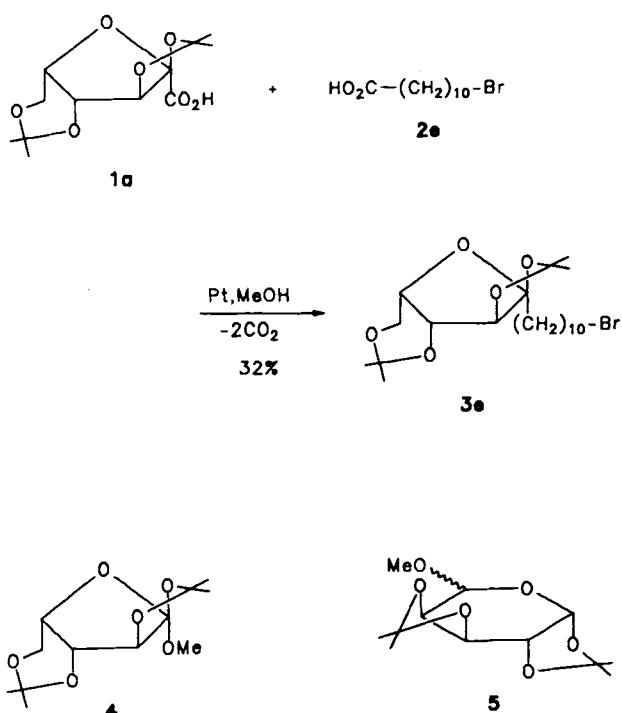
Zuckersäure 1	Cosäure 2 [a]	Produkt 3 [b] (Ausbeute)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{Ac}$	(30%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{Me}$	(28%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(31%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_{11}\text{H}_{23}$	(33%)
	$\text{HO}_2\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}\text{Br}$	(32%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(32%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(24%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(20%)
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(40% [c])
	$\text{HO}_2\text{C}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	(29%)

[a] Elektrolyse: Verhältnis Zuckersäure/Cosäure = 1/10. [b] Die Verbindungen 3a–j wurden durch Elementaranalyse,  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie eindeutig charakterisiert. [c] Isomerengemisch: 1/2,04.

unsymmetrischen Kupplungsprodukten verknüpfen lassen (Tabelle 1).

Daneben entstehen Produkte kationischer Intermediate, bei denen die Carboxylgruppe durch eine Methoxygruppe

ersetzt ist. Die Kupplung von 1a ohne Cosäure zu einem symmetrischen Dimer gelang bisher nur mit Ausbeuten unter 5%. Bei der Elektrolyse von 1a an einer Graphit-Anode entsteht in 85% Ausbeute 4. Bei der Elektrolyse von 1c mit Octansäure als Cosäure werden neben 3g und 3h noch zwei Produkte in 43% bzw. 9% Ausbeute gefunden, für die als Struktur 5 bzw. das Dimer von 1c wahrscheinlich gemacht werden konnte.



Daß trotz der günstigen Voraussetzungen für einen kationischen Reaktionsweg zumindest teilweise die radikalische Kupplung abläuft, scheint durch die gleichzeitige Decarbonylierung der Cosäuren bedingt zu sein. Die dabei gebildeten Alkyradikale kuppeln offenbar mit einem Teil der  $\alpha$ -Alkoxyketten-Radikale, bevor diese anodisch zum Kation weiteroxidiert werden. In Abwesenheit der Cosäure spielen Radikalreaktionen nur eine untergeordnete Rolle.

Die Zuckercarbonsäuren sind aus den entsprechend geschützten Zuckern durch Oxidation an einer Nickelhydroxid-Elektrode einstufig zugänglich<sup>[14]</sup>. Damit ergibt sich hier ein einfacher Weg für die CC-Verknüpfung von substituierten Alkylresten mit Kohlenhydraten.

### Experimentelles

Herstellung von 1,2:3,4-Di-O-isopropyliden-6-n-hexyl-D-galactopyranose 3g und 1,2:3,4-Di-O-isopropyliden-6-desoxy-6-n-hexyl-L-altropyranose 3h: 2,88 g (20 mmol) Octansäure und 548 mg (2 mmol) 1c werden in 30 mL Methanol gelöst, zu 10% mit Kaliummethanolat neutralisiert und in einer Becherglaszelle [5] an Pt-Elektroden mit einer Stromdichte von  $200 \text{ mA cm}^{-2}$  bei  $40^\circ\text{C}$  bis zum Durchgang von  $1.2 \text{ F mol}^{-1}$  elektrolysiert. Der Elektrolyt wird auf etwa 10 mL eingegossen und in 100 mL gesättigter  $\text{NaHCO}_3$ -Lösung aufgenommen. Man sättigt mit  $\text{NaCl}$  und extrahiert mit Ether ( $5 \times 30 \text{ mL}$ ). Die organischen Phasen werden vereinigt, getrocknet ( $\text{MgSO}_4$ ) und vom Lösungsmittel befreit. Das verbleibende Produktgemisch wird durch Flash-Chromatographie (Laufmittel: Petrolether/Ether, 20/1 und 10/1) getrennt. Es werden 128 mg (20%) 3h und 153 mg (24%) 3g erhalten. Als Nebenprodukte (270 mg) konnten durch GC-MS-Kopplung die Verbindung 5 (ca. 43% bezogen auf 1c) und das Dimer von 1c (ca. 9% bezogen auf 1c) wahrscheinlich gemacht werden.

**3g:**  $^1\text{H-NMR}$  (300 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta = 0.8$  ( $t$ ,  $^3J = 6.7 \text{ Hz}$ ; 3H; 12-H), 1.16–1.70 (m, 24H), 3.64 (m, 1H; 5-H), 4.06 (dd,  $J_{3,4} = 7.9$ ,  $J_{4,5} = 1.7 \text{ Hz}$ , 1H; 4-H), 4.22 (dd,  $J_{1,2} = 5.1$ ,  $J_{2,3} = 1.7 \text{ Hz}$ , 1H; 2-H), 4.51 (dd, 1H; 3-H), 5.47 (d, 1H; 1-H). GC-MS (70 eV):  $m/z$  328 ( $M^+$ , 0.5%), 313 ( $M^+\cdot\text{CH}_3$ , 22), 282(3), 255(4), 195(12), 167(10), 113(60), 100(100).  $[\alpha]_D^{20} = -77.8$  ( $c = 1.24$  in  $\text{CHCl}_3$ ).  
**3h:**  $^1\text{H-NMR}$  (300 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta = 0.8$  ( $t$ ,  $^3J = 6.6 \text{ Hz}$ , 3H; 12-H), 1.19–1.70 (m, 24H), 3.07 (m, 1H; 5-H), 3.81 (dd,  $J_{3,4} = 5.4$ ,  $J_{4,5} = 9.6 \text{ Hz}$ , 1H; 4-H), 4.14 (d,  $J_{1,2} = 2.5 \text{ Hz}$ , 1H; 2-H), 4.43 (d, 1H; 3-H), 5.14 (d, 1H; 1-H); – GC-MS (70 eV) wie von **3g**.  $[\alpha]_D^{20} = -50.2$  ( $c = 0.96$  in  $\text{CHCl}_3$ ).

Eingegangen am 19. September 1989 [Z 3555]

- [1] a) L. Eberson, J. H. P. Utley in M. M. Baizer (Hrsg.): *Organic Electrochemistry* 2. Aufl., Dekker, New York 1983, S. 435. b) H. J. Schäfer, *Angew. Chem.* 93 (1981) 978; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 20 (1981) 911; c) H. J. Schäfer, *Top. Curr. Chem.* 152 (1990) 91.
- [2] S. Tortii: *Electroorganic Syntheses, Methods and Applications, Pt. 1: Oxidations*, VCH, Weinheim 1985.
- [3] a) M. Yoshikawa, T. Kamiguchi, Y. Ikeda, I. Kitagawa, *Chem. Pharm. Bull.* 29 (1981) 2571, 2582; *Heterocycles* 15 (1981) 349; b) P. G. M. Wuts, C. Sutherland, *Tetrahedron Lett.* 23 (1982) 3987.
- [4] a) P. Seiler, P. M. Robertson, *Chimia* 36 (1982) 305; b) R. Schneider, H. J. Schäfer, unveröffentlicht.
- [5] H. J. Schäfer, *Kontakte (Darmstadt)* 1987, Nr. 2, S. 17.

## BUCHBESPRECHUNGEN

Buchbesprechungen werden auf Einladung der Redaktion geschrieben. Vorschläge für zu besprechende Bücher und für Rezessenten sind willkommen. Verlage sollten Buchankündigungen oder (besser) Bücher an folgende Adresse senden: Redaktion Angewandte Chemie, Postfach 10 11 61, D-6940 Weinheim, Bundesrepublik Deutschland. Die Redaktion behält sich bei der Besprechung von Büchern, die unverlangt zur Rezension eingehen, eine Auswahl vor. Nicht rezensierte Bücher werden nicht zurückgesandt.

**Organisch-chemischer Denksport. Ein Seminar für Fortgeschrittene.** Von R. Brückner. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden 1989. XVII, 270 S., Paperback DM 39.80. – ISBN 3-528-06329-7

Die Bearbeitung von Übungsaufgaben ist eine Notwendigkeit; man prüft, ob man den gelernten Stoff beherrscht und anwenden kann. Oft genug und gerade anhand der Lehrbuch-Übungen unterzieht man sich dieser Mühe nur widerwillig. Zwar handelt es sich dabei in der Mehrzahl der Fälle um gereifte Erkenntnisse, die von grundlegender Bedeutung sind, denen aber oft der Staub der Geschichte schon anhaftet. Das vorliegende Übungsbuch bietet eine ganz andere Atmosphäre. Seine Themen stammen weit überwiegend aus der jüngsten Literatur. Schon das Wort „Denksport“ im Titel läßt die herkömmliche Distanz zwischen dem die Aufgabestellenden Lehrer und dem Übenden gar nicht erst auftreten, sondern setzt auf Herausforderung und Wettkampf. Darüber hinaus baut der Autor mit flotten Sprüchen, denen für manche Geschmäcker allerdings zu viele Amerikanismen beigemischt sein dürften, jegliche Autorität außer der sachbezogenen ab. Somit wird aus der lästigen Pflicht des Übens eine willkommene Kür.

Mit seinen 70 Aufgaben, viele davon ausgesprochen harte Nüsse, überstreicht der Autor erstaunlich weite Bereiche der Organischen Chemie. In den Antworten geht er Fragen der Stereochemie, der Mechanismen, der Spektroskopie und ins-

besondere der Synthese genau auf den Grund. Durch zahlreiche Quellenangaben regt er den Leser an, nach der Übung das jeweilige Problem anhand der Originalliteratur noch einmal aufzurollen und sich aufgrund der experimentellen Fakten eine eigene Meinung zu bilden. Dies ist durchaus empfehlenswert, denn der Autor interpretiert auch Befunde, zu denen die Originalarbeit keine Erklärung liefert. Um der Aktualität willen setzt er sich sogar der Gefahr aus, von der Wirklichkeit überholt zu werden. So geschehen bei Aufgabe 7, wo ein nicht geglückter Versuch zur Synthese von **246** zur Debatte steht. Zwischenzeitlich wurde diese Verbindung hergestellt (*J. Am. Chem. Soc.* 109 (1987) 2857), und man kann die Spekulationen des Autors zum thermischen Zerfall von **246** (S. 105) mit dem tatsächlichen Verhalten von **246** vergleichen.

Es ist legitim, daß man an den Aufgaben sowohl die Steckenpferde des Autors als auch die Schule erkennt, aus der er kommt. Dort wird viel mit Zahlen operiert, um Phänomene wenigstens qualitativ zu erfassen, wenn eine quantitative Behandlung unerreichbar ist. Von dieser Tugend ließ sich der Autor zu einem Anhang anregen, in dem Bindungsenthalpien, Stabilisierungsenergien, Spannungsenergien, die Abhängigkeit von Gleichgewichts- und Produktverhältnissen vom Unterschied der Freien Enthalpien und Freien Aktivierungsenthalpien und anderes mehr tabelliert sind, alles Größen, „die man öfters braucht und dann nie auf Anhieb findet“. Auch die intensive Anwendung der Kinetik, die generell in der Organischen Chemie zu wenig genutzt und daher vom Autor propagiert wird, ist eine Erkenntnis seiner Lehrjahre. Die meisten Aufgaben behandeln aber, entsprechend seiner jetzigen Forschungsrichtung, Syntheseprobleme; insbesondere Naturstoffsynthesen mit kniffligen stereochemischen Anforderungen stehen im Vordergrund. Mehrere davon beziehen sich auf erst jüngst isolierte Naturstoffe, so daß die in den Antworten vorgeschlagenen Synthesewege noch der experimentellen Verifizierung harren.

Ein wenig Wasser muß aber in den Wein geschüttet werden. Es findet sich nämlich eine beträchtliche Anzahl von Fehlern, auch solche, die den Sinn entstellen, und Interpretationen, denen man zumindest ebenbürtige Alternativen gegenüberstellen kann. Einige Kostproben zur Verdeutlichung: In der Antwort 3 (S. 90) passen die Formeln **3** und **205** nicht zur Aufgabe (S. 5). Die Antwort 6 (S. 102) bietet in der 5. Zeile „Tautomerie“ statt „Mesomerie“. Der Vorschlag zur