

durch N-AOs reinen p-Charakters gebildet, die senkrecht zu den Ebenen der beiden planaren Aminogruppen orientiert sind. Einer solchen Struktur kommt die N-N-Bindung in **2**<sup>⊕</sup> ( $\chi = 119.1^\circ$ ) recht nahe. Mit abnehmendem Winkel  $\chi$  ändern die N-Atome ihre Hybridisierung von  $sp^2$  in Richtung auf  $sp^3$  und weichen von der coplanaren Anordnung mit den drei jeweils benachbarten C-Atomen zunehmend ab. Eine solche Pyramidalisierung der N-Atome führt zu einem wachsenden s-Anteil in den an der N-N-Bindung beteiligten AOs, womit der beobachtete Anstieg der  $^{14}\text{N}$ -Kopplungskonstanten durch die Abnahme des Winkels  $\chi$  zwanglos erklärt wird: **2**<sup>⊕</sup> ( $119.1^\circ$ ) < **3**<sup>⊕</sup> ( $116.7^\circ$ ) < **1**<sup>⊕</sup> ( $114.0^\circ$ ). Im Grenzfall einer  $sp^3$ -Hybridisierung der N-Atome ( $\chi = 109.5^\circ$ ) erhält man durch Extrapolation einen  $a_N$ -Wert von  $5.27 \pm 0.02$  mT (Abb. 3).

### Arbeitsvorschriften

**3**: Zu einer Lösung von 312 mg (1.5 mmol) **4** in 30 mL Toluol in einer Glasampulle wurden 0.52 mL (3.00 mmol) Ethylamindisopropyl und 0.18 mL (1.5 mmol) 1,4-Dibrombutan gegeben. Nach Spülung mit Argon hielt man die abgeschmolzene Ampulle 48 h bei  $150^\circ\text{C}$ . Das in Diethylether aufgenommene Reaktionsgemisch wurde dreimal mit Wasser gewaschen und über Magnesiumsulfat getrocknet. Chromatographie in Pentan an Aluminiumoxid (Korngröße 0.063–0.200 mm, Säule  $10 \times 2$  cm) und Umkristallisieren aus Ether ergaben 106 mg (27%) tiefviolette Nadeln von **3** (Fp =  $130\text{--}131^\circ\text{C}$ ).

**3**<sup>⊕</sup> $\text{ClO}_4^-$ : Zu einer Lösung von 21 mg (0.08 mmol) **3** in 2 mL wasserfreiem entgastem Acetonitril in einer Glasampulle wurden 16.5 mg (0.08 mmol) kristallwasserfreies  $\text{AgClO}_4$  in 2 mL Acetonitril gegeben. Das Reaktionsgemisch hielt man in der unter Hochvakuum abgeschmolzenen Ampulle einige Stunden bei Raumtemperatur und arbeitete dann unter Argon auf: Abdestillieren des Lösungsmittels, Extraktion des Rückstandes mit Dichlormethan sowie zweifaches Umkristallisieren aus Dichlormethan und aus Nitrobenzol/THF (10/1) ergaben ca. 4 mg (10%) rotbraune Plättchen von **3**<sup>⊕</sup> $\text{ClO}_4^-$  (Fp  $\approx 180^\circ\text{C}$ ), die unter Argon beständig waren [13].

Eingegangen am 21. Februar 1989 [Z 3186]

CAS-Registry-Nummern:

**1**, 75863-17-1; **3**, 120789-29-9; **3**<sup>⊕</sup> $\text{ClO}_4^-$ , 120789-30-2;  $\text{Br}(\text{CH}_2)_4\text{Br}$ , 110-52-1.

- [1] a) R. W. Alder, R. Gill, N. C. Goode, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1976, 973; b) R. W. Alder, R. B. Sessions, *J. Am. Chem. Soc.* 101 (1979) 3651; c) R. W. Alder, *Acc. Chem. Res.* 16 (1983) 321; d) B. Kirste, R. W. Alder, R. B. Sessions, M. Bock, H. Kurreck, S. F. Nelsen, *J. Am. Chem. Soc.* 107 (1985) 2635; e) R. W. Alder, A. G. Orpen, J. M. White, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1985, 949.
- [2] a) F. Gerson, *J. Mol. Struct.* 141 (1986) 27; b) F. Gerson, J. Knöbel, U. Busser, E. Vogel, M. Zehnder, *J. Am. Chem. Soc.* 108 (1986) 3781.
- [3] J. P. Dinnocenzo, T. E. Banach, *J. Am. Chem. Soc.* 110 (1988) 971.
- [4] G. W. Eastland, M. C. R. Symons, *Chem. Phys. Lett.* 45 (1977) 422; N. Ganghi, J. L. Wyatt, M. C. R. Symons, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1986, 1424.
- [5] a) W. J. Bouma, L. Radom, *J. Am. Chem. Soc.* 107 (1985) 345; b) P. M. W. Gill, L. Radom, *ibid.* 110 (1988) 4931.
- [6] Physikalische Daten von **3**: MS:  $m/z$  262 (100%,  $M^+$ ), 233 (14,  $M^+ - \text{C}_2\text{H}_5$ ), 219 (15,  $M^+ - \text{C}_3\text{H}_7$ ), 206 (14,  $M^+ - \text{C}_4\text{H}_9$ ), 103 (33,  $[M - \text{C}_4\text{H}_9]^+$ ); erkennbar am  $^{13}\text{C}$ -Satellit bei  $m/z$  103.5). IR (CsI):  $\bar{\nu} = 3035$  ( $=\text{C}-\text{H}$ ), 1557, 1518  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ). UV (MeOH):  $\lambda_{\text{max}} = 295$  ( $\epsilon = 130100$ ), 367 (7800), 487 (320), 565 nm sh (240).  $^1\text{H}$ -NMR (300 MHz,  $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ , 193 K):  $\delta = 8.44$  (s, H-7,14), 8.05–7.85 (AA'-Teil von AA'BB', 4H, H-2,5,9,12), 7.55–7.35 (BB'-Teil von AA'BB', 4H, H-3,4,10,11), 0.59 (s, 4H, H-15,18), 0.17 (s, 4H, H-16,17).  $^{13}\text{C}$ -NMR (75.5 MHz,  $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ , 193 K):  $\delta = 134.37$  (C-7,14), 134.02 (C-2,5,9,12), 127.66 (C-3,4,10,11), 120.13 (C-1,6,8,13), 51.13 (C-15,18), 28.34 (C-16,17).
- [7] E. Vogel, F. Kuebart, J. A. Marco, R. Andree, H. Günther, R. Aydin, *J. Am. Chem. Soc.* 105 (1983) 6982.
- [8] Arbeitselektrode: Platinscheibe, Gegenelektrode: glasartiger Kohlenstoff, Lösungsmittel: Acetonitril, Leitsalz:  $\text{Et}_4\text{NBF}_4$ ;  $T = 298$  K, Spannungsvorschub: 200  $\text{mV s}^{-1}$ .
- [9] F. Gerson, H. Ohya-Nishiguchi, G. Plattner, *Helv. Chim. Acta* 65 (1982) 551.
- [10] J. Heinzer, *J. Magn. Reson.* 13 (1974) 124.
- [11] Beide Strukturen wurden mit Direkten Methoden und einem Differenz-Fourier-Verfahren gelöst und verfeinert. Kristallographische Daten für **3**<sup>⊕</sup> ( $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{ClO}_4$ ) [**3** ( $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{N}_2$ )]:  $M_r = 361.807$  [262.358]; Raum-

gruppe  $P2_1$  (Nr. 4) [ $P2_1/c$  (Nr. 14)];  $a = 855.2(1)$  [1192.9(1)],  $b = 1263.4(5)$  [662.4(1)],  $c = 854.9(1)$  [1911.7(2)] pm;  $\beta = 113.82(14)$  [108.86(1)] $^\circ$ ;  $V = 0.8450$  [1.42958]  $\text{nm}^3$ ;  $Z = 2$  [4];  $\rho_{\text{ber}} = 1.422$  [1.219]  $\text{g cm}^{-3}$ ;  $T = 293$  [293] K;  $\theta_{\text{max}} = 26$  [27] $^\circ$ ;  $\mu(\text{Mo K}\alpha) = 2.06$  [0.672]  $\text{cm}^{-1}$ ; unabhängige Reflexe 1749 [3122]; beobachtete Reflexe 1219 [2121]; Variable 243 [253];  $R = 0.064$  [0.033];  $R_w = 0.069$  [0.044];  $w^{-1} = 1.008 \sigma^2(F_o) + 0.0032 F_o^2$ ; [ $\sigma^2(F)$ ]. Weitere Einzelheiten können beim Direktor des Cambridge Crystallographic Data Centre, University Chemical Laboratory, Lensfield Road, Cambridge CB2 1EW (England), unter Angabe des Literaturzitats angefordert werden.

[12] Beispielsweise für **3**<sup>⊕</sup>:  $\chi = (1/3) (113.0^\circ + 2 \times 118.5^\circ) = 116.7^\circ$ .

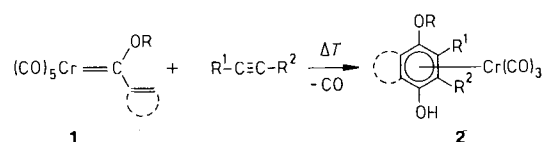
[13] Korrekte Elementaranalyse, für die wir Herrn Dr. L. Strauch, Institut für Organische Chemie der Universität Basel, danken.

## Zum Mechanismus der Dötz-Reaktion: Alkin-Carben-Verknüpfung zu Chromacyclobutenen? \*\*

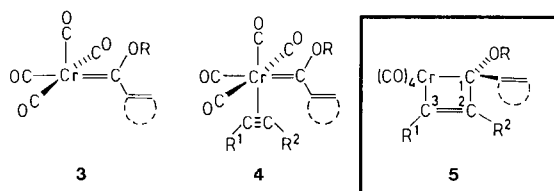
Von Peter Hofmann\* und Martin Hämmerle

Professor Hans Hofmann zum 60. Geburtstag gewidmet

Die zuerst von Dötz beschriebene Umsetzung von Fischer-Carbenkomplexen **1** mit Alkinen<sup>[1]</sup> (Dötz-Reaktion) hat sich als präparativ außerordentlich vielseitig erwiesen<sup>[2–5]</sup>. Die Komplexität dieser Templatreaktion zeigt sich darin, daß – abhängig von Reaktionsführung und Edukten – bis heute neben Phenolderivaten **2** auch Verbindungen als Produkte isoliert werden konnten, die etwa zehn anderen Strukturtypen angehören.



Alle Vorschläge zum größtenteils ungeklärten Mechanismus der Dötz-Reaktion und ihrer Varianten gehen von *cis*-CO-Dissoziation in **1** und Alkincoordination an Zwischenstufen **3** unter Bildung von **4** aus, was durch kinetische Untersuchungen<sup>[6]</sup> und Studien an Wolfram-Analoga von **1**<sup>[7]</sup> gesichert scheint. Als Schlüsselzwischenstufen des Folgeschritts<sup>[8]</sup> werden dann meist Chromacyclobutene **5** angesehen, die sich durch (regioselektive) Alkin-Carben-Verknüpfung am Metall bilden. Die Stereochemie ihrer elektrocyclischen Ringöffnung („Drehsinn“ an C1) und dabei entstehender Vinylcarbenkomplexe wurde jüngst als maßgeblich für den weiteren Reaktionsverlauf und damit für die Chemo- und Stereoselektivität der Gesamtreaktion angenommen<sup>[9]</sup>.



Wir berichten hier über MO-Modellrechnungen<sup>[10]</sup>, die eine Modifizierung dieser Vorstellungen verlangen und die für Stereo- und Chemo- und Stereoselektivität der Dötz-Reaktion rele-

\* Prof. Dr. P. Hofmann, Dipl.-Chem. M. Hämmerle  
Anorganisch-chemisches Institut der Technischen Universität München  
Lichtenbergstraße 4, D-8046 Garching

\*\* Diese Arbeit wurde von der Stiftung Volkswagenwerk und vom Fonds der Chemischen Industrie gefördert.

**6**  $R^1 = R^2 = \text{Ph, SiMe}_3$   
 $R^1 = \text{Ph, } R^2 = \text{SiMe}_3$

**7**

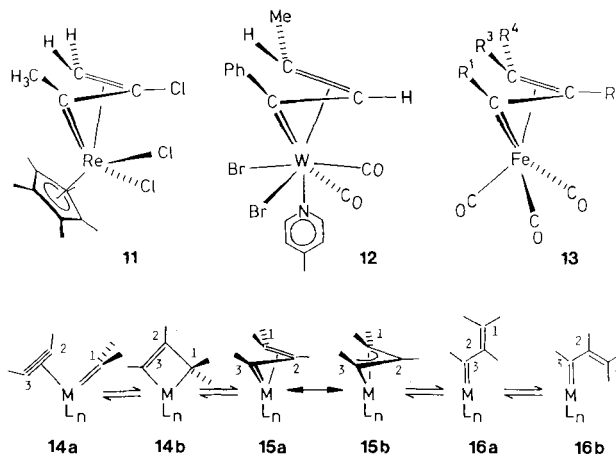
**8**  $R = p\text{-Tolyl}$

**9**

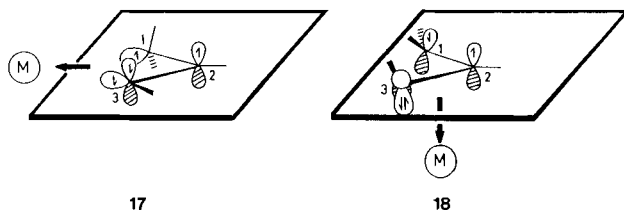
**10**

Aus der Wechselwirkung der Fragment-MOs  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  mit  $2a_1$  und  $b_2$  von  $\text{Cr}(\text{CO})_4$ <sup>[14]</sup> resultieren die MOs  $1a'$  und  $2a'$  der beiden Cr–C- $\sigma$ -Bindungen. Das  $\pi$ -MO des  $\text{C}_3\text{H}_4$ -Systems kann in **9** den Elektronenbedarf am Chrom nicht absättigen, und es ergibt sich das typische Bild eines „offenschalenigen“ Sechzehnelektronen-Teilchens mit geringem Abstand zwischen HOMO und LUMO. Der Charakter der beiden Grenzorbitale von **9** –  $3a'$  entspricht überwiegend dem leeren  $x^2-y^2$ -AO am Chrom,  $3a'$  ist hauptsächlich an C3 des  $\pi$ -MOs der C2-C3-Doppelbindung lokalisiert – impliziert eine Deplanarisierung des Metallacyclobutenrings, d. h. eine Stabilisierung im Sinne eines Jahn-Teller-Effekts 2. Ord-

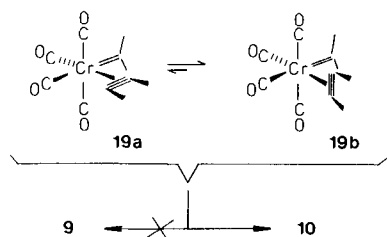
Echte  $\eta^1$ -Vinylcarbenliganden wie in **16** sind unter anderem an  $\text{Cr}(\text{CO})_5$ <sup>[19]</sup> oder  $\text{Cp}_2\text{Ti}(\text{PMe}_3)$ <sup>[20]</sup> bekannt.



Analoge Berechnungen für  $\text{Cp}_2\text{Ti}$ ,  $(\text{PH}_3)_2\text{Pt}$  und  $\text{Fe}(\text{CO})_3$  als Metallfragmente reproduzieren die bei **6**, **7** und **13** experimentell gefundenen Grundzustandsgeometrien korrekt: planare Metallacyclobuten-Strukturen bei  $[\text{Cp}_2\text{Ti}(\text{C}_3\text{H}_4)]$  und  $[(\text{PH}_3)_2\text{Pt}(\text{C}_3\text{H}_4)]$ ,  $\eta^3$ -Vinylcarbenotyp bei  $[(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{C}_3\text{H}_4)]$ . In der Reihe  $d^2$ - $\text{ML}_6$  ( $\text{Cp}_2\text{Ti}$  in **6**),  $d^4$ - $\text{ML}_5$  ( $[\text{Cp}^*\text{ReCl}_2]$  in **11** und  $[\text{W}(\text{CO})_2\text{Br}_2(4\text{-picolin})]$  in **12**),  $d^6$ - $\text{ML}_4$  ( $\text{Cr}(\text{CO})_4$  in **10**),  $d^8$ - $\text{ML}_4$  ( $[\text{Ir}(\text{PMe}_3)_3\text{Br}]$  in **8**) und  $d^{10}$ - $\text{ML}_2$  ( $(\text{PPh}_3)_2\text{Pt}$  in **7**) paßt also der organische Ligand seine Koordinationsweise der Symmetrie und Besetzung der Valenzorbitale (dem isolobalen Charakter) des jeweiligen Metallbausteins an und fungiert als Zweielektronendonator **17** („in-plane“) oder als Vierelektronendonator **18** („out-of-plane“). Die Details, der realen



Strukturen **11–13** (C–C- und M–C-Bindungslängen, Gewicht von **15a** vs. **15b**, Ausmaß der Rückbindung etc.) hängen vom spezifischen Fragment  $\text{ML}_n$  und der Substitution im  $\text{C}_3$ -System ab. Die wesentlich niedrigere Gesamtenergie von **10** gegenüber **9** bedeutet für die Dötz-Reaktion, daß Alkin-Carbenkomplexe **4** nicht über Chromacyclobutene **5** reagieren. Modellrechnungen an **19**, dessen  $\eta^2$ - $\text{C}_2\text{H}_2$ -Ligand mit ca. 5 kcal mol<sup>-1</sup> wie Ethen<sup>[21]</sup> die Konformation **19b** bevorzugt, ergeben in der Tat für die „in-plane“-Alkin-Carben-Verknüpfung **19a** → **9** ( $\text{C}_s$ -Symmetrie) ein um ca.



23 kcal mol<sup>-1</sup> über **19a** liegendes Energiemaximum für **9**, ganz im Gegensatz zum exothermen Ablauf bei  $\text{Cp}_2\text{Ti}$  als Metallfragment<sup>[11b]</sup>, wobei in beiden Fällen kein Symmetrieverbot existiert. Vorläufige Berechnungen einer direkten Umlagerung von **19b** zu **10** ( $\text{C}_1$ -Symmetrie) lassen aber bereits ohne volle Optimierung des Reaktionswegs die Aktivierungsbarriere fast völlig verschwinden. Dies legt nahe, daß über **3**<sup>[22]</sup> gebildete Alkin-Carbenkomplexe **4**, sofern sie überhaupt als diskrete Zwischenstufen auftreten<sup>[23]</sup>, direkt zu  $\eta^3$ -Vinylcarbenkomplexen umlagern. Damit würden sowohl die Regioselektivität des Alkineinbaus als auch die Chemo-selektivität der Gesamtreaktion (via *exo/endo* bzw. *cis/trans*-Position der Substituenten an C1 von Intermediaten des Typs **10** und **16**) festgelegt, ohne daß Chromacyclobutene **5** und ihre elektrocyclische Ringöffnung<sup>[9]</sup> überhaupt eine Rolle spielen. Die Konsequenzen der geschilderten Befunde für ein mechanistisches Verständnis der Dötz-Reaktion oder der Alkinpolymerisation mit Fischer-Carbenkomplexen von Wolfram<sup>[24]</sup>, wobei Zwischenstufen wie **5** ebenfalls vermutet werden, liegen auf der Hand.

Eingegangen am 13. März 1989 [Z 3227]

[1] a) K. H. Dötz, *Angew. Chem.* 87 (1975) 672; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 14 (1975) 644; b) *ibid.* 96 (1984) 573 bzw. 23 (1984) 587.

- [2] a) W. D. Wulff, P. C. Tang, K. S. Chan, J. S. McCallum, D. C. Yang, S. R. Gilbertson, *Tetrahedron* 41 (1985) 5813; b) W. D. Wulff in L. S. Liebeskind (Hrsg.): *Advances in Metal-Organic Chemistry*, Vol. 1, JAI Press Inc., Greenwich 1987.
- [3] H. U. Reissig, *Nachr. Chem. Tech. Lab.* 34 (1986) 22.
- [4] M. F. Semmelhack, J. J. Bozell, L. Keller, T. Sato, E. J. Spiess, W. D. Wulff, A. Zask, *Tetrahedron* 41 (1985) 5803.
- [5] C. P. Casey, *React. Intermed.* 2 (1981) 155.
- [6] H. Fischer, J. Mühlemeier, R. Märkl, K. H. Dötz, *Chem. Ber.* 115 (1982) 1355.
- [7] a) H. C. Foley, L. M. Strubinger, T. S. Targos, G. L. Geoffroy, *J. Am. Chem. Soc.* 105 (1983) 3064; b) S. E. J. Bell, K. C. Gordon, J. J. McGarvey, *ibid.* 110 (1988) 3107.
- [8] K. H. Dötz in H. tom Dieck, A. de Meijere (Hrsg.): *Organometallics in Organic Synthesis: Aspects of a Modern Interdisciplinary Field*, Springer, Berlin 1988.
- [9] J. S. McCallum, F.-A. Kunng, S. R. Gilbertson, W. D. Wulff, *Organometallics* 7 (1988) 2346.
- [10] Die MO-Rechnungen sind vom Extended-Hückel-Typ: R. Hoffmann, *J. Chem. Phys.* 39 (1963) 1397.  $\text{H}_2$ -Matrixelemente: J. H. Ammeter, H.-B. Bürgi, J. C. Thibeault, R. Hoffmann, *J. Am. Chem. Soc.* 100 (1978) 3686. Atomparameter für Cr, Fe, Pt: T. A. Albright, R. Hoffmann, J. C. Thibeault, D. L. Thorn, *ibid.* 101 (1979) 3801; für Ti: J. W. Lauher, R. Hoffmann, *ibid.* 98 (1976) 1729; für C, H, O, P: EH-Standardparameter. Modellgeometrien idealisiert aus Röntgenstrukturdaten relevanter Komplexe mit Standard-Bindungslängen.
- [11] a) F. N. Tebbe, R. L. Harlow, *J. Am. Chem. Soc.* 102 (1980) 6149; b) R. J. McKinney, T. H. Tulip, D. L. Thorn, T. S. Coolbaugh, F. N. Tebbe, *ibid.* 103 (1981) 5584.
- [12] R. C. Hemond, R. P. Hughes, D. J. Robinson, A. L. Rheingold, *Organometallics* 7 (1988) 2239.
- [13] J. C. Calabrese, D. C. Roe, D. L. Thorn, T. H. Tulip, *Organometallics* 3 (1984) 1223.
- [14] T. A. Albright, J. K. Burdett, M.-H. Whangbo: *Orbital Interactions in Chemistry*, Wiley, New York 1985.
- [15] Aus Gründen der Konsistenz mit  $\text{C}_3\text{H}_4$  als Vinylcarben wurden ungeladene Fragmente gewählt. Zu neuen ab-initio-Arbeiten über verschiedene  $\text{C}_3\text{H}_4$ -Isomere und ihre Elektronenzustände: M. Yoshimine, J. Pakansky, N. Honjou, *J. Am. Chem. Soc.* 111 (1989) 2785.
- [16] W. A. Herrmann, R. A. Fischer, E. Herdtweck, *Angew. Chem.* 99 (1987) 1286; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 26 (1987) 1263.
- [17] A. Mayr, M. F. Asaro, T. J. Glines, *J. Am. Chem. Soc.* 109 (1987) 2215.
- [18] a) T. Mitsudo, H. Watanabe, T. Sasaki, Y. Takegami, Y. Watanabe, *Organometallics* 8 (1989) 368; b) J. Klimes, E. Weiss, *Angew. Chem.* 94 (1982) 207; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 21 (1982) 205; *Angew. Chem. Suppl.* 1982 477; c) T. Valéri, F. Meier, E. Weiss, *Chem. Ber.* 121 (1988) 1093.
- [19] R. Aumann, H. Heinen, *Chem. Ber.* 120 (1987) 537, zit. Lit.
- [20] P. Binger, P. Müller, R. Benn, R. Mynott, *Angew. Chem.* 101 (1989) 647; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 28 (1989) 610.
- [21] F. Volatron, O. Eisenstein, *J. Am. Chem. Soc.* 108 (1986) 2173.
- [22] Wie bei **10** ist auch bei **3** eine Koordination der Doppelbindung (oder der Arylgruppe), die dann vom Alkin verdrängt wird, wahrscheinlich.
- [23] Stabile *cis*-Alkin-Carbenkomplexe sind nur mit den Fragmenten  $\text{W}(\text{PMe}_3)_2\text{Cl}_2$  und  $\text{CpW}(\text{CO})^0$  (beide  $d^4$ - $\text{ML}_4$  und um zwei Valenzelektronen ärmer als **4**) bekannt: A. Mayr, K. S. Lee, M. A. Kjelsberg, D. Van Engen, *J. Am. Chem. Soc.* 108 (1986) 6097; H. G. Alt, *J. Organomet. Chem.* 256 (1983) C12. Für  $d^8$ - $\text{ML}_3$  [13] und  $d^2$ - $\text{ML}_6$  [11], bei denen die Kopplungsprodukte isoliert wurden, sind solche Zwischenstufen nicht nachweisbar.
- [24] a) T. J. Katz, S. J. Lee, *J. Am. Chem. Soc.* 102 (1980) 422; b) T. J. Katz, S. M. Haber, R. D. Kendrick, C. S. Yunoni, *ibid.* 107 (1985) 2182; c) S. J. Landon, P. M. Shulman, G. L. Geoffroy, *ibid.* 107 (1985) 6739.

## Bis-stilben-Systeme: Reduktion zu Tetraanionen\*\*

Von Rainer Schenk, Joachim Hucker, Henning Hopf, Hans-Joachim Räder und Klaus Müllen\*

Kürzlich synthetisierten wir eine homologe Reihe löslicher Oligo-*p*-phenylenvinylene und untersuchten deren Reduktionspotentiale als Funktion der Kettenlänge<sup>[1]</sup>. Die Extrapolation der Befunde auf das analoge Polymer zwang zu

[\*] Prof. Dr. K. Müllen, Dipl.-Chem. R. Schenk, Dipl.-Chem. H.-J. Räder Institut für Organische Chemie der Universität Johann-Joachim-Becher-Weg 18–22, D-6500 Mainz 1  
Dipl.-Chem. J. Hucker, Prof. Dr. H. Hopf Institut für Organische Chemie der Universität Hagenring 30, D-3300 Braunschweig

[\*\*] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der Chemie gefördert.