

Kristalle,  $0.40 \times 0.20 \times 0.10 \text{ mm}^3$ ; 6288 unabhängige Reflexe ( $3.6 \leq 2\theta \leq 50.00^\circ$ );  $R_1 = 0.0447$  ( $I > 2\sigma(I)$ ),  $wR_2 = 0.1208$  (alle Daten). Die Kristalle wurden wie in Lit. [19] beschrieben auf dem Diffraktometer platziert und die Daten mit einem Bruker-SMART-System gesammelt (CCD-Detektor).<sup>[20]</sup> Beide Kristallstrukturen wurden mit Direkten Methoden gelöst und durch Volle-Matrix-kleinste-Fehlerquadrate-Methoden gegen  $F^2$  verfeinert.<sup>[21]</sup> Alle Nichtwasserstoffatome wurden anisotrop verfeinert. Die kristallographischen Daten (ohne Strukturfaktoren) der in dieser Veröffentlichung beschriebenen Strukturen wurden als „supplementary publication no.“ CCDC-157686 und -157687 beim Cambridge Crystallographic Data Centre hinterlegt. Kopien der Daten können kostenlos bei folgender Adresse in Großbritannien angefordert werden: CCDC, 12 Union Road, Cambridge CB21EZ (Fax: (+44)1223-336-033; E-mail: deposit@ccdc.cam.ac.uk).

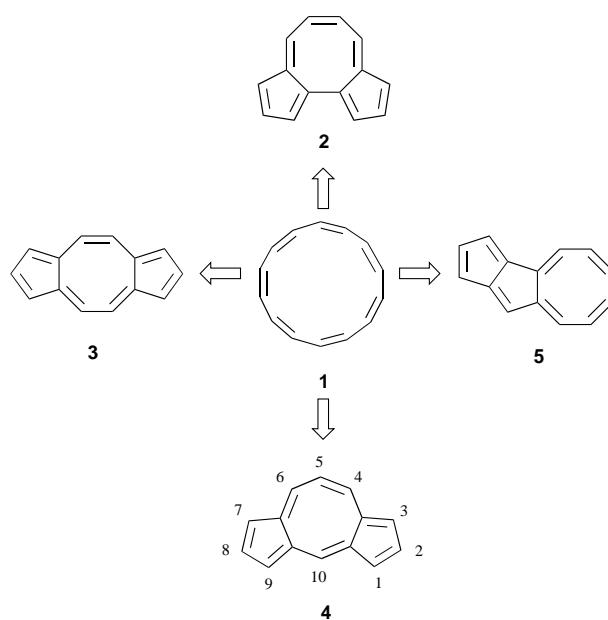
Eingegangen am 14. Februar 2001 [Z16613]

- [1] a) T. P. Hanusa, *Acc. Chem. Res.* **1993**, *93*, 1023; b) T. P. Hanusa, *Coord. Chem. Rev.* **2000**, *210*, 329, zit. Lit.
- [2] Siehe z. B.: a) G. E. Coates, M. L. H. Green, K. Wade, *Organometallic Compounds*, Vol. 1, Methuen, London, **1969**; b) S. T. Ioffe, A. N. Nesmeyanov, *The Organo Compounds of Magnesium, Beryllium, Calcium, Strontium, and Barium*, North Holland, Amsterdam, **1967**.
- [3] a) L. C. Tang, C. Mathis, B. Francois, *J. Organomet. Chem.* **1983**, *243*, 359; b) B. De Groot, M. Van Beulen, M. Szwarc, *Macromolecules* **1975**, *8*, 396; c) B. De Groot, W. Morteier, M. Van Beulen, M. Szwarc, *Macromolecules* **1977**, *10*, 598.
- [4] R. A. O'Brien, T. Chen, R. D. Rieke, *J. Org. Chem.* **1992**, *57*, 2667.
- [5] a) A. Yanagisawa, S. Habaue, K. Ysaue, H. Yamamoto, *J. Am. Chem. Soc.* **1994**, *116*, 6130; b) A. Yanagisawa, K. Ogasawara, K. Ysaue, H. Yamamoto, *Chem. Commun.* **1996**, 367, zit. Lit.
- [6] D. C. Green, U. Englich, K. Ruhlandt-Senge, *Angew. Chem.* **1999**, *111*, 365; *Angew. Chem. Int. Ed.* **1999**, *38*, 354.
- [7] M. Westerhausen, M. H. Diesger, H. Nöth, T. Seifert, A. Pfitzner, *J. Am. Chem. Soc.* **1998**, *120*, 6722.
- [8] S. Harder, M. Lutz, *Organometallics* **1997**, *16*, 225.
- [9] J. J. Brooks, G. D. Stucky, *J. Am. Chem. Soc.* **1972**, *94*, 7333.
- [10] R. A. Bartlett, H. V. R. Dias, P. P. Power, *J. Organomet. Chem.* **1988**, *341*, 1.
- [11] H. Koster, E. Weiss, *J. Organomet. Chem.* **1979**, *168*, 273.
- [12] D. Hoffman, W. Bauer, P. von R. Schleyer, U. Pieper, D. Stalke, *Organometallics* **1993**, *12*, 1193.
- [13] H. Viebrock, T. Panther, U. Behrens, E. Weiss, *J. Organomet. Chem.* **1995**, *491*, 19.
- [14] L. M. Engelhardt, S. Harvey, C. L. Raston, A. H. White, *J. Organomet. Chem.* **1988**, *341*, 39.
- [15] M. M. Olmstead, P. P. Power, *J. Am. Chem. Soc.* **1985**, *107*, 2174.
- [16] R. Hoffmann, R. Bissell, D. Farnum, *J. Phys. Chem.* **1969**, *73*, 1789.
- [17] B. A. Vaartstra, J. C. Huffman, W. E. Streib, K. G. Caulton, *Inorg. Chem.* **1991**, *30*, 121.
- [18] A. Weeber, S. Harder, H. H. Brintzinger, K. Knoll, *Organometallics* **2000**, *19*, 1325.
- [19] H. Hope, *Progr. Inorg. Chem.* **1994**, *41*, 1.
- [20] S. Chadwick, K. Ruhlandt-Senge, *Chem. Eur. J.* **1998**, *4*, 1768.
- [21] G. M. Sheldrick, SHELXTL Version5, Siemens Analytical X-ray Instruments, Madison, WI, **1994**.
- [22] Ein Gutachter wies darauf hin, dass die Etherspaltung durch Verwendung von Kohlenwasserstoffen als Lösungsmittel unterdrückt werden kann, da Dibenzylbarium in diesen Lösungsmitteln nur mäßig löslich ist. Diesem Vorteil steht allerdings der Nachteil der dann heterogenen Reaktionsbedingungen entgegen.
- [23] D. C. Bradley, M. B. Hursthouse, A. A. Ibrahim, K. M. Abdul Malik, M. Motevali, R. Moseler, H. Powell, J. D. Runnacles, A. C. Sullivan, *Polyhedron* **1990**, *9*, 2959.
- [24] J. S. Alexander, K. Ruhlandt-Senge, noch unveröffentlichte Ergebnisse.

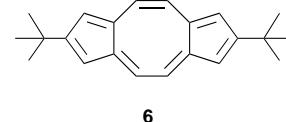
## Dicyclopenta[a,d]cycloocten: ein [14]Annulen mit zwei überbrückenden Einfachbindungen\*\*

Mitsunori Oda,\* Yukinari Sakamoto, Takanori Kajioka, Takuya Uchiyama, Ryuta Miyatake und Shigeyasu Kuroda\*

Durch zweifaches Überbrücken von Kohlenstoffatomen im hypothetischen all-*cis*-[14]Annulen **1** mit Einfachbindungen lässt sich gedanklich eine Reihe benzoider und nichtbenzoider tricyclischer Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel  $C_{14}H_{10}$  konstruieren. Lässt man nur Konstitutionen mit fünf- und achtgliedrigen Ringen zu, so sind vier nichtalternierende Kohlenwasserstoffe möglich: die Dicyclopentacyclooctene **2–4** und das Cyclooctapentalen **5**.<sup>[1]</sup> Anders als im Fall der



benzoiden Isomere mit alternierenden Doppelbindungen, Anthracen und Phenanthren, ist über diese relativ kleinen nichtalternierenden Stammkohlenwasserstoffe nur wenig bekannt. Prinzbach und Mitarbeiter berichteten über Versuche, das *a,c*-Isomer **2** herzustellen,<sup>[2]</sup> und Hafner et al. beschrieben die Synthese des 2,7-Di(*tert*-butyl)-Derivats **6** vom *a,e*-Isomer **3**.<sup>[3]</sup> Der Kohlenwasserstoff **6** ist planar und diamagnetisch, besonders bemerkenswert ist sein Absorptionsmaximum ( $\lambda_{\max} = 1375 \text{ nm}$ ) – das längstwellige

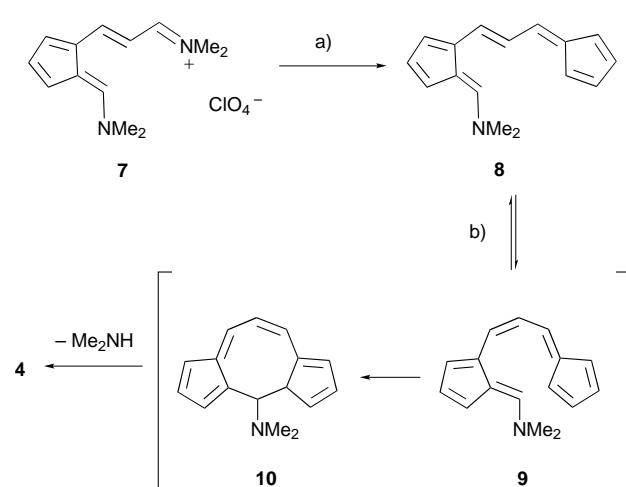


[\*] Dr. M. Oda, Prof. Dr. S. Kuroda, Y. Sakamoto, Dr. T. Kajioka, T. Uchiyama, Dr. R. Miyatake  
Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering  
Toyama University  
Gofuku 3190, Toyama 930-8555 (Japan)  
Fax: (+81) 76-445-6819  
E-mail: oda@eng.toyama-u.ac.jp  
kuro@eng.toyama-u.ac.jp

[\*\*] Diese Arbeit wurde vom japanischen Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Sport gefördert (Forschungsmittel für M.O. (Nr. 09640631) und S.K. (Nr. 10640513)).

aller Kohlenwasserstoffe mit konjugiertem  $14\pi$ -Elektronensystem. Wir berichten hier über die Synthese und die spektroskopischen Eigenschaften des [a,d]-Isomers **4**, der ersten Stammverbindung aus dieser Klasse nichtalternierender Kohlenwasserstoffe.

Unsere Synthesestrategie beruht auf der  $14\pi$ -Elektrocyclisierung<sup>[4, 5] über die beiden Pentafulvenoid-Einheiten in der Vorstufe 6-Dimethylamino-1-[2-(pentafulven-6-yl)ethenyl]pentafulven **8** zum zentralen Achtring und einer anschließenden Desaminierung (Schema 1). Dieses Verfahren ist analog zu der von Hafner und Ziegler entwickelten Azulensynthese.<sup>[6]</sup></sup>



Schema 1. Synthese von **4**. a) Natriumcyclopentadienid, THF,  $0^\circ\text{C}$ , 15 min, 63%; b) Rückfluss in 2,6-Lutidin, 90 min, 2%.

**8** wurde durch Umsetzen von Natriumcyclopentadienid mit 6-Dimethylamino-1-(3-dimethylimino-1-propenyl)pentafulven-perchlorat **7**<sup>[7]</sup> in 63 % Ausbeute hergestellt. Das in Form grüner Plättchen isolierte **8** ist in Substanz und in Lösung unterhalb von  $100^\circ\text{C}$  stabil; oberhalb von  $150^\circ\text{C}$  tritt Zersetzung ein. Die thermische Elektrocyclisierung von **8** zu **4** unter Rückfluss in Kohlenwasserstoff-, Alkohol- oder Ether-solvantien gelang im Temperaturbereich von 150 bis  $250^\circ\text{C}$  nicht, sondern führte unabhängig von der Konzentration an **8** lediglich zu gummiartigem, dunkel gefärbtem Material.<sup>[8]</sup> Reaktionen in DMF oder basischen Lösungsmitteln wie Pyridin, Picolin oder Chinolin lieferten **4** in Ausbeuten von weniger als 1 %. Die beste Ausbeute von 2 % erhielten wir durch Umsetzung in 2,6-Lutidin unter Rückfluss. Nach chromatographischer Reinigung an Kieselgel und Umkristallisation aus Methanol/Wasser wurde das Produkt **4** in Form rotvioletter Blättchen isoliert.

Die  $^1\text{H}$ - und  $^{13}\text{C}$ -NMR-Spektren von **4** (siehe Experimentelles) belegen die Delokalisierung der Doppelbindungen in der Peripherie des Ringsystems und damit den diamagnetischen Charakter der Verbindung. Sechs getrennte Signale im  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrum und acht Signale im  $^{13}\text{C}$ -NMR-Spektrum sprechen für die Molekülsymmetrie von **4** mit einer  $C_2$ -Achse durch C-5 und C-10. Auch die  $^3J_{\text{HH}}$ -Kopplungen sind mit einer  $14\pi$ -Elektronendelokalisierung in Einklang. Beispielsweise zeigen die beiden Triplets für H-2 (oder H-8) und H-5 im  $^1\text{H}$ -

NMR-Spektrum klar zwei Gruppen gleicher Kopplungskonstanten für  $^3J(\text{H-1,H-2})/{}^3J(\text{H-8,H-9})$  und  $^3J(\text{H-2,H-3})/{}^3J(\text{H-7,H-8})$  sowie für  $^3J(\text{H-4,H-5})$  und  $^3J(\text{H-5,H-6})$ . Die mittlere chemische Verschiebung der  $^1\text{H}$ -Signale ( $\delta = 7.64$ ) von **4** entspricht der von Azulen ( $\delta = 7.64$ )<sup>[9]</sup> und ist größer als die von Naphthalin ( $\delta = 7.48$ )<sup>[10]</sup> – ein Hinweis auf nennenswerte diamagnetische Eigenschaften von **4**.

Im UV/Vis-Spektrum von **4** erscheint das längstwellige Maximum bei 767 nm und liegt damit mehr als 600 nm niedriger als das von **6**. Abbildung 1 zeigt Korrelationen der

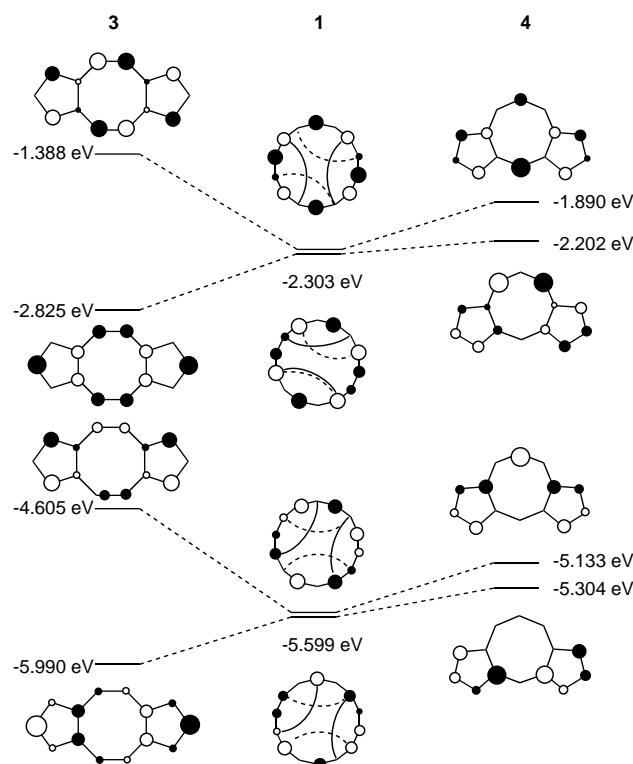


Abbildung 1. Korrelationen der Molekülgrenzorbitale von **1** mit denen der Dicyclopentacyclooctene **3** und **4** auf der Basis von DFT-Rechnungen auf dem MB3LYP/6-31G\*-Niveau. Die gestrichelten und durchgezogenen Linien in **1** sind die zur Bildung von **3** bzw. **4** erforderlichen Brückenbindungen.

Molekülgrenzorbitale von [14]Annulen **1** mit denen der Dicyclopentacyclooctene **3** und **4** auf der Basis von Dichtefunktionalrechnungen auf dem MB3LYP/6-31G\*-Niveau.<sup>[11]</sup> HOMO und LUMO von **1** sind doppelt entartet; dem Orbitalpaar, welches das HOMO bildet, entsprechen das HOMO und das HOMO-1 von **3** und **4**, und dem das LUMO bildenden Orbitalpaar entsprechen LUMO und LUMO+1 von **3** und **4**. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, hat **3** ein destabilisiertes HOMO und ein stabilisiertes LUMO, während **4** gegenüber **1** ein destabilisiertes HOMO und ein leicht destabilisiertes LUMO hat. Demnach sollte **4** langwelligeres Licht absorbieren als **1** und erheblich kurzwelligeres Licht als **3**. Das all-cis-[14]Annulen **1** ist zwar nicht bekannt, aber ein Konfigurationsisomer sowie Dehydro[14]annulene und verbrückte [14]Annulene wurden synthetisiert. Von diesen Verbindungen haben diejenigen mit planarer Struktur und ohne transanulare Wechselwirkung über die Brücke<sup>[12-16]</sup> ihre

längstwelligen Maxima im UV/Vis-Spektrum bei 558–633 nm; diese Werte sind tatsächlich niedriger als die für **4**. Da sich die bisher erhaltenen Kristalle von **4** nicht für eine röntgenographische Analyse eigneten, richtet sich unser derzeitiges Interesse auf die Synthese einfacher Derivate für diesen Zweck.

## Experimentelles

**8:** **7** (30.3 g, 0.1 mol) wurde unter Rühren zu einer Lösung von Natrium-cyclopentadienid (0.1 mol) in THF (600 mL) bei 0 °C unter Stickstoff gegeben. Nachdem das Gemisch 15 min bei 0 °C gerührt worden war, wurden die gebildeten Feststoffe durch Saugfiltration über Celite abgetrennt. Die Filterrückstände wurden mit Ethylacetat/Hexan (1:4) gewaschen und das Filtrat im Vakuum eingeeengt. Umkristallisieren des Rückstands aus CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Hexan (1:2) lieferte **8** als grüne Plättchen (14.0 g, 63% Ausbeute). Schmp. 145–147 °C; <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>): δ = 3.29 (s, 6 H; NCH<sub>3</sub>), 6.26 (dt, J = 5.0, 1.7, 1 H), 6.45 (ddm, J = 5.0, 3.1 Hz, 1 H), 6.54 (ddm, J = 5.0, 3.1 Hz, 1 H), 6.58 (ddm, J = 4.6, 2.9 Hz, 1 H), 6.67 (dm, J = 5.0 Hz, 1 H), 6.73 (dm, J = 4.6 Hz, 1 H), 6.89 (dm, J = 2.9 Hz, 1 H), 6.99 (d, J = 12.4 Hz, 1 H), 7.00 (d, J = 14.4 Hz, 1 H), 7.19 (dd, J = 14.4, 12.4 Hz, 1 H), 7.41 (s, 1 H); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>, –30 °C): δ = 40.7, 48.0, 114.0, 117.7, 118.9, 119.7, 121.4, 124.5, 129.2, 130.9, 131.4, 134.5, 141.2, 142.3, 147.6; IR (KBr): ν = 1623, 1580, 1359, 1055 cm<sup>–1</sup>; Elementaranalyse (%): ber. für C<sub>16</sub>H<sub>17</sub>N: C 86.06, H 7.69, N 6.27; gef.: C 85.97, H 7.72, N 5.99.

**4:** Eine Lösung von **8** (1.00 g, 4.48 mmol) in 2,6-Lutidin (200 mL) wurde unter Stickstoff 90 min unter Rückfluss erhitzt. Nach Entfernen des Lösungsmittels im Vakuum wurde der dunkel gefärbte Rückstand in 50 mL Hexan suspendiert und unlösliche schwarze Feststoffe abfiltriert. Das Filtrat wurde eingeeengt und der Rückstand chromatographisch an Kieselgel mit Hexan als Eluens gereinigt. Das Produkt **4** fiel als dunkelroter Feststoff an (16.5 mg, 2% Ausbeute). Umkristallisieren aus Methanol/Wasser (7:1) lieferte analysenreines **4** als rotviolette Blättchen. Schmp. 139–140 °C; <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>): δ = 6.58 (d, J = 11.6 Hz, 2 H; H-4,6), 7.37 (t, J = 4.0 Hz, 2 H; H-2, 8), 7.59 (dd, J = 4.0, 1.6 Hz, 2 H; H-3,7), 7.71 (dd, J = 4.0, 1.6 Hz, 2 H; H-1,9), 7.94 (t, J = 11.6 Hz, 1 H; H-5), 8.64 (s, 1 H; H-10); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>): δ = 113.7 (C-5), 128.9 (C-2,8), 129.5 (C-8a, 9a), 133.3 (C-3a, 6a), 138.4 (C-3, 7), 139.4 (C-1, 9), 140.0 (C-4, 6), 141.2 (C-10); IR (KBr): ν = 1589, 1413, 1396, 1192, 774, 749 cm<sup>–1</sup>; MS (70 eV): m/z (%): 179 (M<sup>+</sup> + 1, 15), 178 (M<sup>+</sup>, 100), 177 (26), 152 (31), 76 (21); UV/Vis (n-Hexan): λ<sub>max</sub> (ε) = 213 (15100), 218 (15000), 222 (15200), 238sh (11000), 248sh (7840), 273sh (7760), 283 (9770), 290sh (8320), 329sh (38900), 344 (112000), 446 (1070), 468sh (933), 498sh (812), 531 (851), 608 (186), 631 (186), 649 (194), 663 (224), 677 (257), 692sh (355), 701 (407), 718 (427), 737 (437), 750 (746), 767 (1290), 800sh (36), 818sh nm (12); Elementaranalyse (%): ber. für C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>: C 94.35, H 5.65; gef.: C 94.19, H 5.80.

Eingegangen am 5. Februar 2001 [Z16554]

- [1] Theoretische Untersuchungen von **3**: M. E. Vol'pin, *Russ. Chem. Rev.* **1960**, 29, 129–160; A. Toyota, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **1975**, 48, 1152–1156; M. Randic, *J. Am. Chem. Soc.* **1977**, 99, 444–450.
- [2] O. Schweikert, T. Netscher, G. L. McMullen, L. Knothe, H. Prinzbach, *Chem. Ber.* **1984**, 117, 2006–2026.
- [3] K. Hafner, G. F. Thiele, C. Mink, *Angew. Chem.* **1988**, 100, 1213–1215; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1988**, 27, 1191–1192.
- [4] Beispiele für die Anwendung der 14π-Elektrocyclisierung zum Aufbau mittlerer bis großer Ringsysteme finden sich in Lit. [2] und bei E. Vogel, H. M. Deger, P. Helbel, P. Lex, *Angew. Chem.* **1980**, 92, 943–944; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1980**, 19, 919–921; H. Prinzbach, H. Babsh, D. Hunkler, *Tetrahedron Lett.* **1978**, 649–652.
- [5] Zur analogen 12π-Elektrocyclisierung über zwei Pentafulvenoid-Einheiten siehe: K. Hafner, B. Stowasser, B.-P. Krimmer, S. Fischer, M. C. Böhm, H. J. Lindner, *Angew. Chem.* **1986**, 98, 646–648; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1986**, 25, 630–632; K. Hafner, *Pure Appl. Chem.* **1990**, 62, 531–540; T. S. Balaban, S. Schardt, V. Sturm, K. Hafner, *Angew. Chem.* **1995**, 107, 360–363; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, 34, 330–332.

- [6] K. Ziegler, K. Hafner, *Angew. Chem.* **1955**, 67, 301; K. Hafner, *Liebigs Ann. Chem.* **1957**, 606, 79–89; K. Hafner, K.-P. Meinhardt, *Org. Synth.* **1984**, 62, 134–139.
- [7] „Carbocyclische π-Elektronen-Systeme“: K.-P. Zeller, *Methoden Org. Chem. (Houben-Weyl)*, 4th ed. 1952–, Vol. 5, 2c, **1985**, S. 612.
- [8] Durch Gasphasenpyrolyse, Photolyse oder radikalische Kationen-cyclisierung mit *N,N,N*-Tris(4-bromphenyl)aminiumhexachloroantimon ließ sich **8** nicht zum gewünschten Produkt umsetzen.
- [9] Dieser Wert wurde durch Messungen in CDCl<sub>3</sub> bei 400 MHz erhalten. Zu früheren NMR-Untersuchungen von Azulenen siehe Lit. [7], S. 130; R. J. Llinas, D. Roard, M. Derbesy, E. J. Vincent, *Can. J. Chem.* **1967**, 53, 2911–2916.
- [10] M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*, Thieme, Stuttgart, **1997**.
- [11] Die Dichtefunktionalrechnungen wurden an einem IBM-RS/6000-397-Rechner mit dem Programm MULLIKEN (Ver. 2.0.0, 1995, IBM Co.) durchgeführt. Das MB3LYP(MBecke3LYP)-Funktional in MULLIKEN verwendet die lokale Korrelationsfunktion von Perdew und Wang anstelle des Funktionalen von Vosko, Wilk und Nusair und ist Becke3LYP von Stephens et al. sehr ähnlich. Zu diesen Funktionalen siehe J. P. Perdew, Y. Wang, *Phys. Rev. B* **1992**, 45, 13244–13249; S. H. Vosko, L. Wilk, M. Nusair, *Can. J. Phys.* **1980**, 58, 1200–1211; P. J. Stephens, F. J. Devlin, C. F. Chabolowski, M. J. Frisch, *J. Phys. Chem.* **1994**, 98, 11623–11627.
- [12] J. Mayer, F. Sondheimer, *J. Am. Chem. Soc.* **1966**, 88, 602–603.
- [13] F. Sondheimer, Y. Gaoni, L. M. Jackman, N. A. Bailey, R. Mason, *J. Am. Chem. Soc.* **1962**, 84, 4595–4596.
- [14] R. H. Mitchell, V. Boekelheide, *J. Am. Chem. Soc.* **1974**, 96, 1547–1557.
- [15] V. Boekelheide, J. B. Phillips, *J. Am. Chem. Soc.* **1967**, 89, 1695–1704.
- [16] W. Huber, J. Lex, T. Meul, K. Müllen, *Angew. Chem.* **1981**, 93, 401–402; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1981**, 20, 391–392.

## Synthese und Struktur eines dimeren Alkyldibariumtriszinkates mit tetraanionischem Triszinkat-Liganden und einem ungewöhnlichen zentralen Ba<sub>4</sub>Zn<sub>2</sub>C<sub>6</sub>-Doppelwürfel\*\*

Matthias Westerhausen,\* Christian Gückel und Peter Mayer

Verbindungen mit Ba-C-σ-Bindungen ziehen schon seit vielen Jahren das Interesse zahlreicher Arbeitsgruppen auf sich,[1] der strukturelle Nachweis einer Dialkylbariumverbindung steht allerdings noch aus.[2] Schon vor vielen Jahren wurde die Erwartung geäußert,[3] dass die Alkylverbindungen der schweren Erdalkalimetalle eine fruchtbare Erweiterung der Palette metallorganischer Reagenzien sind. Die Anwendung von Dibenzylbarium als Polymerisationsstarter sei bei-

[\*] Prof. Dr. M. Westerhausen, C. Gückel, Dr. P. Mayer  
Department Chemie der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Butenandtstraße 9 (Haus D), 81377 München (Deutschland)  
Fax: (+49) 89-2180-7867  
E-mail: maw@cup.uni-muenchen.de

[\*\*] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und vom Fonds der Chemischen Industrie gefördert. Wir danken Herrn Prof. Dr. P. Klüfers und Dr. H. Piotrowski für ihre Unterstützung.