

Unter Verwendung der externen Reflektions-FT-IR-Spektroskopie an der Wasser/Luft-Grenzfläche konnte eine spezifische und reversible Proteinanlagerung an eine Chelatorlipidmonoschicht an der Wasser/Luft-Grenzschicht erstmals nachgewiesen werden. Darüber hinaus ist es mit dieser Untersuchungsmethode, die nur durch die Meßzeit begrenzt ist, möglich, Lipid-Protein- oder Lipid-Ligand-Wechselwirkungen ohne zusätzliche Sondenmoleküle zu studieren. Aufgrund der großen Zahl der bereits zugänglichen Histidin-Fusionsproteine sollte es mit diesem Konzept generell möglich sein, die unterschiedlichsten Biomoleküle definiert zu organisieren und zu orientieren. Die dabei gebildeten zweidimensionalen Proteinschichten könnten prinzipiell zur Untersuchung des molekularen Mechanismus von Membranerkennungsreaktionen, der Vesikelanlagerung und -fusion, der zellulären Immunantwort oder von Adhäsionsprozessen verwendet werden.

Eingegangen am 11. Juli 1995 [Z 8192]

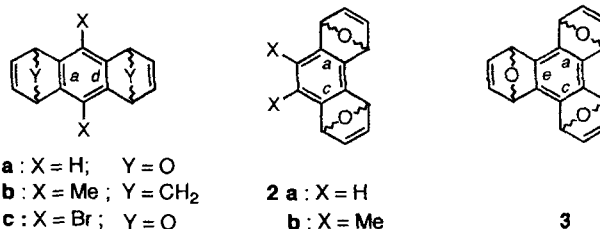
Stichworte: Immobilisierung · IR-Spektroskopie · Lipide · Molekulare Erkennung · Proteine

- [1] J. Porath, J. Carlsson, I. Olsson, G. Belfrage *Nature* **1975**, 258, 598–599.
- [2] E. Hochuli, W. Bannwarth, H. Döbeli, R. Gentz, D. Stüber, *Bio/Technology* **1988**, 6, 1321–1325.
- [3] L. Schmitt, C. Dietrich, R. Tampé, *J. Am. Chem. Soc.* **1994**, 116, 8485–8491.
- [4] R. Tampé, C. Dietrich, G. Elender, S. Gritsch, L. Schmitt, *Nanofabrication and Biosystems: Integrating Material Science, Engineering and Biology* (Hrsg.: H. H. Loch, L. Jelinski, H. Craighead), Cambridge University Press, London, **1995**.
- [5] C. Dietrich, L. Schmitt, R. Tampé, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **1995**, 92, 9014–9018.
- [6] S. Gritsch, K. Neumaier, L. Schmitt, R. Tampé, *Biosensors* **1995**, 10, 805–812.
- [7] R. Mendelsohn, H. H. Mantsch, *Progress in Protein-Lipid Interaction 2*; Elsevier, Amsterdam, **1986**.
- [8] M. L. Mitchell, R. A. Dluhly, *J. Am. Chem. Soc.* **1988**, 110, 712–718.
- [9] R. A. MacPhail, H. L. Strauss, R. G. Synder, C. A. Elliger, *J. Phys. Chem.* **1984**, 88, 334–341.
- [10] D. L. Allara, A. Baca, C. A. Pryde, *Macromolecules* **1978**, 11, 1215–1220.
- [11] R. A. Dluhly, K. E. Reilly, R. D. Hunt, M. L. Mitchell, A. J. Mautone, R. Mendelsohn, *Biophys. J.* **1989**, 56, 1173–1181.
- [12] J. D. E. McIntyre, *Adv. Electrochem. Electrochem. Eng.* **1973**, 9, 61–166.
- [13] R. A. Dluhly, D. G. Cornell, *J. Phys. Chem.* **1985**, 89, 3195–3197.
- [14] R. J. Angelici, *Inorganic Biochemistry, Vol. 1*, Elsevier, Amsterdam, **1972**.
- [15] K.-D. Scharf, S. Rose, W. Zott, F. Schöffli, L. Nover, *EMBO J.* **1990**, 9, 4495–4501.
- [16] L. J. Bellamy, *The Infrared Spectra of Complex Molecules, Vol. 1*, Chapman and Hall, London, **1975**.
- [17] C. Dietrich, O. Boscheinen, K.-D. Scharf, L. Schmitt, R. Tampé, *Biochemistry* **1995**, im Druck.
- [18] R. Blankenburg, P. Meller, H. Ringsdorf, C. Salesse, *Biochemistry* **1989**, 28, 8214–8221.
- [19] W. Mueller, H. Ringsdorf, E. Rump, G. Wildburg, X. Zhang, L. Angermaier, W. Knoll, M. Liley, J. Spinke, *Science* **1993**, 262, 1707–1708.
- [20] B. Schrader, *Raman/Infrared Atlas of Organic Compounds, Vol. 2*, VCH, Weinheim, **1989**, B3-32.
- [21] T. M. Bohanon, S. Denzinger, R. Fink, W. Paulus, H. Ringsdorf, M. Weck, *Angew. Chem.* **1995**, 107, 102–104; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, 34, 58–60.

Die Auswirkung spannungsinduzierender, bicyclischer Anellierung auf Benzol – die Strukturen von einem Triphenylen- und zwei Anthracen-Derivaten**

Francesca Cardullo, Daniele Giuffrida, Franz H. Kohnke*, Francisco M. Raymo, J. Fraser Stoddart und David J. Williams

Für die Synthese molekularer Tori, Käfige und Bänder greifen wir zurück auf repetitive Diels-Alder-Reaktionen zwischen molekularen Bausteinen mit endocyclischen, dienophilen Doppelbindungen und exocyclischen Butadien-Einheiten, die an Norbornan- oder 7-Oxanorbornan-Gerüste angeheftet sind. Im Verlauf dieser Arbeiten gelang uns die Synthese der Bisdienophile **1** und **2** sowie der Trisdienophile **3**^[1]. Hier berichten wir über die Strukturen von *anti-1b*, *anti-1c* und *anti-3*^[2, 3] im Kristall. Die Struktur von *anti-3* ist durch signifikant alternierende Bindungslängen in der Benzoleinheit gekennzeichnet. *anti-1b* und *anti-1c* zeigen diese Besonderheit nicht.



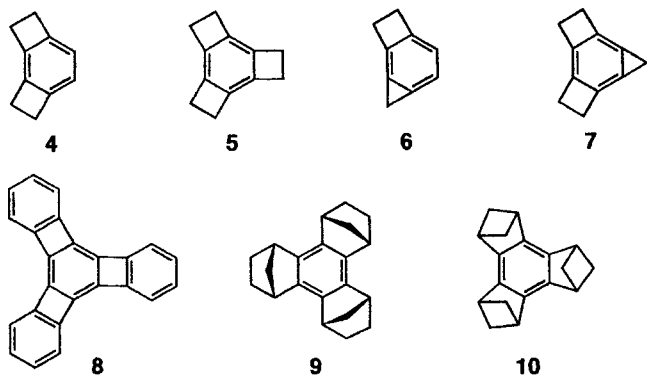
Alternierende Bindungslängen innerhalb eines Benzolrings als Folge einer Anellierung an kleine Ringe wurden zuerst von Mills und Nixon postuliert^[4]. Obwohl sie ihre Postulate auf ein falsches Benzolmodell stützten, überdauerte die Vorstellung, daß Anellierung mit kleinen Ringen alternierende Bindungslängen induzieren könnte, auch das gegenwärtig akzeptierte Benzolmodell^[5]. Mehrfache angulare Anellierung ([a, c] oder [a, c, e]) sollte eine Alternanz der Bindungslängen eher begünstigen als eine lineare Bisanellierung ([a, d]). Im ersten Fall sollten sich nämlich die Spannungseffekte, die von jedem einzelnen kleinen Ring herrühren, gegenseitig verstärken können. Einerseits zeigen neueste Untersuchungen daß unter den planaren Verbindungen **4–8** nur die Verbindung **8**, bei der elektronische Einflüsse eine dominierende Rolle spielen^[6], eine signifikante Alternanz der Bindungslängen aufweist. Bei **4–7** scheint die angulare Verzerrung dagegen zu gebogenen Bindungen zu führen^[7]. Andererseits konnte kürzlich die entscheidende Rolle spannungsreicher, bicyclischer Anellierung für die Induktion von alternierenden Bindungslängen in Benzol anhand der Ergebnisse von Strukturberechnungen und Kristallstrukturanalysen für **9**^[8] und **10**^[9] vollständig bestätigt werden. Die Interpre-

[*] Prof. F. H. Kohnke, F. Cardullo, Dr. D. Giuffrida, F. M. Raymo
Dipartimento di Chimica Organica e Biologica
Università di Messina
Salita Sperone 31, I-98166 Messina (Italien)
Telefax: Int. + 90/393895

Prof. J. F. Stoddart
School of Chemistry, The University of Birmingham
Edgbaston, GB-Birmingham B15 2TT (Großbritannien)

Dr. D. J. Williams
Chemical Crystallography Laboratory
Department of Chemistry
Imperial College of Science, Technology and Medicine
South Kensington, GB-London SW7 2AY (Großbritannien)

[**] Diese Arbeit wurde unterstützt durch den Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italien) und den Engineering and Physical Sciences Research Council (Großbritannien).



tation dieses Effektes auf der Basis der Mills-Nixon-Theorie wurde damit widerlegt^[9].

Zusätzlich zur angularen Spannung verursacht bicyclische Anellierung, wie sie bei **1–3** vorliegt, auch andere anomale Effekte, die über die σ -Bindungskopplung an das Gerüst und zusätzliche Kopplung mit den σ -verknüpften π -Bindungssorbitalen der Ethylengruppe^[10] wirken.

Im Kristall betragen die gemittelten Bindungslängen der Benzol-anellierten endo- und exo-Bindungen von *anti-3*^[12] 1.425 bzw. 1.353 Å (Abb. 1). Die entsprechenden Werte für **9** (1.417

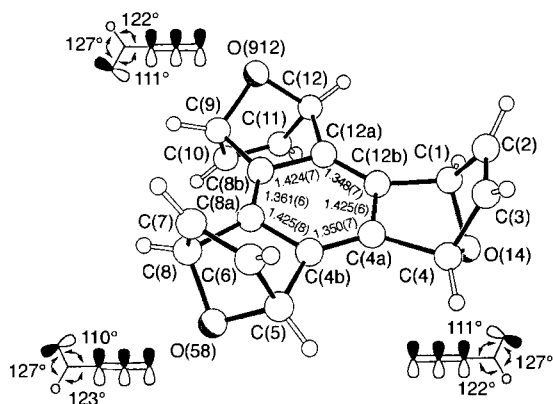


Abb. 1. Struktur von *anti-3* im Kristall. Die Diederwinkel zwischen den Ebenen, die an den Methin-Kohlenstoffatomen zusammentreffen, sind jeweils in der Nähe des zugehörigen Bicyclus angegeben.

bzw. 1.379 Å) und **10** (1.438 bzw. 1.349 Å) zeigen, daß die Bindungslängenalternanz bei *anti-3* zwischen der von **9** und **10** liegt. Auch die Werte für den Winkel zwischen der σ -Bindung zwischen dem aromatischen und dem Methin-Kohlenstoffatom und der endo-Bindung der Anellierung spiegeln diesen Gang mit 106.5°, 104° und 102.3° für **9**, *anti-3* bzw. **10** wider. Bei der Berechnung der Struktur von **3**^[11] (auf 6-31(d)-Niveau) ergaben sich Bindungslängen von 1.438 (exo-C-C-Bindung) und 1.340 Å (endo-C-C-Bindung). Die Winkel zwischen den σ -Bindungen, die zum Methin-Kohlenstoffatom, z. B. C(1) und C(4), führen und den endo-anellierten Bindungen, z. B. C(4a)–C(12b), wurden zu 103.0° berechnet.

Zusätzlich zur ausgeprägten Bindungslängenalternanz in der Benzoleinheit von *anti-3* fallen leichte Verzerrungen der Konformation des ganzen Moleküls auf. Die Methin-Kohlenstoffatome mit benachbartem Sauerstoff sind allesamt leicht aus der Ebene des Benzolrings herausgehoben. Die Abweichungen, die sich in der Größenordnung von 0.02–0.05 Å bewegen, sind Ausdruck der Abstoßung zwischen den freien Elektronenpaaren des

Sauerstoffatoms und dem π -Elektronensystem des Arens. Während C(9) und C(12) unterhalb der Ebene des aromatischen Systems liegen, befinden sich C(1) und C(4) sowie C(5) und C(8) oberhalb dieser Ebene (Abb. 1). Der Diederwinkel zwischen der Ebene, die die Sauerstoffbrücke enthält, und der Ebene mit der olefinischen Doppelbindung, ist jeweils größer als der Diederwinkel zwischen der die Sauerstoffbrücke enthaltenden Ebene und der Ebene mit den beiden C-Atomen des Benzolrings. Die abstoßende Wechselwirkung mit den freien Elektronenpaaren des Sauerstoffatoms ist also im ersten Fall größer als im zweiten Fall. Eine genauere Analyse der Packung der Moleküle im Kristall zeigt ein elegantes Netz aus schwachen, aber sich gegenseitig verstärkenden C–H \cdots O-Wasserstoffbrückenbindungen, an dem sowohl olefinische Wasserstoffatome als auch die Wasserstoffatome der Methingruppen beteiligt sind (Abb. 2). Alle drei Sauerstoffatome eines Moleküls sind in die Wasserstoffbrückenbindungen einbezogen^[12].

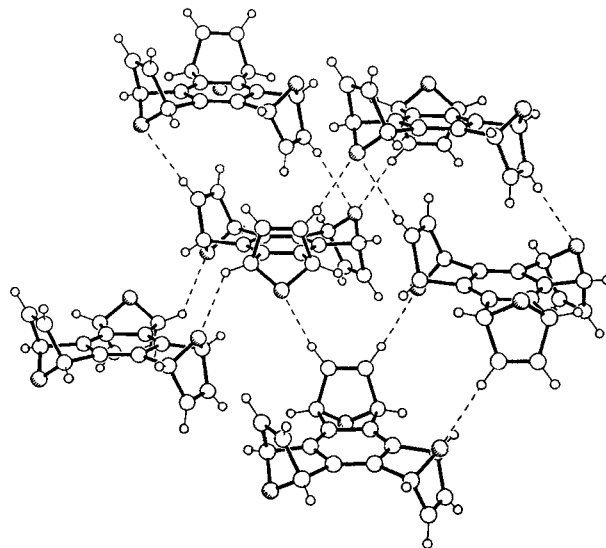


Abb. 2. Packung von *anti-3* im Festkörper und das elegante Netzwerk der [C–H \cdots O]-Wasserstoffbrückenbindungen (gestrichelte Linien).

Die schon früher gewonnenen Einblicke in die strukturellen Verhältnisse stützen die Annahme, daß keine signifikante Alternanz der Bindungslängen resultiert, wenn der Benzolring linear mit zwei bicyclischen Einheiten anelliert ist^[13]. Einen weiteren direkten Beweis liefern die Strukturen von *anti-1b* und *anti-1c* im Kristall (Abb. 3). Beide Strukturen haben molekulare C_{2h} - und kristallographische C_2 -Symmetrie. In *anti-1c* liegen die Methinkohlenstoffatome um 0.023 bzw. 0.041 Å außerhalb der Ebene des aromatischen Rings in der zu den Sauerstoffbrücken entgegengesetzten Richtung. Bei *anti-1b* läßt sich eine analoge Verzerrung nicht in nennenswertem Ausmaß beobachten. In *anti-1c* entsprechen die Diederwinkel zwischen den maßgeblichen Ebenen der bicyclischen Einheiten, d. h. zwischen der Ebene, die die olefinische Bindung enthält, und derjenigen, die die Sauerstoffbrücke enthält, im wesentlichen denen, die in *anti-3* beobachtet wurden. Der Austausch der Sauerstoffbrücken gegen Methylenbrücken in *anti-1b* wirkt sich in einer Verkleinerung des entsprechenden Diederwinkels aus (123.9° für **1b** gegenüber 126.2° für **1c**, vgl. Abb. 3). Die Packung der Moleküle läßt für beide Verbindungen keine intermolekularen Wechselwirkungen erkennen.

Die in der Kristallstruktur der angularen Bisdienophile **2** auftretenden alternierenden Bindungslängen des Benzolrings bele-

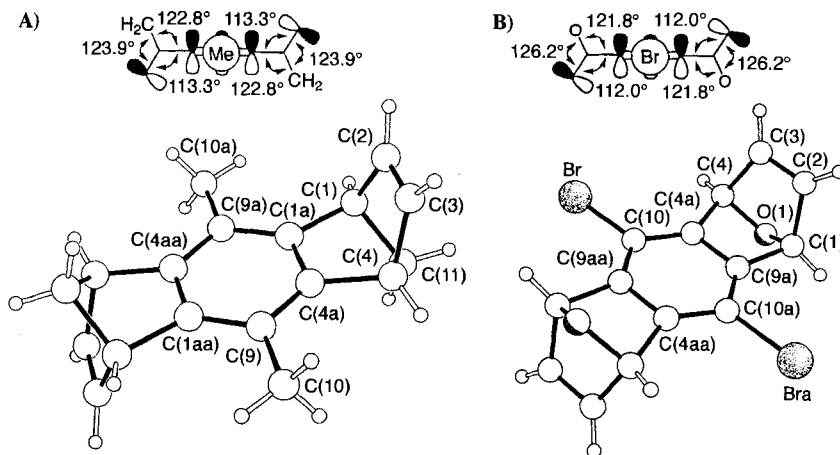


Abb. 3. Strukturen von A) *anti-1b* und B) *anti-1c* im Kristall. Die Diederwinkel zwischen den Ebenen, die an den Methin-Kohlenstoffatomen zusammentreffen, sind jeweils in der Nähe des zugehörigen Bicyclus angegeben.

gen, daß die beiden 2,5-Dihydrofuran-Einheiten hier anders als bei den linearen Bisdienophilen **1** in der Tat auf den Benzolring in einer sich gegenseitig verstärkenden Weise einwirken können^[14]. Die relative Größe der Effekte in **2b** (die durchschnittlichen Bindungslängen der endo- und exo-Bindungen betragen 1.422 bzw. 1.367 Å) und in *anti-3* stimmt mit dieser Aussage überein.

Der eindeutige experimentelle Beweis für alternierende Bindungslängen durch die Strukturanalyse von *anti-3* und Hinweise auf die vorhergesagten Wechselwirkungen zwischen aromatischem Ring und anelliertem Bicyclus durch den Raum und über die Bindungen hinweg liefern eine Erklärung für die bei der Synthese angular anellierten Systeme aufgetretenen Schwierigkeiten^[14].

Eingegangen am 17. Juli,
veränderte Fassung am 5. Oktober 1995 [Z 8211]

Stichworte: Bindungslängenalternanz · Gespannte Ringe · Mills-Nixon-Effekt · Polycyclen · Triepoxytriphenylen

- [1] a) P. R. Ashton, G. R. Brown, N. S. Isaacs, D. Giuffrida, F. H. Kohnke, J. P. Mathias, A. M. Z. Slawin, D. R. Smith, J. F. Stoddart, D. J. Williams, *J. Am. Chem. Soc.* **1992**, *114*, 6330–6353; b) P. R. Ashton, U. Girreser, D. Giuffrida, F. H. Kohnke, J. P. Mathias, F. M. Raymo, A. M. Z. Slawin, J. F. Stoddart, D. J. Williams, *ibid.* **1993**, *115*, 5422–5429; c) **1b** vgl.: H. Hart, C. Lai, G. C. Nowkogu, S. Shamouilian, *Tetrahedron* **1987**, *43*, 5203–5224; d) **1c** und **3** vgl.: F. Raymo, F. H. Kohnke, F. Cardullo, U. Girreser, J. F. Stoddart, *ibid.* **1992**, *48*, 6827–6838, zit. Lit.
- [2] Strukturanalyse von *anti-3*: monoklin, $a = 13.718(2)$, $b = 8.661(2)$, $c = 11.178(2)$ Å, $\beta = 102.62(2)^\circ$, $V = 1295.9(4)$ Å³, Raumgruppe $P2_1/c$, $Z = 4$, $\mu(\text{Cu}_{K\alpha}) = 7.8 \text{ cm}^{-1}$, $\rho_{\text{ber.}} = 1.42 \text{ g cm}^{-3}$. Siemens-P3/PC-Diffraktometer, ω -Scans, $\text{Cu}_{K\alpha}$ -Strahlung (Graphit-Monochromator). Die Struktur wurde mit Direkten Methoden gelöst und die Nicht-Wasserstoffatome anisotrop verfeinert. $R = 0.061$, $R_w = 0.057$ für 1097 unabhängige, beobachtete Reflexe. $[2\theta = 3-116^\circ, |F_o| > 3\sigma(|F_o|)]$ [b].
- [3] a) Strukturanalyse von *anti-1b*: monoklin, $a = 8.420(16)$, $b = 7.364(13)$, $c = 10.90(2)$ Å, $\beta = 109.7(2)^\circ$, $V = 637(2)$ Å³, Raumgruppe $P2_1/c$, $Z = 2$, $\mu(\text{Cu}_{K\alpha}) = 5.1 \text{ cm}^{-1}$, $\rho_{\text{ber.}} = 1.22 \text{ g cm}^{-3}$; von *anti-1c*: monoklin, $a = 4.956(2)$, $b = 15.915(2)$, $c = 7.493(2)$ Å, $\beta = 93.36(2)^\circ$, $V = 590.0(3)$ Å³, Raumgruppe $P2_1/a$, $Z = 2$, $\mu(\text{Cu}_{K\alpha}) = 86.4 \text{ cm}^{-1}$, $\rho_{\text{ber.}} = 2.07 \text{ g cm}^{-3}$. Siemens-P3/PC-Diffraktometer (*anti-1b*), Nicolet-R3m/E-Diffraktometer (*anti-1c*), ω -Scans, $\text{Cu}_{K\alpha}$ -Strahlung (Graphit-Monochromator). Die Strukturen wurden mit Direkten Methoden gelöst und die Nicht-Wasserstoffatome anisotrop verfeinert (Absorptionskorrektur für *anti-1c*). Für *anti-1b*: $R = 0.051$, $R_w = 0.051$ für 597 unabhängige, beobachtete Reflexe $[2\theta = 3-116^\circ, |F_o| > 4\sigma(|F_o|)]$. Für *anti-1c*: $R = 0.032$, $R_w = 0.041$ für 772 unabhängige, beobachtete Reflexe $[2\theta = 3-116^\circ, |F_o| > 4\sigma(|F_o|)]$. b) Weitere Einzelheiten zu den Kristallstrukturuntersuchungen können beim Direktor des Cambridge Crystallographic Data Centre, 12 Union Road, GB-Cambridge CB2 1EZ, unter Angabe des vollständigen Literaturzitats angefordert werden.
- [4] W. H. Mills, I. G. Nixon, *J. Chem. Soc.* **1930**, 2510–2524.

- [5] J. S. Siegel, *Angew. Chem.* **1994**, *106*, 1808; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1994**, *33*, 1721–1723, zit. Lit.
- [6] a) R. Faust, E. D. Glendening, A. Streitwieser, K. P. C. Vollhardt, *J. Am. Chem. Soc.* **1992**, *114*, 8263–8268; b) K. K. Baldrige, J. S. Siegel, *J. Am. Chem. Soc.* **1992**, *114*, 9583–9587.
- [7] R. Boese, D. Bläser, W. E. Billups, M. M. Haley, A. H. Maulitz, D. L. Mohler, K. P. C. Vollhardt, *Angew. Chem.* **1994**, *106*, 324; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1994**, *33*, 313–317.
- [8] N. L. Frank, K. K. Baldrige, P. Gantzel, J. S. Siegel, *Tetrahedron Lett.* **1995**, *36*, 4389–4392.
- [9] a) H.-B. Bürgi, K. K. Baldrige, K. Hardcastle, N. L. Frank, P. Gantzel, J. S. Siegel, J. Ziller, *Angew. Chem.* **1995**, *107*, 1575–1577; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, *34*, 1454–1456; b) N. L. Frank, K. K. Baldrige, J. S. Siegel, *J. Am. Chem. Soc.* **1995**, *117*, 2102–2103.
- [10] a) J. S. Craw, N. S. Hush, S. Sternhell, C. W. Tansey, *J. Phys. Chem.* **1992**, *96*, 5753–5759; b) M. N. Paddon-Row, H. K. Patney, J. B. Peel, G. D. Willet, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* **1984**, 564–566; c) M. N. Paddon-Row, *Acc. Chem. Res.* **1982**, *15*, 245–251; d) K. N. Houk, N. G. Rondan, M. N. Paddon-Row, C. W. Jefford, P. T. Huy, P. D. Burrow, K. D. Jordan, *J. Am. Chem. Soc.* **1983**, *105*, 5563–5569; e) R. Gleiter, *Angew. Chem.* **1974**, *86*, 770; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1974**, *13*, 696–701; f) R. Hoffmann, *Acc. Chem. Res.* **1971**, *4*, 1–9.
- [11] N. L. Frank, J. S. Siegel, *Advances in Theoretically Interesting Molecules*, Vol. 3 (Hrsg.: R. P. Thummel), JAI, Greenwich (USA), **1995**, S. 209–260. Wir danken Prof. J. S. Siegel für Detailinformationen zur berechneten Struktur von **3**.
- [12] Für neuere Betrachtungen von Wasserstoffbrückenbindungsnetzen im Festkörper vgl. a) C. B. Aakeröy, K. R. Seddon, *Chem. Soc. Rev.* **1993**, *22*, 397–407; b) M. C. Etter, *Acc. Chem. Res.* **1990**, *23*, 120–126; J. Bernstein, R. E. Davis, L. Shimoni, N.-L. Chang, *Angew. Chem.* **1995**, *107*, 1689–1708; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, *34*, 1545–1554; c) G. R. Desiraju, *Acc. Chem. Res.* **1991**, *24*, 290–296; *Angew. Chem.* **1995**, *107*, 2541–2558; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1995**, *34*, 2328–2361; d) G. M. Whitesides, E. E. Simanek, J. P. Mathias, C. T. Seto, D. N. Chin, M. Mammen, D. N. Gordon, *Acc. Chem. Res.* **1995**, *28*, 37–45. Die $[\text{H} \cdots \text{O}]$ -Wechselwirkungen lassen sich in zwei Klassen einteilen: Stärkere, bei denen die $[\text{H} \cdots \text{O}]$ -Abstände zwischen 2.42 und 2.50 Å liegen, und schwächere zwischen zentrosymmetrisch zugeordneten Molekülpaares, bei denen der $[\text{H} \cdots \text{O}]$ -Abstand 2.61 Å beträgt. Die $[\text{C}-\text{H} \cdots \text{O}]$ -Winkel liegen zwischen 132 und 171°.
- [13] a) F. H. Kohnke, J. F. Stoddart, A. M. Z. Slawin, D. J. Williams, *Acta Crystallogr. Sect. C* **1988**, *44*, 738–740; b) *ibid.* **1988**, *44*, 740–742; c) *ibid.* **1988**, *44*, 742–745; d) F. H. Kohnke, J. P. Mathias, J. F. Stoddart, A. M. Z. Slawin, D. J. Williams, *ibid.* **1990**, *46*, 1043–1046; e) F. H. Kohnke, J. P. Mathias, J. F. Stoddart, A. M. Z. Slawin, D. J. Watts, D. J. Williams, *ibid.* **1990**, *46*, 1046–1049; f) *ibid.* **1990**, *46*, 1049–1051.
- [14] *anti-2b* vgl.: F. H. Kohnke, J. P. Mathias, J. F. Stoddart, A. M. Z. Slawin, D. J. Williams, *Acta Crystallogr. Sect. C* **1992**, *48*, 663–665; *syn-2b* siehe Lit. [16].

Das Heptafluortrisilacyclohexan-Anion, ein neuartiges fluktuierendes Silicat mit raschem intramolekularem Fluoridaustausch: Synthese und dynamisches Verhalten

Dalci Brondani, Francis H. Carré, Robert J. P. Corriu*, Joël J. E. Moreau* und Michael Wong Chi Man

Die Suche nach neuen Polymeren und Materialien auf Siliciumbasis^[1, 2] führte zu einem wachsenden Interesse an polyfunktionellen Organosiliciumvorstufen. Diese sind auch für die Synthese von Verbindungen mit hypervalentem Silicium von

[*] Prof. Dr. R. J. P. Corriu, D. Brondani, F. H. Carré
Précurseurs Organométalliques de Matériaux, CNRS UMR44
Case Courrier 007, Département de Chimie Organique Fine
Université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc
F-34095 Montpellier Cédex 5 (Frankreich)
Prof. Dr. J. J. E. Moreau, M. Wong Chi Man
Laboratoire de Chimie Organométallique, ENS Chimie Montpellier
8 rue de l'École Normale, F-34053 Montpellier Cédex 01 (Frankreich)