

- [10] Die Geometrieoptimierungen wurden auf HF/SCF- oder MP2-Niveau mit der parallelen Version von TURBOMOLE durchgeführt: S. Brode, H. Horn, M. Ehrig, D. Moldrup, J. E. Rice, R. Ahlrichs, *J. Comput. Chem.* **1993**, *14*, 1142. Als Basissätze wurden optimierte SV-, SVP-, DZ-, DZP- und TZP-Funktionen verwendet: A. Schaefer, H. Horn, R. Ahlrichs, *J. Chem. Phys.* **1992**, *97*, 2571. Die chemischen Verschiebungen wurden nach der GIAO-Methode berechnet: J. Gauss, *Chem. Phys. Lett.* **1992**, *191*, 614; *J. Chem. Phys.* **1993**, *99*, 3629.
- [11] Kristallographische Daten für 1:  $C_{20}H_{15}N_3$ ,  $M_r = 297.36$ , Kristallabmessungen ca.  $0.3 \times 0.4 \times 0.8$  mm, monoklin, Raumgruppe  $P2_1/a$  (Nr. 14),  $a = 15.796(2)$ ,  $b = 5.622(2)$ ,  $c = 18.832(2)$  Å,  $\beta = 111.386(4)^\circ$ . Bei einem Zellvolumen  $V = 1557.2$  Å<sup>3</sup> und  $Z = 4$  ergibt sich eine Dichte von  $\rho_{\text{ber.}} = 1.268$  g cm<sup>-3</sup>. Gesamtzahl der Elektronen pro Elementarzelle  $F(000) = 624$ . Die Daten wurden auf einem Enraf-Nonius-CAD4-Diffraktometer gesammelt,  $\Omega/2\theta$ -Scans,  $T = 293$  K, Graphitmonochromator,  $\lambda(\text{CuK}\alpha) = 1.54179$  Å,  $\mu = 5.63$  cm<sup>-1</sup>, 3899 gemessene und 3310 unabhängige Reflexe ( $h: -19 \leftrightarrow 18$ ,  $k: 0 \leftrightarrow 6$ ,  $l: 0 \leftrightarrow 23$ ), davon 2480 beobachtet ( $I \geq 2\sigma(I)$ ),  $R_m = 0.017(14)$ ,  $\theta_{\text{max}} = 73.2^\circ$ . Strukturlösung mit direkten Methoden (GENSIN, GENTAN aus XTAL 3.2, XTAL 3.2 Reference Manual (Hrsg.: S. R. Hall, H. D. Flack, J. M. Stewart), Universitäten von West-Australien, Genf, Maryland, Lamb, Perth, 1992). Die Positionen der Wasserstoffatome wurden mit der Differenzen-Fourier-Methode bestimmt und isotrop verfeinert. Verfeinerung gegen  $F_o$ , 269 Parameter,  $R = 0.053$  und  $R_w = 0.054$  für  $I \geq 2\sigma(I)$ , Zachariasen-Parameter  $r^* = 3239$ , Restelektronendichte  $-0.2/+0.5$  e Å<sup>-3</sup> [12].
- [12] Kristallographische Daten für 3:  $C_{21}H_{19}N_3O$ ,  $M_r = 329.40$ , Kristallabmessungen ca.  $0.50 \times 0.50 \times 0.38$  mm, monoklin, Raumgruppe  $C_2$  (Nr. 9, azentrisch, nicht chiral),  $a = 11.656(2)$ ,  $b = 15.479(2)$ ,  $c = 38.166(4)$  Å,  $\beta = 92.82(1)^\circ$ . Bei einem Zellvolumen  $V = 6877.7$  Å<sup>3</sup> und 16 Molekülen in der Elementarzelle ( $Z = 4 \times 4$ ) ergibt sich eine Dichte von  $\rho_{\text{ber.}} = 1.272$  g cm<sup>-3</sup>. Gesamtzahl der Elektronen pro Elementarzelle  $F(000) = 2784$ . Die Daten wurden auf einem Siemens-P4-Vierkreisdiffraktometer gesammelt,  $\theta/2\theta$ -scans,  $T = 203$  K, Graphitmonochromator,  $\lambda(\text{CuK}\alpha) = 1.54179$  Å,  $\mu = 6.34$  cm<sup>-1</sup>, 5784 gemessene und 5308 unabhängige Reflexe ( $h: -1 \leftrightarrow 12$ ,  $k: -1 \leftrightarrow 16$ ,  $l: -41 \leftrightarrow 41$ ), davon 4810 beobachtet ( $I \geq 2\sigma(I)$ ),  $R_m = 0.051$ ,  $\theta_{\text{max}} = 56.1^\circ$ . Die Lösung der Struktur erfolgte mit direkten Methoden (SHELXTL-Plus, G. M. Sheldrick, Siemens Analytical X-Ray Instruments, Inc., Madison, WI, USA). Die Positionen der Wasserstoffatome wurden in idealisierten Positionen berechnet. Verfeinerung gegen  $F^2$ , 986 Parameter,  $R = 0.055$  und  $R_w = 0.136$  für  $I \geq 2\sigma(I)$ , Extinktionskoeffizient 0.00031, Restelektronendichte  $-0.2/+0.4$  e Å<sup>-3</sup>. Absoluter Strukturparameter 0.26 (36) und damit nicht signifikant. Weitere Einzelheiten zu den Kristallstrukturuntersuchungen können beim Fachinformationszentrum Karlsruhe, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-58 839 angefordert werden.
- [13] Die MP2(full)/6-31 + G\*-Geometrieoptimierungen wurden mit GAUSSIAN 92 durchgeführt: Gaussian 92, Revision D.1, M. J. Frisch, G. W. Trucks, M. Head-Gordon, P. M. W. Gill, M. W. Wong, J. B. Foresman, B. G. Johnson, H. B. Schlegel, M. A. Robb, E. S. Replogle, R. Gomperts, J. L. Andres, K. Raghavachari, J. S. Binkley, C. Gonzalez, R. L. Martin, D. J. Fox, D. J. Defrees, J. Baker, J. J. P. Stewart, J. A. Pople, Gaussian, Inc., Pittsburg, PA, 1992.
- [14] Die Numerierung des Ringsystems erfolgte analog der von Carben 1 in Abb. 1. Ausgewählte Bindungslängen [Å] und -winkel [°] von 1: ( $E_{\text{tot}} = -241.535236$  a.u.) C1-N1 1.351, C1-N3 1.376, C2-N2 1.317, N1-N2 1.375, C2-N3 1.370, N1-C1-N3 98.5.
- [15] Die Numerierung des Ringsystems erfolgte analog der von Carben 1 in Abbildung 1. Ausgewählte Bindungslängen [Å] und -winkel [°] von 2: ( $E_{\text{tot}} = -241.921566$  a.u.) C1-N1 1.331, C1-N3 1.342, C2-N2 1.322, N1-N2 1.353, C2-N3 1.369, N1-C1-N3 105.0.
- [16] a) C. W. Bauschlicher, Jr., H. F. Schaefer III, P. S. Bagus, *J. Am. Chem. Soc.* **1977**, *99*, 7106; b) D. A. Dixon, *J. Phys. Chem.* **1986**, *90*, 54; c) D. A. Dixon, A. J. Arduengo III, *ibid.* **1991**, *95*, 4180.
- [17] Die C-N-Bindungslänge im Formaldehydoxid beträgt beispielsweise 1.276 Å: I. N. Levine, *J. Chem. Phys.* **1963**, *38*, 2326; die C-N-Bindungslänge in Formaldehydimin wurde auf MP2(full)/6-31 + G\*-Niveau zu 1.283 Å berechnet: G. Raabe, unveröffentlichte Ergebnisse.
- [18] C. K. Johnson, H. A. Levy, *International Tables for X-Ray Crystallography*, Vol. IV, 1. Aufl., Kluwer, Dordrecht, **1989**, S. 311.
- [19] A. J. Arduengo III, H. V. R. Dias, D. A. Dixon, R. L. Harlow, W. T. Klooster, T. F. Koetzle, *J. Am. Chem. Soc.* **1994**, *116*, 6812.
- [20] Für Verbindung 6 wurde nur ein Signalsatz im <sup>13</sup>C-NMR-Spektrum gefunden. Da die Doppelbindung in 6 capto-dativ substituiert ist, ist die Rotation um diese bei Raumtemperatur wahrscheinlich fast nicht gehindert. Extrem niedrige Rotationsbarrieren wurden bereits bei ähnlichen Systemen beobachtet: H. Kessler, *Chem. Ber.* **1970**, *103*, 973.
- [21] Die Bildung ringgeöffneter Produkte bei Cyclopropanierungen mit nucleophilen Carbenen ist bekannt: a) W. M. Jones, M. E. Stowe, E. E. Wells, Jr., E. W. Lester, *J. Am. Chem. Soc.* **1968**, *90*, 1849; b) D. Nikolaus, Dissertation, Universität Kaiserslautern, **1982**.
- [22] MOPAC, Version 6.0, J. J. P. Stewart, QCPE 455 (1990), Indiana University, Bloomington, IN.
- [23] Numerierung analog Abbildung 1.
- [24] Numerierung analog Abbildung 2.

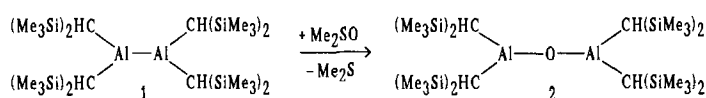
## Tetrakis[bis(trimethylsilyl)methyl]dialuminoxan mit linearer Al-O-Al-Gruppe\*\*

Werner Uhl\*, Matthias Koch, Wolfgang Hiller und Maximilian Heckel

Professor Peter Paetzold zum 60. Geburtstag gewidmet

Aluminoxane<sup>[1]</sup> der allgemeinen Formeln  $R_2\text{Al-O-AlR}_2$  oder  $(\text{RAIO})_n$  haben Bedeutung als Kokatalysatoren bei der Polymerisation von Ethen oder Propen; die Untersuchung ihrer Eigenschaften bildet ein aktuelles Arbeitsgebiet der Organoaluminium-Chemie<sup>[1-3]</sup>. Während Tetraalkyldialuminoxane üblicherweise dimer oder trimer vorliegen, weisen die Monoalkylverbindungen oligomere polyedrische Strukturen auf; für *tert*-Butyl-Derivate wurden Cluster mit bis zu neun  $\text{RAIO-Formeleinheiten}$  kristallstrukturanalytisch nachgewiesen. Monomere Dialuminoxane  $R_2\text{Al-O-AlR}_2$  mit ausschließlich zweifach koordiniertem O-Atom und dreifach koordinierten Al-Atomen waren bisher unbekannt. Sie sind insbesondere wegen der Al-O-Al-Bindungsverhältnisse mit einer möglichen  $\pi$ -Wechselwirkung zwischen den unbesetzten Al-p-Orbitalen und den freien Elektronenpaaren an O von Interesse. Kürzlich synthetisierten wir aus der Dialuminium(4)-Verbindung 1<sup>[4]</sup> Derivate mit Al-S-Al<sup>[5]</sup>, Al-Se-Al<sup>[6]</sup> und Al-Te-Al-Fragment<sup>[7]</sup>, die wegen der hohen sterischen Abschirmung durch vier  $\text{CH}(\text{SiMe}_3)_2$ -Gruppen im Festkörper monomer vorliegen. In diesen Derivaten treten aufgrund der Stellung der Substituenten auf Lücke und eines Winkels zwischen  $117$  und  $110^\circ$  am Zentralatom keine signifikanten  $\pi$ -Beiträge auf.

Das Tetraalkyldialuminoxan 2 bildet sich bei der Umsetzung von 1 mit den Sauerstoffdonoren Trimethylaminoxid, *N*-Sulfinylanilin ( $\text{H}_5\text{C}_6\text{-N=S=O}$ ) oder DMSO<sup>[8]</sup>. Die so erhaltenen Kristalle von 2 schließen aber zu  $10\text{--}20\%$  das  $\mu$ -Hydroxo-Derivat  $R_2\text{Al}(\mu\text{-OH})_2\text{AlR}_2$  ein, das wir gezielt auf anderem Weg in reiner Form erhielten<sup>[9]</sup> und das sich durch Umkristallisieren nicht von 2 abtrennen läßt. Wegen der leichten Handhabbarkeit setzten wir für die weiteren Untersuchungen DMSO als Sauerstoffdonor ein. Reines 2 entsteht, wenn man das Rohprodukt mit der zum Abfangen des Hydroxids notwendigen, durch <sup>1</sup>H-NMR-Kontrolle ermittelten Menge Isobutyllithium umsetzt<sup>[10]</sup>.



2 kristallisiert monomer in der zentrosymmetrischen Raumgruppe  $C2/c$  mit dem Sauerstoffatom auf einem kristallographischen Inversionszentrum<sup>[11]</sup>; die Al-O-Al-Gruppe ist daher linear (Abb. 1). Aufgrund der niedrigen anisotropen Auslenkungsparameter des Zentralatoms ist die häufig beobachtete Ausmittellung zweier in Wirklichkeit getrennter Positionen auszuschließen, durch die eine Linearität symmetrischer Atomgruppen nur vorgetäuscht wird. Bisher kennt man nur wenige Verbindungen mit Al-O-Al-Gruppe; in ihnen wird aber die Oligomerisierung durch Koordination einer Lewis-Base an ein Al-Atom verhin-

[\*] Prof. Dr. W. Uhl, M. Koch  
Fachbereich Chemie der Universität  
Postfach 2503, D-26111 Oldenburg  
Telefax: Int. + 441/798-3329

Prof. Dr. W. Hiller, M. Heckel  
Anorganisch-chemisches Institut der Technischen Universität München

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

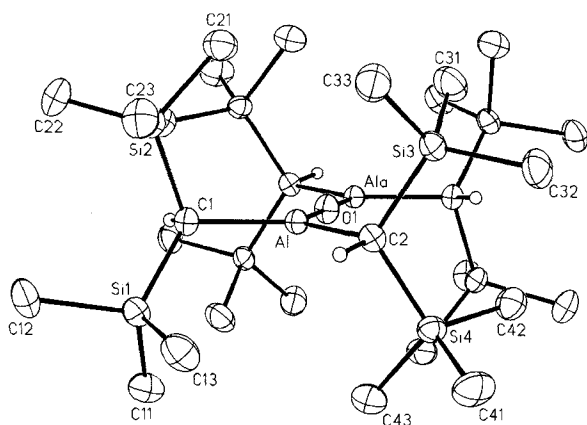


Abb. 1. Molekülstruktur von **2** im Kristall (Schwingsungsellipsoide mit 40% Wahrscheinlichkeit). Zur besseren Übersicht sind nur die Methinwasserstoffatome dargestellt (mit willkürlichem Radius). Das Atom Al<sub>1</sub> wird durch die Symmetrieeoperation  $-x + 0.5, -y + 0.5, -z + 1$  erzeugt. Ausgewählte Bindungslängen [pm] und -winkel [°]: Al-O1 168.77(4), Al-C1 195.7(1), Al-C2 195.4(1); Al-O1-Al<sub>1</sub> 180, O1-Al-C1 117.54(5), O1-Al-C2 119.83(5), C1-Al-C2 122.63(6).

dert. Darunter kommen lineare<sup>[2, 12]</sup> und gewinkelte<sup>[13]</sup> Moleküle vor, ohne daß eine Korrelation von Al-O-Al-Winkel und Al-O-Bindungslänge erkennbar ist. In Addukten von Trimethylaminoxid an **2** ( $2 \cdot \text{Me}_3\text{NO}$  und  $2 \cdot 2 \text{ Me}_3\text{NO}$ )<sup>[9]</sup> geht die Linearität verloren, und wir beobachten Al-O-Al-Winkel von 162.3° bzw. 161.4°. Für Aluminiumsuboxid Al<sub>2</sub>O wurde eine lineare Struktur experimentell und theoretisch verifiziert<sup>[14]</sup>, und auch in H<sub>2</sub>Al-OR<sup>[15]</sup> soll die bisher experimentell nicht realisierte, annähernd lineare Umgebung des Sauerstoffatoms eine optimale Al-O- $\pi$ -Überlappung ergeben.

Die kurze Al-O-Bindung (168.8 pm) ist charakteristisch für die Beteiligung von  $\pi$ -Wechselwirkungen ( $p\pi$ - $p\pi$  oder  $n\sigma^*$ )<sup>[16, 17]</sup>, die Al-C-Abstände von 195.6 pm sind, ähnlich wie in den Verbindungen mit Al-S-Al- oder Al-Te-Al-Einheiten<sup>[5, 7]</sup> kürzer als im Edukt **1** (198.2 pm)<sup>[4]</sup>. Die Al-Atome in **2** ragen nur 0.6 pm aus der Ebene der umgebenden Atome heraus. Durch die Wechselwirkung beider freier Elektronenpaare am Sauerstoff mit den Al-Atomen ergäbe sich für **2** eine Valenzelektronenkonfiguration wie in Allenen, und die Substituenten in 1,3-Position sollten auf Lücke stehen. Diese Konformation beobachtete man kürzlich in Cp<sub>2</sub>Sc-Te-ScCp<sub>2</sub> mit nahezu linearer (172°) Sc-Te-Sc-Gruppe<sup>[18]</sup>. In Diboroxanen stehen zwar die Substituenten ebenfalls auf Lücke, allerdings treten in der Gasphase und im Festkörper B-O-B-Winkel von 144–166° auf<sup>[19]</sup>. Wie Abbildung 1 zeigt, liegen dagegen in **2** in Einklang mit dem Inversionszentrum alle Substituenten der Al-Atome coplanar. Die  $\alpha$ -C-H-Bindungen weichen nur wenig von der C<sub>2</sub>AlOAlC<sub>2</sub>-Ebene ab; jedes Wasserstoffatom weist in die Lücke zwischen zwei Trimethylsilyl-Gruppen eines benachbarten Kohlenstoffatoms.

In Lösung kommt es dagegen zu einer schnellen Rotation um die Al-C-Bindungen; so tritt jeweils nur ein NMR-Signal für die Methyl- und Methin-Gruppen auf. Diese Signale bleiben beim Abkühlen einer Lösung von **2** in Toluol auf  $-80^\circ\text{C}$  nahezu unverändert. Die Methinprotonen von **2** ( $\delta = -0.54$ ) zeigen im Vergleich zu denen im Edukt **1** ( $\delta = 0.36$ ) eine stark hochfeldverschobene Resonanz, die im Grenzbereich zwischen den Werten für drei- ( $\delta = -0.20$  bis  $-0.45$ ) und vierfach koordinierte ( $\delta < -0.55$ ) Bis(trimethylsilyl)methylaluminium-Verbindungen<sup>[20]</sup> liegt. Auch die Resonanz der mit Al verknüpften C-Atome ( $\delta = 9.0$ ) tritt bei höherem Feld als bei Verbindungen mit dreifach koordinierten Al-Atomen auf (R<sub>2</sub>Al-S-AlR<sub>2</sub><sup>[5]</sup>:  $\delta = 16.6$ ; R<sub>2</sub>Al-Te-AlR<sub>2</sub><sup>[7]</sup>:  $\delta = 17.3$ ); dies entspricht einer Erhöhung der La-

dungsdichte an den Al-Atomen. In Analogie zu Organobor-Verbindungen (Me<sub>2</sub>BOR oder Me<sub>2</sub>BNR<sub>2</sub>)<sup>[21]</sup> läßt sich daraus möglicherweise die Beteiligung einer Grenzstruktur mit Al-O- $\pi$ -Wechselwirkung zwischen den freien Elektronenpaaren am Sauerstoff und den leeren Al-p-Orbitalen ableiten<sup>[16]</sup>.

### Experimentelles

1.24 g (1.8 mmol) **1** werden unter Argon in 50 mL *n*-Hexan, frisch destilliert über Butyllithium, gelöst und bei Raumtemperatur unter starkem Rühren mit 0.127 mL (1.8 mmol) Dimethylsulfoxid, destilliert über BaO, versetzt. Nach ungefähr 30 min hat sich die Lösung vollständig entfärbt. Anschließend engt man die Lösung im Vakuum auf das halbe Volumen ein und versetzt mit der aus einem Vorversuch ermittelten optimalen Menge an Isobutyllithium (hier: 0.84 mL (0.72 mmol) einer 0.857 M Lösung in *n*-Pentan). Farblose Kristalle von **2** erhält man nach dem Abkühlen auf  $-50^\circ\text{C}$ . Ausbeute: 0.95 g (75%). – Schmp. (unter Argon):  $173^\circ\text{C}$ . – Molmasse (kryoskopisch in Benzol) [g mol<sup>-1</sup>]: gef. 683, ber. 707.6. – <sup>1</sup>H-NMR (C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>):  $\delta = 0.30$  (72H, SiMe<sub>3</sub>);  $-0.54$  (4H, AlCH). – <sup>13</sup>C-NMR (C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>):  $\delta = 9.0$  (AlC); 4.8 (SiMe<sub>3</sub>). – IR (Nujol, CsBr-Platten):  $\tilde{\nu}[\text{cm}^{-1}] = 1262 \text{ s}, 1248 \text{ s } \delta\text{CH}_3; 1017 \text{ s } \delta\text{CH}; 930 \text{ m}, 909 \text{ m}, 843 \text{ vs}, 777 \text{ s}, 756 \text{ s}, 748 \text{ s}, 731 \text{ m } \rho\text{CH}_3(\text{Si}); 704 \text{ m}, 687 \text{ m}, 673 \text{ s } \nu_{\text{as}}\text{SiC}; 642 \text{ w}, 611 \text{ w } \nu_{\text{SiC}}; 559 \text{ vw}, 534 \text{ w}, 500 \text{ w } \nu_{\text{AlC}}; 376 \text{ vw}, 339 \text{ vw}, 316 \text{ vw } \delta\text{SiC}; \nu_{\text{as}}\text{AlO}$  liegt vermutlich unter den  $\rho\text{CH}_3$ -Absorptionen verborgen.

Eingegangen am 20. September,  
veränderte Fassung am 30. November 1994 [Z 7330]

**Stichworte:** Dialuminoxan · Sterische Abschirmung ·  $\pi$ -Wechselwirkungen

- [1] S. Pasynkiewicz, *Polyhedron* **1990**, *9*, 429–453.
- [2] M. R. Mason, J. M. Smith, S. G. Bott, A. R. Barron, *J. Am. Chem. Soc.* **1993**, *115*, 4971–4984.
- [3] C. J. Harlan, M. R. Mason, A. R. Barron, *Organometallics* **1994**, *13*, 2957–2969.
- [4] W. Uhl, Z. *Naturforsch. B* **1988**, *43*, 1113–1118.
- [5] W. Uhl, A. Vester, W. Hiller, *J. Organomet. Chem.* **1993**, *443*, 9–17.
- [6] W. Uhl, R. Gerdling, unveröffentlicht.
- [7] W. Uhl, U. Schütz, Z. *Naturforsch. B* **1994**, *49*, 931–934.
- [8] Mit stöchiometrischen Mengen Sauerstoff setzt sich **1** nicht um, während überschüssiges O<sub>2</sub> das Edukt zerstört. Bis(trimethylsilyl)peroxid, Distickstoffmonoxid und Cyclohexenoxid reagieren nicht mit **1**, Benzophenon und Trialkylphosphinoxid ergeben unübersichtliche Produktgemische. Wir versuchten, **2** aus dem entsprechenden Dialkylaluminiumchlorid R<sub>2</sub>Al-Cl mit Ag<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O, Hexamethyldisiloxan oder R<sub>2</sub>Al-O-SiMe<sub>3</sub> [9] zu erzeugen, aber selbst in der Schmelze trat keine Reaktion ein.
- [9] W. Uhl, M. Koch, unveröffentlicht.
- [10] Das Produkt aus dem Hydroxid und Isobutyllithium läßt sich durch Umkristallisieren als leichter lösliche Komponente abtrennen. Es zeigt acht Signale gleicher Intensität im SiMe<sub>3</sub>-Bereich des <sup>1</sup>H-NMR-Spektrums. Seine Konstitution ist bisher unbekannt; eine Deprotonierung tritt nicht ein.
- [11] Einkristalle durch Umkristallisieren aus *n*-Pentan; C<sub>28</sub>H<sub>76</sub>Al<sub>2</sub>OSi<sub>4</sub>; Diffraktometer CAD 4; MoK $\alpha$ -Strahlung;  $-60^\circ\text{C}$ ; Programm SHELXTL PLUS REL 4.1 und SHELXL-93; monoklin; C<sub>2</sub>/c;  $a = 2297.9(2)$ ,  $b = 959.3(1)$ ,  $c = 2078.1(1)$  pm,  $\beta = 98.99(1)^\circ$ ;  $V = 4525 \times 10^6$  pm<sup>3</sup>,  $Z = 4$ ;  $\rho_{\text{ber.}} = 1.039$  g cm<sup>-3</sup>; Kristallabmessungen:  $0.7 \times 0.5 \times 0.3$  mm<sup>3</sup>;  $\theta$ - $2\theta$ -Scan; Meßbereich:  $6 \leq 2\theta \leq 54^\circ$ ; 4891 unabhängige Reflexe; 4275 Reflexe  $F > 4\sigma(F)$ ; 190 Parameter;  $R = 0.038$  und  $wR^2 = 0.089$  (alle Meßwerte); max. Restelektrodenichte:  $0.29 \times 10^{30}$  e m<sup>-3</sup>. Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturbestimmung können beim Fachinformationszentrum Karlsruhe, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen, unter der Hinterlegungsnummer CSD-58779 angefordert werden.
- [12] R. Kumar, H. Rahbarnoohi, M. J. Heeg, D. G. Dick, J. P. Oliver, *Inorg. Chem.* **1994**, *33*, 1103–1108; Y. Kushi, Q. Fernando, *J. Am. Chem. Soc.* **1970**, *92*, 91–96; K. J. Wynne, *Inorg. Chem.* **1985**, *24*, 1339–1343.
- [13] P. L. Gurian, L. K. Cheatham, J. W. Ziller, A. R. Barron, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* **1991**, 1449–1456; G. Johansson, *Acta Chem. Scand.* **1966**, *20*, 505–515; U. Kliebisch, U. Klingebiel, D. Stalke, G. M. Sheldrick, *Angew. Chem.* **1986**, *98*, 921–922; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1986**, *25*, 915–916.
- [14] M. Cai, C. C. Carter, T. A. Miller, V. E. Bondybeg, *J. Chem. Phys.* **1991**, *95*, 73–79; A. I. Boldyrev, P. von R. Schleyer, *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, *113*, 9045–9054; A. V. Nemukhin, F. Weinhold, *J. Chem. Phys.* **1992**, *97*, 3420–3430.
- [15] A. R. Barron, K. D. Dobbs, M. M. Franci, *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, *113*, 39–43.
- [16] M. D. Healy, M. B. Power, A. R. Barron, *Coord. Chem. Rev.* **1994**, *130*, 63–135.

- [17] A. Haaland in *Coordination Chemistry of Aluminium* (Hrsg.: G. H. Robinson) VCH, Weinheim, 1993.
- [18] W. E. Piers, L. R. MacGillivray, M. Zaworotko, *Organometallics* 1993, 12, 4723–4725.
- [19] G. Gundersen, H. Vahrenkamp, *J. Mol. Struct.* 1976, 33, 97–105; C. J. Cardin, H. E. Parge, J. W. Wilson, *J. Chem. Res. (M)* 1983, 801–809; L. Cynkier, N. Furmanova, *Cryst. Struct. Commun.* 1980, 9, 307–308; H. Borrmann, A. Simon, H. Vahrenkamp, *Angew. Chem.* 1989, 101, 182–183; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 1989, 28, 180–181; T. Fjeldberg, G. Gundersen, T. Jonvik, H. M. Seip, S. Sæbø, *Acta Chem. Scand. A* 1980, 34, 547–565; planares Molekülgerüst mit gewinkelter B-O-B-Gruppe in  $[(X_2N)(XNH)B]_2O$  ( $X = Me_3Si$ ): K. J. L. Paciorek, R. H. Kratzer, P. F. Kimble, J. H. Nakahara, K. J. Wynne, C. S. Day, *Inorg. Chem.* 1988, 27, 2432–2433.
- [20] W. Uhl, M. Koch, A. Vester, *Z. Anorg. Allg. Chem.* 1993, 619, 359–366.
- [21] H.-O. Kalinowski, S. Berger, S. Braun,  $^{13}C$ -NMR-Spektroskopie, Thieme, Stuttgart, 1984, S. 230ff.

## Berichtigung

Eine erneute Untersuchung (Y. Yarovoy, M. M. Labes, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 1995, 264, 201) der Ganghöhe der cholesterischen Phase eines flüssigkristallinen Solvens, die den Einfluß der helicalen Verdrillung der Flüssigkristalle auf die chiralen Eigenschaften eines in diesem Solvens gelösten Stoffes klären sollte, ergab, daß die in zwei Veröffentlichungen (M. M. Labes, W. Shang, *J. Am. Chem. Soc.* 1991, 113, 2773; M. M. Green, D. Weng, W. Shang, M. M. Labes, *Angew. Chem.* 1992, 104, 86) beschriebenen Effekte nicht reproduzierbar sind. Daher muß die oben genannte Publikation in der *Angewandten Chemie* leider zurückgezogen werden. Die damalige zentrale Hypothese ist weiterhin experimentell nicht verifiziert.

Miller, R.J.D. (ed.)

## Surface Electron Transfer Processes

1995. XII, 368 pages  
with 137 figures and 3 tables.  
Hardcover. DM 128.00.  
ISBN 1-56081-036-X  
(VCH, New York)

This book gives an extensive theoretical treatment of its theme. The emphasis is on electronic coupling of molecular potentials to conducting band states. The essential role of surface electron transfer in catalysis, electrochemistry, photo imaging, and virtually all charge transfer solid state devices make this process one of the most important single chemical events.

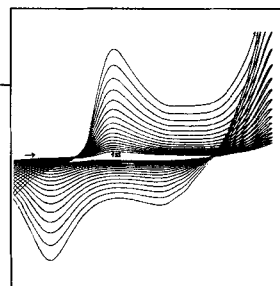
Sandifer, J. R.

## Ion-Transfer Kinetics

1995. X, 142 pages with  
38 figures and 16 tables.  
Hardcover. DM 165.00.  
ISBN 1-56081-508-6  
(VCH, New York)

In six concise, well-referenced chapters, this book covers the essentials of ion-transfer principles and applications, including computer simulation techniques for ion-transfer kinetics models.

It is addressed to chemists in academia and industry, to physical chemists and to chemical engineers.



ELECTRO  
CHEMISTRY

To order please contact your  
bookseller or:

VCH, P.O. Box 10 11 61,  
D-69451 Weinheim,  
Telefax (0) 62 01 - 60 61 84

VCH, Hardstrasse 10, P.O. Box,  
CH-4020 Basel

VCH, 8 Wellington Court,  
Cambridge CB1 1HZ, UK

VCH, 303 N.W. 12th Avenue,  
Deerfield Beach, FL 33442-1788, USA  
toll-free: 1-800-367-8249  
or fax: 1-800-367-8247

VCH, Eikow Building,  
10-9 Hongo 1-chome, Bunkyo-ku,  
Tokyo 113, Japan

