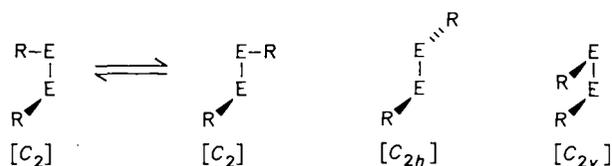


Eigenschaften von Tellur-Tellur-Bindungen, VI¹⁾Struktur und Barriere der Enantiomerenumwandlung von Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellanWolf-Walther du Mont^{**a}, Lutz Lange^a, Hans Heinz Karsch^b, Karl Peters^c, Eva Maria Peters^c und Hans Georg von Schnering^cFachbereich Chemie der Universität Oldenburg^a,
Carl-von-Ossietzky-Straße 9–11, D-2900 OldenburgInstitut für Anorganische Chemie der Technischen Universität München^b,
Lichtenbergstraße 4, D-8046 GarchingMax-Planck-Institut für Festkörperforschung^c,
Heisenbergstraße 1, D-7000 Stuttgart 80

Eingegangen am 2. Juni 1987

Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellan (1) wird durch Oxidation von Lithium-(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)tellurid in Form roter, stark lichtbrechender Kristalle erhalten. 1 kristallisiert monoklin in der Raumgruppe $C2/c$. Der Bindungsabstand $d(\text{Te}-\text{Te})$ beträgt 271.3 pm, der Bindungswinkel an den Te-Atomen 100.6° und der Torsionswinkel an der Te-Te-Bindung 92.1° . Durch die C_2 -Symmetrie besitzen die beiden *ortho*-ständigen *tert*-Butylgruppen der Substituenten unterschiedliche chemische Umgebung, die auch in Lösung bei tiefen Temperaturen erkennbar wird. Aus NMR-spektroskopischen Daten gelang erstmals die Bestimmung der Rotationsbarriere um eine Te-Te-Bindung; sie beträgt $40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Dieser Wert ist um 20% kleiner als für das entsprechende Diselan.

Peroxide und ihre schwereren Homologen $\text{R}-\text{E}-\text{E}-\text{R}$ ($\text{E} = \text{O}, \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) existieren bevorzugt in nichtebenen enantiomeren Konformationen mit Torsionswinkeln zwischen 80 und 100° ²⁾.



Mögliche Wege zur Enantiomerenumwandlung sind

- Inversion am Chalkogenatom E,
- Rotation um die E-E-Bindung (Überwindung der energiereicheren Konformationen $[C_{2h}]$ oder $[C_{2v}]$) oder
- intermolekulare Dismutationsreaktionen des Typs



Als Weg der Enantiomerenumwandlung mit der geringsten Aktivierungsenergie wird bei Disulfanen und Diselanen im allgemeinen die Rotation um S-S- oder Se-Se-Bindungen angesehen, wobei der Übergangszustand mit *anti*-Konformation $[C_{2h}]$ energieärmer ist als die *syn*-Konfor-

Properties of Tellurium-Tellurium Bonds, VI¹⁾. – Structure and Barrier of Interconversion of Enantiomeric Conformations of Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellane

Oxidation of lithium (2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)telluride provides red and strong refractive needles of bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellane (1) which crystallize monoclinically in the space group $C2/c$. The bond distance $d(\text{Te}-\text{Te})$, the bond angle at the Te atoms, and the torsion angle at the Te-Te bond were found to be 271.3 pm, 100.6° , and 92.1° , respectively. The C_2 symmetry of the molecule gives rise to different chemical surroundings for both *tert*-butyl groups in *ortho* position belonging to the aryl groups. This effect can also be observed in solution at low temperatures. For the first time, dynamic NMR spectroscopy succeeded in determination of the barrier of rotation about a Te-Te bond. This barrier was found to be $40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ and is 20% less than that in the corresponding diselan.

mation $[C_{2v}]$ mit ekliptischer Substituenten- und Elektronenpaaranordnung³⁾.

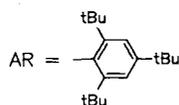
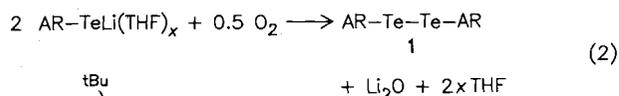
Bestimmungen von Aktivierungsparametern durch dynamische NMR-Spektroskopie ergaben für einige Diselane um etwa 20% niedrigere Rotationsbarrieren als für die entsprechenden Disulfane³⁾. Dieser Effekt kann mit den längeren Se-Se-Abständen korreliert werden, bei denen sich sterische Effekte der Substituenten R weniger bemerkbar machen, bei denen aber auch Wechselwirkungen zwischen Orbitalen benachbarter Atome im Übergangszustand geringer sind. Noch flacher sind die Potentialkurven der Drehung um die Te-Te-Bindungen von acyclischen Ditellanen. So enthält festes Bis(*p*-methoxyphenyl)ditellan zwei kristallographisch voneinander unabhängige Moleküle mit Torsionswinkeln von 81.2 und 86.8° ⁴⁾; Hinweise auf meßbare Rotationsbarrieren der Te-Te-Bindungen liegen bisher nicht vor.

Kessler und Rundel fanden 1968 die größten an Disulfanen und Diselanen bisher bestimmten Rotationsbarrieren durch Verwendung der 2,4,6-Tri-*tert*-butylphenyl-Substituenten³⁾. Diese äußerst sperrigen Arylsubstituenten sollten am ehesten geeignet sein, auch an einer Te-Te-Einheit die Beobachtung einer Rotationsbarriere zu ermöglichen.

Denkbar wäre auch eine Änderung der Grundzustandsgeometrie von $[C_2]$ nach $[C_{2h}]$ unter dem Einfluß der Abstoßung zwischen den *ortho-tert*-Butylgruppen der sperrigen Arylsubstituenten an benachbarten Telluratomen.

Im folgenden berichten wir über Bildung, Spektren, Struktur und konformative Beweglichkeit von Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellan (1).

Tellurierung von 2,4,6-Tri-*tert*-butylphenyllithium mit anschließender Oxidation von Lithium-(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)tellurid durch Sauerstoff liefert 1 in hoher Ausbeute.



1 bildet rote, stark lichtbrechende Kristalle; es ist mäßig löslich in Tetrahydrofuran und Kohlenwasserstoffen.

Das Ditellan 1 besitzt $2-C_2$ -Symmetrie. Der Bindungsabstand $d(\text{Te-Te}) = 271.3(1)$ pm entspricht einer normalen Einfachbindung, d. h. der Summe der Kovalenzradien (272 pm). Gleiches gilt für die Bindungen zu den C-Atomen der Substituenten [$d(\text{Te-C1}) = 216.5(6)$ pm; Radiensumme 213 pm]. Die Bindungswinkel an den Te-Atomen betragen 100.6° , der Torsionswinkel an der Te-Te-Bindung ist 92.1° . In den Phenylringen sind die mittleren Bindungsabstände und Bindungswinkel 140.1 pm bzw. 119.7° ; für die *tert*-Butylgruppen sind diese Werte 154.1 pm bzw. 109.4° . Die Streuung der Werte liegt im Bereich von ± 2 pm bzw. $\pm 3^\circ$. Größere Abweichungen treten bei der Beteiligung der Splitpositionen auf (376.3 pm).

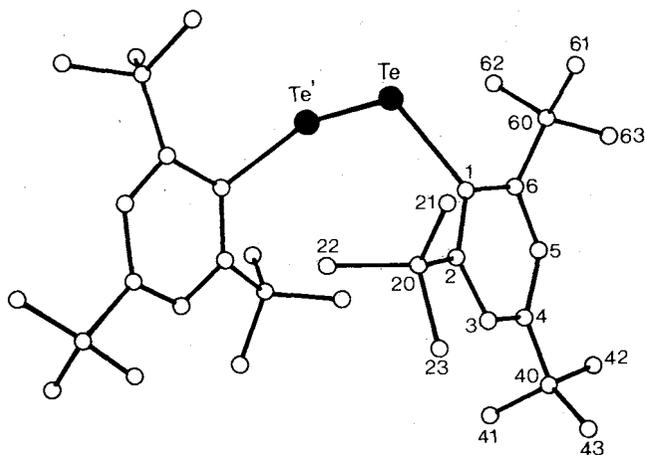


Abb. 1. Perspektivische Zeichnung des Moleküls mit Benennung der Atome wie in den Tab. 1 und 2

Die Ebenen der beiden Phenylringe im Molekül liegen nahezu parallel zueinander (6.6°). Zwei der *ortho-tert*-Butylgruppen (mit C20 und C20') sind zueinander orientiert

und schirmen die Te_2 -Einheit von einer Seite räumlich ab. Kürzeste intramolekulare Kontakte (mit Ausnahme derjenigen innerhalb der *tert*-Butylgruppen) treten zwischen der Methylgruppe C22 und dem Ringatom C2' auf (376.3 pm). Der kürzeste intermolekulare Abstand zwischen Te-Atomen ist mit 742 pm sehr groß (keine Wechselwirkungen).

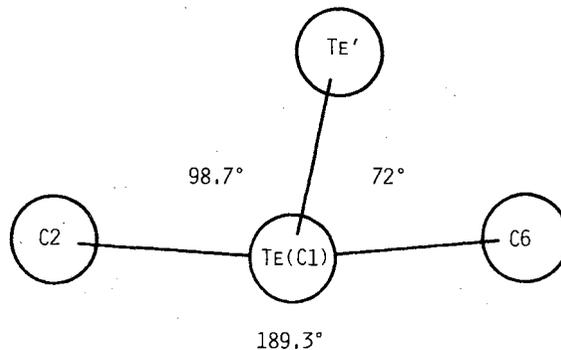


Abb. 2. Orientierung der Te-Te-Bindung relativ zur Aromaten-Ringebene

Die Te-Te'-Bindung (Ebenen mit C1, Te und Te' bzw. C1', Te', Te) erhebt sich fast senkrecht zu den Ebenen der aromatischen Ringe, offenbar weichen so die Telluratome den sperrigen *tert*-Butylgruppen an den *ortho*-Positionen aus (Abb. 2). Erstaunlicherweise ist von den bisher strukturell charakterisierten Diarylditellanen⁴⁾ die unsubstituierte Verbindung Diphenylditellan¹⁰⁾ von der Konformation her dem sperrigen 1 am nächsten verwandt. Die Struktur von 1 in Lösung gleicht offensichtlich der in festem Zustand.

In Lösung bei -80°C ergeben die beiden im Kristall verschieden orientierten Paare von *ortho-tert*-Butylgruppen sowie die an die *meta*-C-Atome gebundenen (C3, 3' bzw. C5, 5') Wasserstoffatome gut aufgelöste $^1\text{H-NMR}$ -Signale. Die Wasserstoffkerne der zueinander orientierten *tert*-Butylgruppen (mit C20, C20') sollten dabei zu höherem Feld verschoben erscheinen als die der „nach außen stehenden“ *tert*-Butylgruppen (mit C60, C60')³⁾.

Offensichtlich sind bei -80°C Rotationen sowohl um die C-Te-Bindungen als auch um die Te-Te-Bindung langsam in der NMR-Zeitskala. Eine derartige Rotationsbehinderung war an Molekülen mit Tellur-Tellur-Bindung bisher nicht beobachtet worden. Erwärmen der Lösung von 1 führt im Bereich der $^1\text{H-NMR}$ -Signale der *ortho-tert*-Butylgruppen und der *meta*-H-Atome zu typischen Koaleszenzphänomenen, die Barriere für die Enantiomerenumwandlung bei 1 wird hieraus zu $\Delta G^\ddagger = 40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ [$9.9 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$] bestimmt. Die im Vergleich mit dem entsprechenden Disulfan und Diselan ($\Delta G^\ddagger = 16.2$ bzw. $12.5 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$)³⁾ bei 1 noch niedrigere Barriere ist auf die längere Te-Te-Bindung zurückzuführen. Die Grundzustandsgeometrie von 1 bezüglich der Konformation der Atomgruppierung C1-Te-Te'-C1' wird im wesentlichen durch die Abstoßung freier Elektronenpaare an benachbarten Telluratomen bestimmt.

Bemerkenswert ist, daß auch das zentrale Gerüst C2-C1-C1'-C2' von 1,2-Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)-

ethan der Punktgruppe C_2 zugehört (Torsionswinkel 119.9°)¹¹. Die Verringerung des Torsionswinkels gegenüber 1,2-Diphenylethan (180°) auf etwa 120° erlaubt offenbar eine bessere Packung der *tert*-Butylgruppen innerhalb des sterisch überladenen Moleküls¹¹; die Barriere für die Rotation um die aufgeweitete C–C-Bindung läßt sich aus NMR-Daten zu etwa $13 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$ abschätzen¹². Das verwandte 1,1,2,2-Tetra-*n*-butylbis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)distannan liegt in festem Zustand in einer Konformation vor, bei der die Gruppierung C–Sn–Sn–C' der Diaryldistannan-Einheit einen Torsionswinkel von 160° aufweist^{13,14} (Abb. 3).

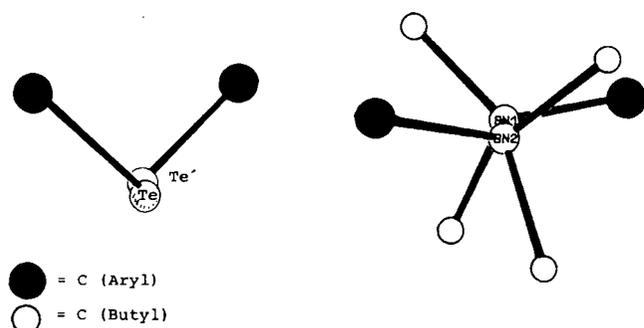


Abb. 3. Vergleich der Konformation der C–E–E–C-Gerüste von **1** (E = Te) und 1,1,2,2-Tetra-*n*-butyl-1,2-bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)distannan (E = Sn)^{13,14}

Entsprechend sollten rein sterische Effekte der sperrigen Arylsubstituenten bei **1** Torsionswinkel im Bereich von 150 – 180° (also eine Konformation nahe dem für die Enantiomerenumwandlung vorgeschlagenen Übergangszustand^{2,3}) begünstigen. In welchem Maße und auf welche Weise die sperrigen Reste an **1** (wie auch bei entsprechenden Disulfanen und Diselenen) zur Erhöhung von Barrieren der Rotation um S–S-, Se–Se- oder Te–Te-Bindungen führen, ist somit aus Grundzustandstorsionswinkeln nicht zwingend abzuleiten.

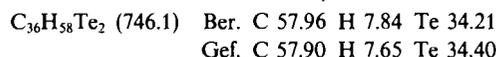
Im Vergleich mit Bis(*p*-tolyl)ditellan¹⁵ ist **1** bei (2 + 2)-Dismutationsreaktionen gegenüber Diphosphanen weniger reaktiv¹⁶, thermisch ist **1** deutlich labiler. Schon bei längerem Erwärmen auf über 100°C in Toluol fällt allmählich Tellur aus. Entsprechend zersetzt sich **1** beim Aufheizen im Massenspektrometer bis über 200°C , wobei die Peaks bei m/z 620 [$M^+ - \text{Te}$] und ein offenbar cyclometalliertes Ion¹⁷ m/z 374 [$(M/2)^+ - \text{H}$] neu auftreten. Redoxreaktionen an **1** werden zur Zeit untersucht^{14,18}.

Den Herren *M. Dettlaff* und Prof. Dr. *H. Schumann*, TU Berlin, danken wir für die Messung von ^{13}C -NMR-Spektren. Die *Deutsche Forschungsgemeinschaft* und der *Fonds der Chemischen Industrie* haben diese Arbeit finanziell unterstützt.

Experimenteller Teil

Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ditellan (**1**): 10 g (30.8 mmol) 1-Brom-2,4,6-tri-*tert*-butylbenzol werden in einer Mischung aus 100 ml Petrolether (Sdp. 40 – 60°C) und 25 ml THF gelöst und auf -78°C gekühlt. Dazu werden innerhalb 30 min 20 ml einer 1.6 M *n*-Butyllithium-Lösung getropft. Man läßt 2.5 h bei -78°C rühren, trennt den ausgefallenen Niederschlag ab und wäscht den Rück-

stand zweimal mit je 60 ml Petrolether^{5,6}. Zu dem so gereinigten (2,4,6-Tri-*tert*-butylphenyl)lithium werden bei -78°C 120 ml Toluol und 3.93 g (30.8 mmol) Tellur-Pulver gegeben. Man läßt allmählich auf -20°C erwärmen und hält das Reaktionsgemisch so lange bei dieser Temperatur, bis das Tellur fast vollständig in Lösung gegangen ist⁷. In die schwach grüne Lösung wird 1 l Sauerstoff eingeleitet. Dann wird das Lösungsmittel im Vakuum entfernt und der rote Rückstand mit Pentan in einer Soxhlet-Apparatur extrahiert; Rohausb. 8.7 g (76%); Kristallisation aus THF liefert 4.8 g (41%) **1** als intensiv rote, stark lichtbrechende Kristalle vom Zersetzungspunkt 192°C . Aus der Mutterlauge können weitere 2.3 g analysenreines **1** gewonnen werden. – UV/VIS: Breite Absorption bei 451 nm ($\lg \epsilon = 2.8$), 322 (4). – MS (EI, 70 eV, 150°C): m/z (%) = 746 (8.9) [M^+ , korrekte Isotopenverteilung], 445 (5.8) [$M^+ - 245, -56$], 374 (2) [$M^+ - \text{Te}$, -246], 319 (1.6) [$M^+ - \text{Te}$, $-245, -56$], 263 (5.2) [$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4\text{Te}^+$] sowie tellurfreie Fragmente: 245 (15), 229 (71.6), 203 (4.8), 187 (6.7), 173 (4.8), 141 (6.6), 91 (4.3), 71 (4), 57 (100). – ^1H -NMR (C_6D_6 ; 20°C): $\delta = 1.38$ (18H), 1.58 (36H), 7.51 (4H); in $\text{C}_6\text{D}_5\text{CD}_3/(\text{CD}_3)_2\text{CO}$, 20°C : $\delta = 1.26$ (18H), 1.48 (36H), 7.41 (4H); in $\text{C}_6\text{D}_5\text{CD}_3/(\text{CD}_3)_2\text{CO}$, -80°C : $\delta = 1.23$ (18H), 1.25 (18H), 1.71 (18H), 7.29 (2H), 7.53 (2H). Koaleszenz: (H_3C)₃C–C_{ortho}, $\delta\nu = 124.2 \text{ Hz}$, $T_c = -57^\circ\text{C}$ (270 MHz); H–C_{meta}, $\delta\nu = 66 \text{ Hz}$, $T_c = -63^\circ\text{C}$ (270 MHz). Vergleich mit einer Reihe nach einem FORTRAN-Programm⁸) berechneter Spektren [Programmierung an einem Rechner HP 1000] ergibt die Koaleszenz der Signale der *ortho-tert*-Butylgruppen bei $\tau = 0.0018 \text{ s}$, die der Signale der *meta*-H-Atome bei $\tau = 0.0035 \text{ s}$. Daraus errechnet sich nach der Eyring-Gleichung in beiden Fällen die Freie Enthalpie der Aktivierung zu $40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. – ^{13}C -NMR (Raumtemperatur, CD_2Cl_2): $\delta = 31.49$ [$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}_{para}$], 33.87 [$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}_{ortho}$], 35.05 [$(\text{CH}_3)_3\text{C}_{para}$], 39.92 [$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}_{ortho}$], 107.73 (C–Te), 122.05 (C_{meta}), 150.53 (C_{para}), 157.82 (C_{ortho}).



Kristallstrukturanalyse: Von einem prismatischen Kristall ($0.2 \times 0.2 \times 0.15 \text{ mm}$) wurden die Zellparameter auf der Basis von 15 Reflexen und die Intensitäten von 1744 Reflexen bestimmt. Die Auswertung erfolgte auf einer Eclipse-S/250-Rechenanlage mit dem Programmsystem SHELXTL⁹. Die Struktur wurde über die Patterson-Synthese gelöst. Die Verfeinerung der Tellur-Positionen ergab $R = 0.20$. Differenz-Fouriersynthesen führten zu den Positionen der C-Atome. Die abschließenden Verfeinerungen konvergierten bei anisotroper Beschreibung bei $R = 0.030$. Die Lagen der Wasserstoffatome wurden geometrisch berechnet und mit isotroper Beschreibung bei den Verfeinerungen berücksichtigt. Die kristallographischen Daten sind in Tab. 1, die Atomparameter in Tab. 2 zusammengestellt. Abb. 1 zeigt das Molekül **1** mit der Benennung der Atome.

Tab. 1. Kristallographische Daten

Summenformel: $\text{C}_{36}\text{H}_{58}\text{Te}_2$. – Molmasse: 746.05. – $a = 971.0(3) \text{ pm}$, $b = 1825.4(9) \text{ pm}$, $c = 2055.6(8) \text{ pm}$, $\beta = 94.17(3)^\circ$, $V = 3634(4) \text{ pm}^3 \cdot 10^{-6}$, $Z = 4$, $d(\text{ber.}) = 1.364 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. – Kristallsystem: monoklin. – Raumgruppe: $C2/c$. – Diffraktometer: Syntex P3. – Strahlung: MoK α . – Monochromator: Graphit. – Meßmethode: ω -Scan. – Meßbereich (Θ): 1.75 – 27.5° . – Ausschnitt, reziprokes Gitter: $h = 0$ – 12 , $k = 0$ – 23 , $l = 26$ – 26 . – Anzahl gemessener Intensitäten: 1853. – Anzahl unabhängiger Reflexe: 1744. – Anzahl Reflexe mit $F > 3\sigma(F)$: 1737. – Linearer Absorptionskoeffizient: 16.79 cm^{-1} . – Absorptionskorrektur: ψ -Scan. – Verhältnis von Parametern/ F_0 : 0.115. – R, R_w : 0.031, 0.029.

Tab. 2. Ortsparameter ($\times 10^4$) und isotrope Temperaturkoeffizienten, die aus den anisotropen berechnet wurden (Standardabweichungen in Klammern)

	x	y	z	U
Te	1343(1)	6423(1)	7734(1)	48(1)
C(1)	2189(6)	5615(4)	7104(3)	39(2)
C(2)	2386(6)	4881(3)	7333(3)	36(2)
C(3)	2466(6)	4337(4)	6862(3)	43(2)
C(4)	2375(7)	4468(4)	6197(3)	42(2)
C(5)	2385(7)	5202(4)	6010(3)	46(3)
C(6)	2347(6)	5787(4)	6440(3)	38(2)
C(20)	2617(7)	4662(4)	8052(3)	46(3)
C(21)	3667(8)	5169(5)	8421(3)	66(3)
C(22)	1254(8)	4629(5)	8393(4)	74(3)
C(23)	3245(9)	3889(4)	8125(4)	72(3)
C(40)	2345(9)	3835(4)	5689(3)	57(3)
C(41)	1204(22)	3296(10)	5817(10)	117(10)
C(42)	3688(28)	3457(16)	5681(20)	190(22)
C(43)	1978(33)	4114(15)	4954(10)	138(15)
C(44)	3636(26)	3951(11)	5299(11)	82(9)
C(45)	1068(19)	3923(15)	5244(10)	116(12)
C(46)	2502(22)	3071(8)	6053(8)	94(9)
C(60)	2604(8)	6568(4)	6171(4)	53(3)
C(61)	3726(8)	6957(4)	6610(4)	72(4)
C(62)	1294(8)	7033(4)	6086(4)	65(3)
C(63)	3186(10)	6526(4)	5494(4)	91(4)

Die *tert*-Butylgruppe an C4 ist rotationsfehlgeordnet (Schwingungsellipsoide der Atome C41–C43). Die Spaltung dieser Positionen, entsprechend einer 60°-Drehung der *tert*-Butyl-Substituenten um die Achse C4–C40, führte zu wesentlichen Verkleinerungen der Temperaturkoeffizienten. Die reale Fehlordnung ist jedoch damit nicht quantitativ beschrieben ($R = 0.038 \rightarrow R = 0.030$). Die Splitpositionen sind in Tab. 2 angeführt, jedoch nicht in die Abbildung des Moleküls aufgenommen worden*).

CAS-Registry-Nummern

1: 99354-18-4 / ^{125}Te : 14390-73-9 / 1,1,2,2-Tetra-*n*-butylbis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)distannan: 110472-84-9 / (2,4,6-Tri-*tert*-butyl-

phenyl)lithium: 35383-91-6 / 1,2-Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ethan: 83103-44-0 / Brom-2,4,6-tri-*tert*-butylbenzol: 3975-77-7

- *¹) Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturbestimmung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-52164, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.
- ¹) V. Mitteilung: W.-W. du Mont, R. Hensel, S. Kubiniok, L. Lange, T. Severengiz, *Phosphorus Sulfur* **30** (1987) 373.
- ²) I. Hargittai, *The Structures of Volatile Sulfur Compounds*, D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, Boston, Lancaster 1985; J. A. Pople, *J. Am. Chem. Soc.* **94** (1972) 2371.
- ³) H. Kessler, W. Rundel, *Chem. Ber.* **101** (1968) 3350; J. E. Anderson, L. Henriksen, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* **1985**, 1397.
- ⁴) S. Ludlow, A. E. McCarthy, *J. Organomet. Chem.* **219** (1981) 169.
- ⁵) M. Yoshifuji, I. Shima, N. Inamoto, *Tetrahedron Lett.* **1979**, 3963.
- ⁶) M. Weidenbruch, K. Kramer, *J. Organomet. Chem.* **291** (1985) 159.
- ⁷) L. Lange, W.-W. du Mont, *J. Organomet. Chem.* **286** (1985) C1.
- ⁸) H. Günther, *NMR-Spektroskopie*, Thieme Verlag, Stuttgart 1983.
- ⁹) G. M. Sheldrick, *SHELXTL. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures from Diffraction Data*, Univ. Göttingen 1983.
- ¹⁰) G. Llabres, O. Dideberg, L. Dupont, *Acta Crystallogr., Sect. B*, **28** (1972) 2438.
- ¹¹) W. Winter, T. Butters, A. Riecker, Y. Butsugan, *Z. Naturforsch., Teil B*, **37** (1982) 855.
- ¹²) $^1\text{H-NMR}$ von 1,2-Bis(2,4,6-tri-*tert*-butylphenyl)ethan in $[\text{D}_8]$ -Toluol bei 270 MHz, -30°C : $\delta = 0.96$ (*o*- C_4H_9); 1.30 (*p*- C_4H_9); 1.60 (*o*- C_4H_9); 3.11, 3.15, 3.91, 3.95 (AA'BB', CH_2CH_2); 7.21, 7.50 (*m*-H). Koaleszenz, T_c : *o*- C_4H_9 10°C , CH_2CH_2 10°C , *m*-H 0°C ; ergibt ΔG^\ddagger abgeschätzt zu $13 \pm 0.5 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- ¹³) L. Lange, W.-W. du Mont, S. Pohl, W. Saak, unveröffentlichte Kristallstrukturanalyse.
- ¹⁴) L. Lange, *Dissertation*. Univ. Oldenburg, 1987.
- ¹⁵) W. S. Haller, K. J. Irgolic, *J. Organomet. Chem.* **38** (1972) 97.
- ¹⁶) W.-W. du Mont, S. Kubiniok, T. Severengiz, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **531** (1985) 21.
- ¹⁷) Spontane Cyclometallierung an einer verwandten Germaniumverbindung: L. Lange, B. Meyer, W.-W. du Mont, *J. Organomet. Chem.* **329** (1987) C17.
- ¹⁸) W.-W. du Mont, *The Vth Internat. Symposium on the Chemistry of Selenium and Tellurium*, Oak Ridge, TN, 1987, Abstract.

[172/87]