

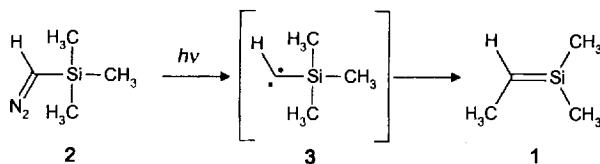
messen. Die Verbindung kristallisiert in der Raumgruppe $P2_12_12_1$, $a = 14.138(1)$, $b = 17.238(2)$, $c = 21.617(2)$ Å; $V = 5268.24(1.47)$ Å 3 ; $Z = 4$; $\rho_{\text{ber}} = 1.833$ g cm $^{-3}$; $\mu = 24.8$ cm $^{-1}$; $F(000) = 2808$. Von 8351 unabhängigen Reflexen im Bereich $2^\circ \leq 2\theta \leq 60.0^\circ$ wurden 5325 für die Lösung und Verfeinerung verwendet. Die Struktur wurde mit Patterson-Methoden gelöst (Lokalisierung der Pd- und I-Atome). Die Wasserstoffatome wurden in den Endstadien der Kleinstes-Quadrat-Verfeinerung mit vorgegebenen Lagen und Temperaturfaktoren berücksichtigt. Eine Nicht-Poisson-Verteilung mit einem p -Faktor von 0.08 wurde verwendet; $R = 0.041$, $R_w = 0.057$, $GOF = 1.06$ [26]. b) Kristalle von $11 \cdot \text{THF}$, $C_{43}\text{H}_{66}\text{MnO}_5\text{Pd} \cdot C_4\text{H}_8\text{O}$, aus warmem THF bei Raumtemperatur erhalten, wurden bei -150 ± 0.5 °C vermessen. Die Verbindung kristallisiert in der Raumgruppe $P2_1/c$, $a = 25.645(2)$, $b = 16.163(1)$, $c = 25.083(2)$ Å; $\beta = 100.95(1)$ °; $V = 10207.59(2.58)$ Å 3 ; $Z = 8$; $\rho_{\text{ber}} = 1.288$ g cm $^{-3}$; $\mu = 7.2$ cm $^{-1}$; $F(000) = 4160$. Von 12461 unabhängigen Reflexen im Bereich $2^\circ \leq 2\theta \leq 44.0$ ° wurden 8428 für die Lösung und Verfeinerung verwendet. Die Struktur wurde mit Patterson-Methoden gelöst (Wasserstoffatome nicht berücksichtigt). Eine Nicht-Poisson-Verteilung mit einem p -Faktor von 0.08 wurde verwendet; $R = 0.061$, $R_w = 0.090$, $GOF = 1.82$ [26].

- [23] K. Yasufuku, A. Hamada, K. Aoki, H. Yamazaki, *J. Am. Chem. Soc.* 1981, 102, 4363.
 [24] P. Leoni, F. Marchetti, M. Pasquali, *J. Organomet. Chem.* 1993, 451, C25.
 [25] $\eta^2\text{-O}_2$ -Palladiumkomplexe sind wohlbekannt: T. Yoshida, K. Tatsumi, M. Matsumoto, K. Nakatsu, A. Nakamura, T. Fueno, S. Otsuka, *Nouv. J. Chim.* 1979, 3, 761.
 [26] Enraf-Nonius-CAD4-Diffraktometer, Strukturlösung und -verfeinerung mit dem Programm MoLEN; MoK α -Strahlung ($\lambda = 0.71073$ Å), Graphitmonochromator; als beobachtet wurden nur Reflexe mit $F^2 \geq 3.0 \sigma(F^2)$ eingestuft. Alle Nicht-H-Atome wurden anisotrop verfeinert. Weitere Einzelheiten zu den Kristallstrukturunteruchungen können beim Fachinformationszentrum Karlsruhe, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-57959 angefordert werden.

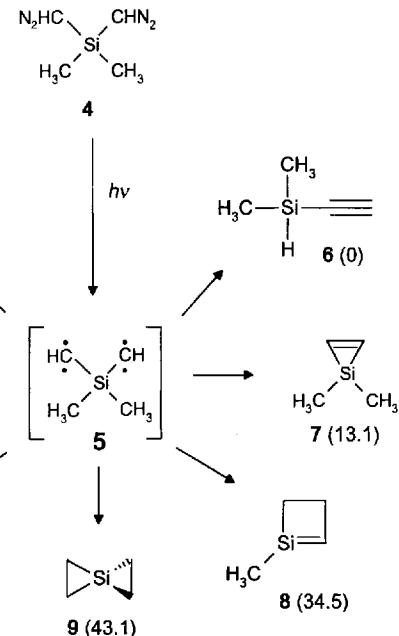
1,1-Dimethyl-1*H*-siliren **

Martin Trommer, Wolfram Sander*
 und Claudia Marquard

Silyldiazoverbindungen haben als Vorstufen zur Synthese von Silaethenen (Silenen) Bedeutung erlangt. So wurde 1,1,2-Trime-thylsilen 1, das erste spektroskopisch nachgewiesene Silen, durch Bestrahlung von Trimethylsilyldiazomethan 2 in einer Argonmatrix erhalten^[1]. Das dabei als Zwischenstufe formulierte Carben 3 entsteht nur in sehr geringer stationärer Konzentration und konnte ESR-, nicht aber IR-spektroskopisch nachgewiesen werden^[1b]. Auf analogem Weg wurden auch eine Reihe anderer Silene in Lösung erzeugt und durch Abfangexperimente indirekt nachgewiesen^[2, 3].

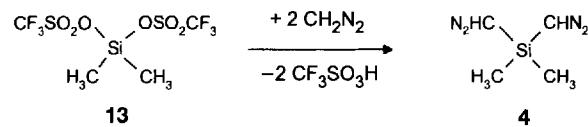


Wir berichten hier über die Photochemie von 2-Sila-1,3-bis(diazo)propan 4. Die Abspaltung von Stickstoff aus 4 sollte zum Biscarben 5 oder dessen Umlagerungsprodukten 6–12 führen (Schema 1). Die Bisdiazooverbindung 4 ist durch Umsetzung von



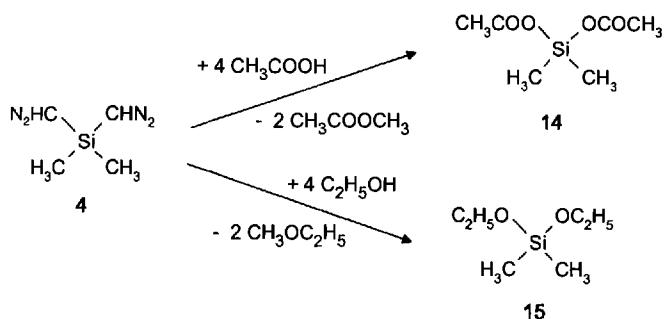
Schema 1. Mögliche Umlagerungsprodukte von Biscarbene 5, wobei nur Moleküle mit vollbesetzter Schale berücksichtigt wurden. In Klammern die ab-initio-berechneten (RHF/6-31G(d,p)) HF-Energien relativ zu 6.

Dimethylsilylidiylbis(trifluormethansulfonat) 13 mit Diazomethan^[4] in Diethylether bei -60 °C zugänglich und wurde durch präparative Gaschromatographie gereinigt (gelbes Öl). Bei Raumtemperatur ist 4 für einige Zeit stabil und konnte bei -78 °C mehrere Monate ohne Zersetzung gelagert werden. Im $^1\text{H-NMR}$ -Spektrum von 4 findet man erwartungsgemäß zwei Singulets im Verhältnis 1:3 bei $\delta = 0.29$ und 2.72, im $^{13}\text{C-NMR}$ -Spektrum zwei Signale bei $\delta = -2.14$ und 19.8. Das



Massenspektrum zeigt den Molekülpeak bei $m/z = 140$ und ein den Erwartungen entsprechendes Fragmentierungsmuster. Im IR-Spektrum werden die bei weitem intensivsten Absorptionen bei 2082 und 2073 cm $^{-1}$ der N=N-Streckschwingung der Diazo-Gruppen zugeordnet. Bei Belichtung oder Zugabe von Säuren werden Lösungen von 4 unter Gasentwicklung schnell entfärbt.

Die Umsetzung von 4 mit Essigsäure führt zu Dimethylsilylidiylacetat 14 und Essigsäuremethylester als Hauptprodukte. Mit Ethanol reagiert 4 bei Raumtemperatur langsam zu Diethoxydimethylsilan 15. Damit verhält sich 4 gegenüber proti-



[*] Prof. Dr. W. Sander^[+], Dipl.-Chem. M. Trommer, C. Marquard
 Institut für Organische Chemie der Technischen Universität

Hagenring 30, D-38106 Braunschweig

[+] Neue Adresse: Lehrstuhl für Organische Chemie II der Universität,
 Universitätsstraße 150, D-44780 Bochum
 Telefax: Int. + 234/7094-353

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

schen Verbindungen ähnlich wie andere Silyldiazoverbindungen^[15].

Bestrahlt man ($\lambda \geq 305$ nm) die Diazoverbindung **4** in Ethanol- oder EPA-Gläsern^[6] bei 77 K, so werden nach dem Aufwärmen auf Raumtemperatur vier Produkte erhalten (gaschromatographisch bestimmte Ausbeute > 95 %), von denen keines stickstoffhaltig ist (GC-MS). Gleichzeitig wird eine starke Gasentwicklung (vermutlich N₂) beobachtet. Diese Produkte wurden als Ethenylethoxydimethylsilan **16**, Bis(ethoxymethyl)dimethylsilan **17**, Diethoxydiethylsilan **18** und Diethoxymethylpropylsilan **19** charakterisiert (Tabelle 1). Um den Mechanismus der Bildung dieser Produkte zu klären, wurden die Photolyse auch in C₂H₅OD und C₂D₅OD durchgeführt.

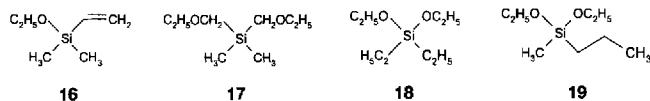


Tabelle 1. Gaschromatographisch bestimmte Ausbeuten an Afsangprodukten **16**–**19** bei der Bestrahlung ($\lambda \geq 305$ nm) von **4** in Ethanol bei unterschiedlichen Temperaturen.

Vorstufe	Produkt [a]	Ausbeute [%]		
		77 K	170 K	273 K
7	16	46	45	30
5	17	14	5	3
9, 10, 12	18	23	25	28
8	19	13	15	19

[a] Die Ausbeuten wurden gaschromatographisch bestimmt. Die Gesamtausbeute an **16**–**19** beträgt bei 77 K 96 %, sinkt bei 170 K auf 90 %, bei 273 K auf 80 % ab. Die bei höheren Temperaturen auftretenden Nebenprodukte konnten bisher nicht eindeutig charakterisiert werden.

Vinylsilan **16** wird in Ethanol- oder EPA-Gläsern (Bestrahlung bei 77 K) mit 46 % Ausbeute gebildet und ist das Afsangprodukt von 1,1-Dimethyl-1*H*-siliren **7**. Photolyse von **4** bei 273 K führt zu einer deutlichen Verringerung der Ausbeute an **16** (Tabelle 1). Nach Bestrahlung in C₂H₅OD findet man ein Deuteriumatom in der Vinylgruppe. Die Addition von Alkoholen unter Spaltung einer Si-C-Bindung und die Bildung von Vinylsilanen ist für 1*H*-Silirene charakteristisch^[7, 8]. Dimethylsilan **17** ist das formale Reaktionsprodukt von Biscarben **5** mit Ethanol (die Abspaltung von N₂ aus **4** kann allerdings auch schrittweise erfolgen); erwartungsgemäß ist mit C₂H₅OD als Afsangreagens jeweils ein Deuteriumatom in den dem Si-Atom benachbarten Methylengruppen gebunden. Die Ausbeute an **17** ist stark temperaturabhängig und sinkt von 14 % bei 77 K auf 3 % bei 273 K ab (Tabelle 1).

Die Bildung von **18** weist auf eine Vorstufe hin, die zwei C₂-Einheiten im Molekül enthält. Dafür kommen 1-Silasiropentan **9**, 2-Sila-2-ethylidencyclopropan **10** oder 3-Sila-2,3-pentadien **12** in Frage (Tabelle 1). Mit C₂H₅OD und C₂D₅OD entstehen die erwarteten deuterierten Isotopomere von **18** mit jeweils einem Deuteriumatom in den dem Si-Atom benachbarten Ethylgruppen (C₂H₅OD) bzw. mit zusätzlich perdeuterierten Ethoxygruppen (C₂D₅OD).

Die Propylgruppe von **19** kann nur aus einer Vorstufe stammen, die bereits eine C₃-Einheit enthält. Bester Kandidat dafür ist 1-Methylsilacylobuten **8**, das aus Biscarben **5** durch eine [1,2]-Methylverschiebung, gefolgt von einer Insertion des verbliebenen Carbenzentrums in eine terminale C-H-Bindung der Ethylidengruppe, gebildet werden kann.

Offensichtlich stehen Carben **5** mehrere Reaktionskanäle zur Verfügung. Um die Frage nach dem primären Photolyseprodukt

der Bisdiazoverbindung **4** zu klären, haben wir die Photochemie in einer Argonmatrix bei 10 K untersucht und den Verlauf der Reaktion IR- und UV/VIS-spektroskopisch verfolgt. Bestrahlt man **4** mehrere Stunden mit $\lambda \geq 305$ nm, so sind alle der Diazoverbindung zugeordneten IR-Banden verschwunden, und es entsteht ein einheitliches Photoproduct, dem wir durch Vergleich der experimentellen mit ab-initio-berechneten (RHF/6-31G(d,p))^[9] IR-Spektren (Abb. 1, Tabelle 2) die Struktur des Silirens **7** zuordnen. Andere Strukturen, wie das Siliren **11**, das Silaallen **12**, das Silacyclopropan **10** oder das Silasiropentan **9** können

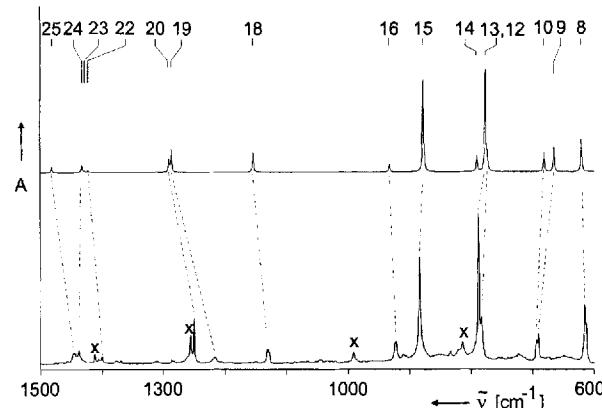


Abb. 1. IR-Spektrum von 1,1-Dimethyl-1*H*-siliren **7**, matrixisoliert in Argon bei 10 K (unten) und ab-initio-berechnet auf RHF/6-31G(d,p)-Niveau (oben). Näherungsweise Zuordnung aufgrund von Bandenlage und Bandenintensität. Zur Anpassung an das experimentelle Spektrum wurde das berechnete Spektrum mit einem Faktor von 0.9 skaliert und eine Lorentz-Bandenform mit einer Halbwertsbreite von 2 cm^{-1} simuliert. Mit X gekennzeichnete Banden werden Resten von Lösungsmittel zugeordnet.

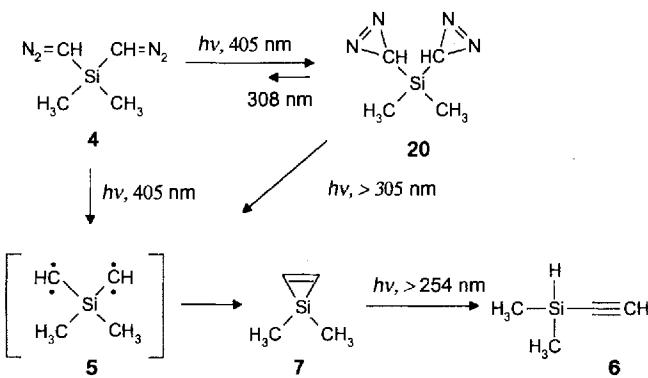
Tabelle 2. IR-spektroskopische Daten von 1,1-Dimethyl-1*H*-siliren **7**. Experimentelle Daten in Argon bei 10 K, berechnete Daten mit einer RHF/6-31G(d,p)-Basis.

Nr. [a]	$\nu [\text{cm}^{-1}]$	Argon, 10 K		Zuordnung [d]
		I [b]	ab-initio 6-31G(d,p)	
33	3023.1	9	3033.3	9 asym. =C-H str.
29	2992.5	10	2914.7	25 sym. C-H str.
26	2959.1	9	2853.2	5 asym. C-H str.
25	1447.1	10	1482.3	5 C=C str.
24	1444.2	10	1433.0	7 CH ₃ def.
23	1438.1	12	1429.4	2 CH ₃ def.
22	1400.2	7	1423.2	1 CH ₃ def.
21	–	–	1421.4	0 CH ₃ def.
20	1250.2	32	1290.8	12
19	1216.1	7	1287.0	22
	1132.0	12		asym. H-C= bend.
18	1129.8	12	1153.6	19
	1127.7	10		
17	–	–	985.7	0 asym. H-C= out-of-plane
	991.6	10		
16	922.1	17	932.8	7 sym. H-C= bend.
15	884.1	71	878.2	92
14	–	–	790.7	16
13	788.4	100	777.4	100
12	784.9	31	774.1	11
11	–	–	732.7	0
10	694.1	17	681.7	19 sym. Si-C str.
9	691.1	21	666.2	24 asym. Si-C str.
8	616.1	39	620.7	32 sym. C-H out-of-plane
	613.7	28		

[a] Schwingungsnummer nach der ab-initio-Rechnung. Die Zuordnung der experimentellen zu den berechneten Schwingungen basiert auf dem Vergleich von Bandenpositionen und relativen Intensitäten und ist – insbesondere im Bereich der C-H-Streckschwingungen – nur als vorläufig zu betrachten. [b] Relative Intensität, bezogen auf die intensivste Bande (100%). [c] Berechnete Schwingungsfrequenzen skaliert mit 0.9. [d] Schwingungszuordnung aus berechnetem Spektrum (vgl. Abb. 1).

nach Vergleich des experimentellen IR-Spektrums mit den für diese Verbindungen berechneten Spektren ausgeschlossen werden.

Bestrahlt man **4** mit blauem Licht ($\lambda = 405$ nm), so entsteht zunächst nur wenig **7**, dafür aber ein weiteres Photoproduct **20**, das bei kurzwelliger Bestrahlung ($\lambda \geq 305$ nm) ebenfalls **7** ergibt. Aus dem IR- und UV-Spektrum von **20** geht hervor, daß es sich bei dieser Verbindung um ein Diazirin handelt. Ob es sich bei **20** um das gezeigte Bisdiazirin oder um ein Monodiazirin handelt, kann aufgrund der IR- und UV/VIS-Spektren nicht eindeutig nachgewiesen werden. Die Bildung von **20** ist teilweise reversibel, und bei 308 nm-Bestrahlung (XeCl-Excimer-Laser) werden neben **7** auch kleine Mengen an **4** zurückgebildet. Dies ist in Ein-



klang mit der Photochemie anderer silylsubstituierter Diazomethane, bei der häufig ein photostationäres Gleichgewicht zwischen Diazomethanen und Diazirinen beobachtet wird^[1, 10]. Bei Bestrahlung mit kurzwelligem UV-Licht ($\lambda \geq 254$ nm) lagert sich Siliren **7** schließlich in Dimethyl(ethinyl)silan **6** um, das durch Vergleich mit einer authentisch matrixisolierten Probe charakterisiert wurde. Die Bildung von **6** belegt eindeutig, daß bei der Photolyse in einer Argonmatrix – im Gegensatz zur Photolyse in einem Ethanol-Glas – keine Wanderung der Methylgruppen zum Carbenzentrum stattfindet. Silan **6** ist auch das Hauptprodukt der Kurzzeit-Vakuum-Thermolyse (500 °C, 10⁻⁴ mbar) von **4**.

Die hier beschriebene Synthese von **7** ist ein neuer Zugang zu *1H*-Siliren, die in guten Ausbeuten anfallen. **7** ist das erste an der Doppelbindung unsubstituierte Siliren, das eindeutig nachgewiesen werden konnte. Wir untersuchen gegenwärtig, ob sich diese Synthese auch auf andere Siliren – insbesondere auch die bisher unbekannte Stammverbindung – übertragen läßt.

Experimentelles

Alle Arbeiten wurden unter Ausschluß von Feuchtigkeit unter Inertgas in Glasgeräten mit silylierten Oberflächen (durch Behandeln der Glasoberflächen mit Hexamethyldisilazan) durchgeführt. Die Photolysen wurden mit einer 500 W-Hg-Hochdrucklampe (Oriel) in Kombination mit Kanten- und Interferenzfiltern durchgeführt. Für eine Beschreibung der Matrixapparaturen siehe Lit. [11]. Ethynilsilan **6** und die Ethanoladdukte **16**, **18** und **19** wurden durch Vergleich mit authentischen Proben charakterisiert, **17** durch Massenspektroskopie der drei mit C₂H₅OH, C₂H₅OD und C₂D₅OD erhaltenen Isotopomere.

4: Zu einer Lösung von 1.0 g Diazomethan (2.15 Äquiv.) in 80 mL Et₂O und 5.0 g Ethyldicyclohexylamin (2.1 Äquiv.) wurde bei -50 °C eine Lösung von 4.0 g **13** [12, 13] (1 Äquiv.) in 50 mL wasserfreiem Pentan unter intensivem Rühren langsam zugetropft und anschließend bei -50 °C für 1 h gerührt. Das während der Reaktion ausgefallene Ammoniumsalz wurde durch schnelle Filtration mit einer Fritte von der gelben Lösung abgetrennt, die anschließend bei -45 °C im Ölumpenvakuum bis auf ca. 6 mL eingeeignet wurde. Das gelbe Konzentrat wurde durch einmalige Umkondensation im Ölumpenvakuum von einem sehr schwer flüchtigen Rückstand abgetrennt und anschließend gaschromatographisch getrennt (Shimadzu GC-8a, 3m-SE-30-Säule, 80 °C, Det./Inj.: 140 °C). **4** wurde als gelbe Flüssigkeit erhalten, die auch über mehrere Wochen in CDCl₃ bei -10 °C stabil ist. Die gaschromatisch bestimmte Ausbeute betrug 14%. ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): δ = 0.29 (s, 6 H, CH₃), 2.72 (s, 2 H, CH); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃): δ = -2.14, 19.8; IR (Ar, 10 K): ν (%) = 2082.5 (100, N=N), 2073.3 (99, N=N),

1267.5 (36), 1263.6 (34), 1262.3 (28) 840.8 (23), 837.4 (9), 832.1 (35), 828.8 (15), 822.5 (6), 810.9 (7), 794.1 (14), 727 (4), 518.2 (4), 514.1 (13), 480.9 (3); UV/VIS (EPA-Glas, 77 K): λ_{max} = 398 nm; El-MS: m/z (%): 140 (4) [M⁺], 125 (8) [M⁺ - CH₃], 112 (2) [M⁺ - N₂], 99 (5) [M⁺ - CHN₂], 84 (24) [M⁺ - 2N₂], 58 (60) [SiC₂H₄⁺], 43 (100) [SiCH₃⁺].

Durch Bestrahlen ($\lambda \geq 360$ nm) von **4** in Argon bei 10 K wurde ein Gemisch aus **20** und **7** erhalten, bei $\lambda \geq 305$ nm-Bestrahlung entstand **7** quantitativ. 254 nm-Bestrahlung führte schließlich zur Bildung von **6**.

20: IR (Ar, 10 K): 3013.3 (14), 3003.3 (16), 1642.6 (22), 1638.9 (22), 1636 (22), 1297.7 (19), 1261.6 (38), 968.3 (57), 962.3 (54), 960.4 (78), 957.4 (51), 954.1 (35), 949.2 (38), 945.2 (30), 845.2 (65), 842.3 (54), 828.3 (73), 825 (51), 797.8 (57), 795.3 (100), 718.3 (19), 705.3 (16); UV/VIS (Ar, 10 K): λ_{max} = 320 nm.

6: IR (Ar, 10 K): 3318.4 (11), 3316.1 (10), 3312.6 (9), 2159.5 (11), 2142.5 (32), 2052.9 (17), 2050.7 (10), 2048.9 (11), 1336.3 (7), 1257.9 (7), 1253.9 (31), 899.4 (55), 889.4 (69), 886.1 (100), 843.2 (50), 775.1 (35), 773.1 (38), 745.2 (12), 739.6 (26), 684 (14), 678.5 (21), 675.8 (43), 584.2 (14).

Eingegangen am 29. Oktober 1993 [Z 6469]

- [1] a) O. L. Chapman, C. C. Chang, J. Kolc, M. E. Jung, J. A. Lowe, T. J. Barton, M. L. Tume, *J. Am. Chem. Soc.* **1976**, *98*, 7844–7846; b) M. R. Chedekel, M. Skoglund, R. L. Kreger, H. Shechter, *ibid.* **1976**, *98*, 7846–7848.
- [2] A. Sekiguchi, W. Ando, *Chem. Lett.* **1986**, 2025–2026.
- [3] A. Sekiguchi, W. Ando, *Organometallics* **1987**, *6*, 1857–1860.
- [4] Für Beispiele für die elektrophile Diazalkansubstitution mit Silyltriflaten siehe: a) M. Martin, *Synth. Commun.* **1983**, *13*, 809–811; b) T. Allspach, H. Gümpel, M. Regitz, *J. Organomet. Chem.* **1985**, *290*, 33–39.
- [5] a) L. Berseck, K.-D. Kaufmann, W. Jugelt, *Z. Chem.* **1970**, *10*, 150–151; b) K.-D. Kaufmann, K. Rühlmann, *ibid.* **1968**, *8*, 262–263.
- [6] Organisches Glas (im allgemeinen bei 77 K) aus Ethanol, Isopentan und Diethylether im Verhältnis 2:5:5.
- [7] R. T. Conlin, P. P. Gaspar, *J. Am. Chem. Soc.* **1976**, *98*, 3715–3716.
- [8] D. Seyferth, D. C. Annarelli, S. C. Vick, *J. Organomet. Chem.* **1984**, *272*, 123–139.
- [9] Alle ab-initio-Rechnungen wurden mit Gaussian 92, Revision C, auf einer RISC-Workstation der Fa. Silican Graphics durchgeführt. 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 92*, Gaussian Inc., Pittsburgh, **1992**.
- [10] a) W. Sander, W. Trommer, *Chem. Ber.* **1992**, *125*, 2813–2815; b) M. Trommer, W. Sander, A. Patyk, *J. Am. Chem. Soc.* **1993**, *115*, 11775–11783.
- [11] W. Sander, *J. Org. Chem.* **1989**, *54*, 333–339.
- [12] A. R. Bassindale, T. Stout, *J. Organomet. Chem.* **1984**, *271*, C1–C3.
- [13] M. Schmeißer, P. Sartori, B. Lippsmeier, *Chem. Ber.* **1970**, *103*, 868–879.

Synthese und Kristallstruktur des ersten Tetraaminophosphonium-Salzes P(NH₂)₄I**

Wolfgang Schnick*, Stefan Horstmann und Alfred Schmidpeter

Professor Otto J. Scherer zum 60. Geburtstag gewidmet

Als charakteristische Bauelemente treten in Phosphor(v)-nitriden PN₄-Tetraeder auf. Durch Verknüpfung über gemeinsame Ecken ist mit diesen Strukturelementen eine große Zahl an Kondensationsgraden zugänglich, die an die vielfältige Strukturchemie von Silicaten und Phosphaten erinnert^[1]. Ein Endpunkt in der Reihe unterschiedlich kondensierter Phosphorni-

[*] Prof. Dr. W. Schnick, Dipl.-Chem. S. Horstmann
Laboratorium für Anorganische Chemie der Universität
D-95440 Bayreuth
Telefax: Int. + 921/55-2531

Prof. Dr. A. Schmidpeter
Institut für Anorganische Chemie der Universität München

[**] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der Chemischen Industrie gefördert. Für Unterstützung und Diskussion bei der Röntgenstrukturanalyse wird Herrn Dr. W. Milius, Universität Bayreuth, gedankt.