

Das Gerüst von **4** (Abb. 2)<sup>[5]</sup> kann man sich aufgebaut denken aus einem Fe<sub>3</sub>P-, „Butterfly“ (Winkel zwischen den Ebenen Fe1Fe2P2 und Fe3Fe2P2 = 123.9°), der von Me<sub>3</sub>SiO–P=NSiMe<sub>3</sub> in der *cis*-Form als μ<sub>3</sub>-PN-Ligand überbrückt wird (Diederwinkel OP1N1Si = 32.1°). Beide Stickstoffatome (N1 359.9°, N2 359.8°) sind trigonal-planar koordiniert, die Länge der P1–N1-Bindung liegt mit 1.597(8) Å im erwarteten Bereich (vgl. dazu<sup>[1]</sup>). Die P2–N2-Bindungslänge (1.710(6) Å) ist mit der P–N-Bindungslänge im Phosphandiylkomplex [μ-(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>NP[Cr(CO)<sub>5</sub>]<sub>2</sub>] (1.697(3) Å)<sup>[7]</sup> vergleichbar.

### Arbeitsvorschriften

**3** und **4**: 755.5 mg (1.5 mmol) **1** werden in 7 mL Toluol suspendiert und 835.7 mg (3 mmol) **2** [8] zugegeben. Das Gemisch wird 5 h bei 90°C gerührt. Nach dem Abziehen des Lösungsmittels (Ölpumpenvakuum) wird der dunkelrote, ölige Rückstand in 3 mL Acetonitril aufgenommen und 2 d im Eisschrank stehen gelassen. Der Niederschlag wird von der Mutterlauge getrennt und diese erneut gekühlt (2 d, Eisschrank). Insgesamt werden drei Fraktionen eines roten Niederschlags erhalten, die gemeinsam in 20 mL Pentan gelöst werden. Nach Filtration über Filterflocken und Einengen auf 1 mL kristallisieren bei –30°C 100 mg (8.2% bezogen auf **1**) dunkelrotes **4** als Diastereomergemisch (I:II ≈ 2:1). Durch mehrmaliges Umkristallisieren aus Ether bei –30°C erhält man reines **4** (Röntgen-Strukturanalyse). Läßt man die vereinigten Acetonitril-Filtrate drei Wochen im Eisschrank stehen, scheidet sich ein oranger Niederschlag ab, der – aus wenig Pentan bei –30°C umkristallisiert – 5 mg (0.3%) orange Kristalle **3** (ausschließlich Diastereomer I, Röntgen-Strukturanalyse) ergibt.

**5**: Nimmt man nach dem Abziehen von Toluol den öligen Rückstand der Reaktion von **1** und **2** in 6 mL Ether auf und kühlt ca. 12 h auf –75°C, fällt **5** als schwarzer Niederschlag aus. Dieser wird in 30 mL Ether gelöst. Nach Filtration über Filterflocken und Einengen auf 3 mL kristallisieren bei –75°C 193 mg (22%) **5** als 3:1-Gemisch von **5a** und **5b**. Die Ausbeute läßt sich auf 290 mg (33%) steigern, wenn man **1** und **2** im Molverhältnis 1:1 einsetzt und in Benzol 1 h auf 75°C erwärmt.

Eingegangen am 19. August,  
ergänzte Fassung am 11. September 1986 [Z 1907]

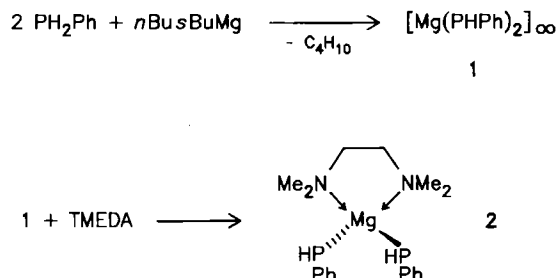
- [1] Übersicht: O. J. Scherer, *Angew. Chem.* 97 (1985) 905; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24 (1985) 924.
- [2] a) E. Niecke, R. Rüger, W. W. Schoeller, *Angew. Chem.* 93 (1981) 1110; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 20 (1981) 1034; b) E. Niecke, D. Gudat, W. W. Schoeller, P. Rademacher, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1985, 1050; c) E. Niecke, M. Engelmann, H. Zorn, B. Krebs, G. Henkel, *Angew. Chem.* 92 (1980) 738; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 19 (1980) 710.
- [3] E. W. Abel, S. A. Mucklejohn, *Phosphorus Sulfur* 9 (1981) 235, zit. Lit.
- [4] Siehe z. B. M. O. Albers, D. J. Robinson, N. J. Coville, *Coord. Chem. Rev.* 69 (1986) 127; K. Knoll, G. Huttner, L. Zsolnai, I. Jibril, M. Wasiucionek, *J. Organomet. Chem.* 294 (1985) 91; D. J. Brauer, S. Hietkamp, H. Sommer, O. Stelzer, G. Müller, C. Krüger, *J. Organomet. Chem.* 288 (1985) 35; R. Lal De, H. Vahrenkamp, *Z. Naturforsch. B41* (1986) 273.
- [5] **3**: monoklin,  $P2_1/n$ ,  $a = 12.585(2)$ ,  $b = 18.331(5)$ ,  $c = 17.111(6)$  Å,  $\beta = 108.66(3)^\circ$ ,  $Z = 4$ ,  $V = 3740.0$  Å<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{calc.}} = 1.36$  g·cm<sup>-3</sup>. 3163 von 5564 gemessenen Reflexen beobachtet ( $M_oK_{\alpha}$ ,  $F_0^2 \geq 2.0 \sigma(F_0^2)$ ,  $2\theta \leq 47^\circ$ ),  $R = 0.059$ ,  $R_w = 0.050$ . **4**: triklin,  $P\bar{1}$ ,  $a = 12.649(3)$ ,  $b = 13.120(2)$ ,  $c = 12.187(4)$  Å,  $\alpha = 108.55(2)$ ,  $\beta = 107.65(2)$ ,  $\gamma = 83.55(2)^\circ$ ,  $Z = 2$ ,  $V = 1826.8$  Å<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{calc.}} = 1.49$  g·cm<sup>-3</sup>. 2655 von 4599 gemessenen Reflexen beobachtet ( $M_oK_{\alpha}$ ,  $F_0^2 \geq 2.0 \sigma(F_0^2)$ ,  $2\theta \leq 45^\circ$ ),  $R = 0.091$ ,  $R_w = 0.080$ . Weitere Einzelheiten zu den Kristallstrukturuntersuchungen können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldsdorfen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-52124, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.
- [6] O. J. Scherer, H. Sitzmann, G. Wolmershäuser, *J. Organomet. Chem.* 309 (1986) 77; Diazadiphosphetidine: R. Keat, *Top. Curr. Chem.* 102 (1982) 82, sowie O. J. Scherer, R. Anselmann, W. S. Sheldrick, *J. Organomet. Chem.* 263 (1984) C26.
- [7] K. M. Flynn, B. D. Murray, M. M. Olmstead, P. P. Power, *J. Am. Chem. Soc.* 105 (1983) 7460; vgl. dazu [(Pr<sub>2</sub>NP)<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub>(CO)<sub>9</sub>]: R. B. King, F.-J. Wu, E. M. Holt, *Inorg. Chem.* 25 (1986) 1733.
- [8] O. J. Scherer, N. Kuhn, *Chem. Ber.* 107 (1974) 2123.

## Magnesiumphosphide – Synthese und Struktur von [Mg(PHPh)<sub>2</sub>(tmeda)]\*\*

Von Evamarie Hey, Lutz M. Engelhardt, Colin L. Raston\* und Allan H. White

Organomagnesium-Reagentien haben in der Organischen Chemie und in der Organometallchemie große Bedeutung<sup>[1]</sup>. Anorganische Magnesium-Reagentien blieben dagegen noch weitgehend unerforscht. So weiß man wenig über Magnesiumphosphide<sup>[2,3]</sup>, und ihre Anwendung als PR<sub>2</sub><sup>o</sup>-Überträger ist noch nicht untersucht worden. Wir berichten nun über Synthese und spektroskopische Eigenschaften der Magnesiumphosphide **1**<sup>[3,4]</sup> und **2**<sup>[5]</sup> sowie über die Kristallstrukturbestimmung von **2**; unseres Wissens ist dies die erste kristallographische Untersuchung eines Magnesiumphosphidkomplexes.

Mit dem relativ neuen Reagens *n*BusBuMg, dessen Möglichkeiten erst nach und nach genutzt werden<sup>[6]</sup>, ließ sich PH<sub>2</sub>Ph unter milden Bedingungen selektiv monometallisieren. Das Produkt **1** dürfte polymer sein und PHPh<sup>o</sup>-Brücken haben; durch Tetramethylethyldiamin (TMEDA) wird **1** in einen monomeren, in Kohlenwasserstoffen löslichen Bis(phosphido)-Komplex **2** umgewandelt.



Die Verbindungen **1** und **2** zeigen charakteristische ν(PH)-Absorptionen bei 2280 bzw. 2262/2250 cm<sup>-1</sup>. Im <sup>31</sup>P-NMR-Spektrum von **2** treten zwei virtuelle Triplets mit Zentren bei δ = –123.65 und –123.70 im Verhältnis ≈ 2:1 auf ((<sup>1</sup>J + <sup>3</sup>J)/2 = 198.5 Hz, beide Triplets). Sie entsprechen wahrscheinlich der Kopplung zweier Protonen im *meso*- und im *rac*-Diastereomer; diese Formen sind möglich, weil die beiden P-Atome am Mg-Atom Chiralitätszentren sind. Eine <sup>25</sup>Mg-<sup>31</sup>P-Kopplung war nicht nachweisbar. Ein <sup>25</sup>Mg-NMR-Spektrum<sup>[7]</sup> konnte ebenfalls nicht erhalten werden, vermutlich wegen der unsymmetrischen Umgebung des <sup>25</sup>Mg-Quadrupolkerns.

Die Röntgen-Strukturanalyse von **2** (Abb. 1)<sup>[8]</sup> wurde an einem Kristall durchgeführt, der aus der Mischung der nicht trennbaren Isomere ausgelesen worden war; es handelte sich um einen Kristall des *rac*-Isomers. Die Magnesiumzentren haben verzerrt-tetraedrische Umgebung; P1–Mg–P2 (122.5(1)°) ist viel größer als N1–Mg–N2 (79.9(3)°). Die Mg–P-Abstände sind nahezu gleich (2.592(5) und 2.587(5) Å) und ähneln denen in MgP<sub>4</sub> (2.608–2.862 Å)<sup>[9]</sup>; dies gilt auch für die P–C-Abstände. Die Mg–P–C-Winkel (122.6(4) und 98.4(5)°) unterscheiden sich allerdings erheb-

\*] Dr. C. L. Raston, Dr. E. Hey, Dr. L. M. Engelhardt, Dr. A. H. White  
Department of Physical and Inorganic Chemistry  
University of Western Australia  
Nedlands, AUS-6009 (Australien)

\*\*] Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Australian Research Grants Scheme gefördert. Wir danken dem Verband der Chemischen Industrie für ein Habilitationsstipendium für E. H.

lich. Die Positionen der Wasserstoffatome an den Phosphorzentren legen, wenn auch die Verfeinerung nicht sehr weitgehend ist, pyramidale Anordnungen nahe. Bei einzähligen Amidoliganden an Magnesium sind die Stickstoffzentren trigonal koordiniert<sup>[6]</sup>.

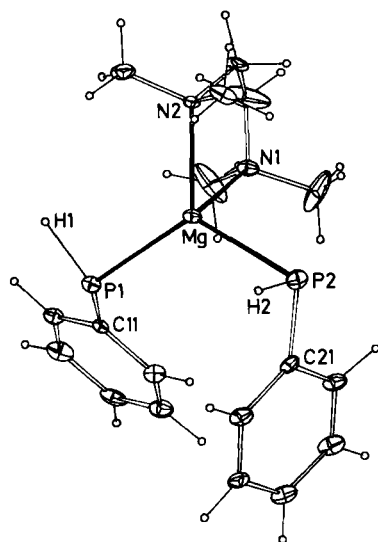
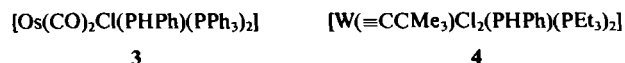
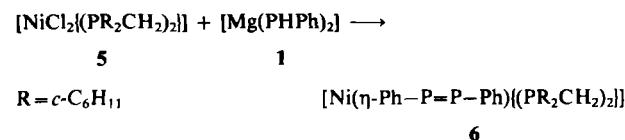


Abb. 1. Struktur von 2 im Kristall; thermische Ellipsoide mit 20% Wahrscheinlichkeit. H-Atome mit willkürlichen Radien von 0.1 Å; H1 und H2 wurden durch Differenz-Fourier-Methoden lokalisiert, aber nicht verfeinert. Ausgewählte Bindungslängen [Å] und -winkel [°]: Mg-P1, Mg-P2 2.592(5), 2.587(5); Mg-N1, Mg-N2 2.306(8), 2.226(8); P1-C11 1.822(8), P2-C21 1.821(10); P1-Mg-P2 122.5(1), P1-Mg-N1, P1-Mg-N2 100.9(3), 126.0(3), P2-Mg-N1, P2-Mg-N2 100.1(3), 110.1(3), N1-Mg-N2 79.9(3), Mg-P1-C11 122.6(4), Mg-P2-C21 98.4(5).

Röntgen-Strukturanalysen von Phenylphosphidokomplexen liegen außer von 2 nur von 3<sup>[10]</sup> und von 4<sup>[11]</sup> vor. Daraus und aus anderen Untersuchungen<sup>[12]</sup> geht hervor, daß Eigenschaften und Reaktivität der PPhP<sup>-</sup>-Gruppe weitgehend vom Metall und von den Coliganden abhängen.



Wir versuchen derzeit, das Synthesepotential der Magnesiumphosphide auszuloten. Interessanterweise setzt sich der Nickelkomplex 5 mit 1 zum bekannten Diphosphidenkomplex 6<sup>[13]</sup> und nicht zum erwarteten Phosphidokomplex um<sup>[14]</sup>.



Eingegangen am 28. Juli,  
veränderte Fassung am 3. November 1986 [Z 1879]

[1] W. E. Lindsell in G. Wilkinson, F. G. A. Stone, E. W. Abel (Hrsg.): *Comprehensive Organometallic Chemistry*, Vol. 1, Pergamon Press, Oxford 1982, S. 155; M. S. Vharasch, O. Reinmuth: *Grignard Reactions of Non-metallic Substances*, Constable, London 1954.

[2] A. Job, G. Dussolier, C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 184 (1927) 1454; Chem. Abstr. 21 (1927) 3049; F. G. Mann, I. T. Millar, J. Chem. Soc.

1952, 3039; K. Issleib, C. Rock Stuoh, I. Duchek, E. Fluck, Z. Anorg. Allg. Chem. 360 (1968) 77.

[3] K. Issleib, H. J. Deylig, Chem. Ber. 97 (1964) 946.

[4] Arbeitsvorschrift für 1 (unter Luft- und Wasserausschluß): Zu 3.03 g (27.5 mmol)  $\text{PH}_2\text{Ph}$  in 30 mL Pentan werden 88 mL (61.6 mmol) einer 0.7 M Lösung von  $n\text{BuBuMg}$  in Heptan gegeben. In exothermer Reaktion entsteht ein weißer Niederschlag. Nach der Zugabe wird noch 2 h bei 25°C gerührt. Das Produkt (6.34 g, 95% Ausbeute) wird abfiltriert, mit Pentan gewaschen und im Vakuum getrocknet. 1 ist pyrophor, unlöslich in Pentan, Hexan und Toluol, löslich in Donor-Solventien. IR:  $\nu(\text{P-H}) = 2280$  (w),  $\nu(\text{Mg-P}) = 510\text{--}300\text{ cm}^{-1}$  (br., strukturiert).

[5] Arbeitsvorschrift für 2: 2.03 g (8.37 mmol) 1 werden in 4 mL TMEDA gelöst. Die resultierende schwachgelbe Lösung wird 1 h bei 25°C gerührt. Das nach Abziehen des Solvens verbleibende Produkt (2.33 g, 78% Ausbeute) wird aus Toluol/Pentan umkristallisiert; weiße Kristalle,  $\text{Fp} = 115\text{--}120^\circ\text{C}$  (Zers.).  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{C}_6\text{D}_6$ , 25°C, TMS):  $\delta = 7.66\text{--}6.97$  (m, Ph), 5.05, 2.57 (d,  $J(^1\text{H}\text{--}^{31}\text{P}) = 198.6$  Hz, P-H), 1.94 (s,  $\text{CH}_3$ ), 1.86 (s,  $\text{CH}_2$ ).  $^{31}\text{P-NMR}$  ( $\text{C}_6\text{D}_6$ , 25°C, 85%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ):  $\delta(^1\text{H}\text{-entkoppelt}) = -123.64$  (s),  $\delta(^1\text{H}\text{-gekoppelt}) = -123.65$  (t),  $-123.70$  (t,  $J(^{31}\text{P}\text{--}^1\text{H}) = 198.5$  Hz). IR:  $\nu(\text{P-H}) = 2262$  (m), 2250 (m)  $\text{cm}^{-1}$ .

[6] J. J. Eisch, R. Sanchez, J. Organomet. Chem. 296 (1985) C27; A. W. Duff, P. B. Hitchcock, M. F. Lappert, R. G. Taylor, *ibid.* 293 (1985) 271; M. Henderson, R. I. Papasergio, C. L. Raston, A. H. White, M. F. Lappert, J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1986, 672.

[7] R. Bunn, H. Lehmkühl, K. Mehler, A. Ruffiniska, Angew. Chem. 96 (1984) 521; Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 23 (1984) 534.

[8] 2 ist triklin,  $P\bar{1}$  ( $C_2^1$ , Nr. 2),  $a = 11.916(6)$ ,  $b = 11.612(7)$ ,  $c = 9.080(6)$  Å,  $\alpha = 68.42(4)^\circ$ ,  $\beta = 85.11(5)^\circ$ ,  $\gamma = 62.39(4)^\circ$ ,  $V = 1030(1)$  Å<sup>3</sup>,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{ver.}} = 1.16\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,  $F(000) = 384$ , monochromatische  $\text{MoK}\alpha$ -Strahlung,  $\lambda = 0.71069$  Å,  $\mu_{\text{Mo}} = 2.5\text{ cm}^{-1}$ , Probengröße  $\approx 0.2$  mm (Kapillare); Syntex- $P\bar{1}$ -Diffraktometer,  $\approx 20^\circ\text{C}$ ,  $2\theta_{\text{max}} = 45^\circ$ , 2024 Reflexe, davon 1276 mit  $I > 2\sigma(I)$ , direkte Methoden, Vollmatrix-Verfeinerung,  $R, R' = 0.076, 0.057$  (statistisch gewichtet). Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-52260, der Autoren und des Zeitschriftentitels angefordert werden.

[9] H. G. von Schnering, G. Menge, Z. Anorg. Allg. Chem. 422 (1976) 219.

[10] D. S. Bohle, T. C. Jones, C. E. T. Richard, W. R. Roper, J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1984, 865.

[11] S. M. Rocklage, R. R. Schrock, M. R. Churchill, H. J. Wasserman, Organometallics 1 (1982) 1332.

[12] D. S. Bohle, W. R. Roper, J. Organomet. Chem. 273 (1984) C7.

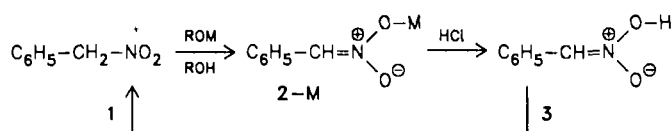
[13] H. Schäfer, D. Binder, D. Fenske, Angew. Chem. 97 (1985) 523; Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 24 (1985) 522.

[14] Arbeitsvorschrift für 6: 0.23 g (0.42 mmol) 5 werden mit 0.10 g (0.41 mmol) 1 in 20 mL Tetrahydrofuran bei ca. 20°C umgesetzt. Abkühlen der Mischung auf ca.  $-30^\circ\text{C}$  ergibt grüne Kristalle von 6 [13] (0.15 g, Ausbeute 53%), die mit Hexan gewaschen und im Vakuum getrocknet werden.

## Kristallstruktur von $[\alpha\text{-Nitrobenzyl}^-\text{lithium}\cdot\text{Ethanol}]_n$ ; eine Lithiumnitronat-Ethanol-Wechselwirkung\*\*

Von Gerhard Klebe, Karl Heinz Böhn, Michael Marsch und Gernot Boche\*

Vor zweiundneunzig Jahren beschrieb Holleman<sup>[1a]</sup> die Umwandlung von Phenylnitromethan 1 in das Natriumsalz („Nitronat“) 2-Na. Wenig später fanden Hantzsch et al.<sup>[1b]</sup>, daß die Protonierung von 2-Na zu einem Isomer von 1, der Phenylmethannitronsäure 3, führt, die in Lösung langsam in 1 übergeht (siehe auch [1c]).



\* Prof. Dr. G. Boche, M. Marsch  
Fachbereich Chemie der Universität  
Hans-Meerwein-Straße, D-3550 Marburg  
Dr. G. Klebe, K. H. Böhn  
BASF AG, D-6700 Ludwigshafen

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