

Übergangsmetall-substituierte Diphosphene XXXVI. [☆] Cyclopropanierung der P=P-Bindung in den [3 + 2]-Cycloaddukten aus Metallodiphosphenen und Hexafluoraceton, ($\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5$)(CO) $\overline{\text{M-P(=PMes}^*)\text{OC(CF}_3)_2\text{C(O)}}$ (M = Fe; R₅ = Me₄Et) (M = Ru; R₅ = Me₅)

Lothar Weber ^{*}, Hanns Misiak

Fakultät für Chemie der Universität Bielefeld, Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld, Deutschland

Eingegangen den 14. November 1994; in revidierter Form den 5. Januar 1995

Abstract

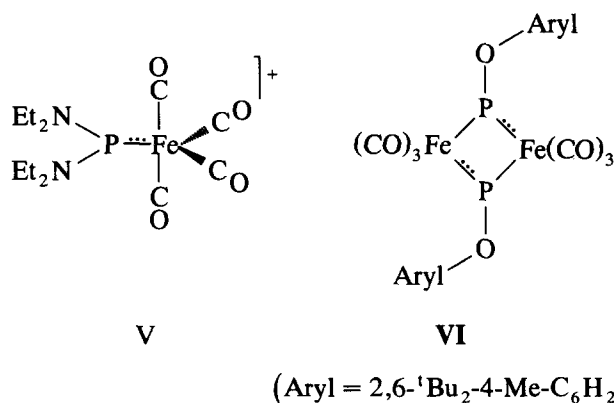
The [3 + 2] cycloadducts ($\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5$)(CO) $\overline{\text{M-P(=PMes}^*)\text{OC(CF}_3)_2\text{C(O)}}$ (M = Fe, R₅ = Me₄Et (**IIIb**)) (M = Ru; R₅ = Me₅ (**IVa**)) and diazomethane undergo a [2 + 1]-cycloaddition at the P=P bond to afford the spiro compounds ($\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5$)(CO)M- $\overline{\text{P-CH}_2\text{-P(=Mes}^*)\text{OC(CF}_3)_2\text{C=O}}$ (**VII** and **VIII**).

Keywords: Metallodiphosphene; Hexafluoroacetone adducts; Diazomethane

1. Einleitung

Wir berichteten kürzlich über Cycloadditionen von Metallodiphosphenen ($\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5$)(CO)₂M-P=P-Mes^{*} (M = Fe (**I**) oder Ru (**II**); Mes^{*} = 2,4,6-^tBu₃C₆H₂) [2] mit wasserfreiem Hexafluoraceton [3], wobei zunächst die Metalloheterocyclen ($\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5$)(CO)M-P(=PMes^{*})OC(CF₃)₂-C=O (M = Fe (**III**) oder Ru (**IV**)) entstehen. Mittels Röntgenstrukturanalyse wurde für **IIIa** (R = Me) ein sehr kurzer Fe-P-Abstand (2.084(4) Å) gemessen, der gut mit den entsprechenden Fe-P-Bindungslängen im Metallophosphenium-Ion **V** (Durchschnitt, 2.10(5) Å) [4] oder im 1,3-Diferra-2,4-diphosphacyclobutadien **VI** (2.112(1) und 2.202(1) Å) [5]

vergleichbar ist und auf FeP-Mehrfachbindungsanteile hinweist:



Da Cyclopropanierungsprozesse sowohl an den M=P-Doppelbindungen in Phospheniumkomplexen [6–8] als auch an den P=P-Bindungen von Diphosphenen [9–12] bekannt sind, haben wir uns gefragt, welche der in **IIIb** (C₅R₅ = C₅Me₄Et) und **IVa** (R = Me) vor-

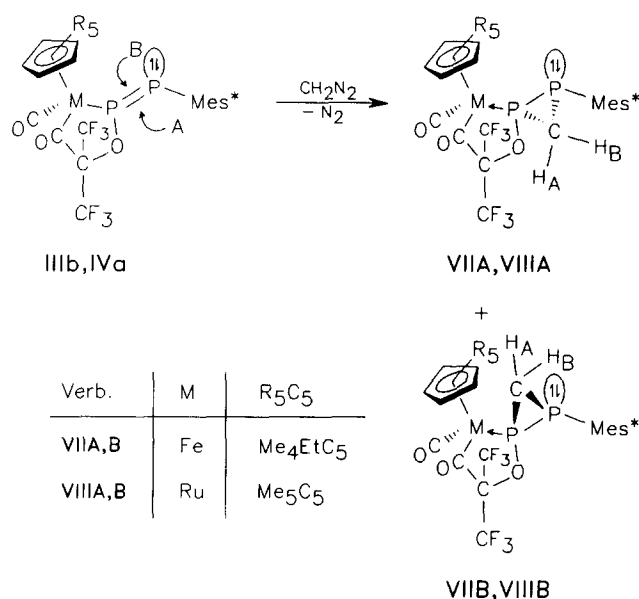
[☆] XXXV. Mitteilung, siehe [1].

^{*} Corresponding author.

liegenden Mehrfachbindungen von Diazoalkanen angegriffen wird.

2. Präparative Ergebnisse und Spektren

Die Metallaheterocyclen **IIIb** und **IVa** reagieren mit überschüssigem Diazomethan in Ether zu den gelben Spiroverbindungen **VII** und **VIII** in 60 bzw. 65% Ausbeute. Laut ^1H -, ^{31}P - und ^{19}F -NMR-Spektren liegen beide Produkte als Isomerengemische im Verhältnis **VIIA**: **VIIB** bzw. **VIIIA**: **VIIIB** = 3:1 vor. Konstitution und Konfiguration der Produkte **VII** und **VIII** wurden aus Elementaranalysen und spektroskopischen Daten hergeleitet:



Die protonengekoppelten ^{31}P -NMR-Spektren von **VII** und **VIII** zeigen jeweils zwei Signalgruppen im Verhältnis 3:1. Im Vergleich zu den Edukten **IIIb** ($\delta(\text{P-Fe}) = 483.6$ (d) ppm; $\delta(\text{P-Mes}^*) = 181.8$ (d, $^1J_{\text{PP}} = 634.0$ Hz) ppm) und **IVa** ($\delta(\text{P-Ru}) = 451.7$ (d) ppm; $\delta(\text{P-Mes}^*) = 167.0$ (d, $^1J_{\text{PP}} = 638.6$ Hz) ppm) sind die Resonanzen in den Produkten kräftig zu hohem Feld verschoben, wobei die PP-Kopplungen um 364–386 Hz abnehmen. Dieser Befund ist nur mit einer Diphosphiran-Struktur vereinbar [11]. Dem Hauptprodukt **VIIA** wird für das metallierte Phosphoratom ein Dublett bei $\delta 145.0$ ($^1J_{\text{PP}} = 248.0$ Hz) ppm zugeordnet. Das entsprechende Signal für das arylierte Phosphoratom ($\delta = -162.2$ ppm) ist durch eine zusätzliche PH-Kopplung von 24.9 Hz zu einem Doppeldublett aufgespalten. Das Nebenprodukt **VIIB** absorbiert bei $\delta = 131.8$ (d, $^1J_{\text{PP}} = 270.0$ Hz, P-Fe) ppm und $\delta = -151.0$ (dd, $^1J_{\text{PP}} = 270.0$ Hz, $^2J_{\text{PH}} = 29.8$ Hz P-Mes *) ppm. Vergleichbares gilt für die ^{31}P -NMR-Resonanzen von **VIIIA** ($\delta(\text{P-Ru}) = 117.9$ (d, $^1J_{\text{PP}} = 259.5$ Hz) ppm;

$\delta(\text{P-Mes}^*) = -157.9$ (dd, $^1J_{\text{PP}} = 259.5$ Hz, $^2J_{\text{PP}} = 27.1$ Hz) ppm).

In den $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR-Spektren der Produkte **VIIA** und **VIIIA** (die Signale für die Nebenprodukte **VIIB** und **VIIIB** konnten nicht zweifelsfrei lokalisiert werden) sind die Resonanzen der terminalen CO-Liganden relativ zu jenen in **IIIb** ($\delta = 213.5$ (dd, $^2J_{\text{PC}} = 22.0$ Hz, $^3J_{\text{PC}} = 5.0$ Hz) ppm) und **IVa** ($\delta = 200.7$, (d, $^2J_{\text{PC}} = 21.3$ Hz) ppm) um 3.8 bzw. 3.0 ppm zu tiefem Feld verschoben, was auf ein größeres σ -Donor- π -Akzeptorverhältnis des Organophosphorliganden in **VII** und **VIII** hindeutet. Demgegenüber erfahren die Resonanzen der acylischen CO-Gruppen beim Übergang von **IIIb** ($\delta = 236.4$ (d, $^2J_{\text{PC}} = 14.0$ Hz) ppm) nach **VII** bzw. von **IVa** ($\delta = 242.3$ (d, $^2J_{\text{PC}} = 10.2$ Hz) ppm) nach **VIII** keine nennenswerte Lageverschiebung. Ähnliches gilt für die Kopplungen $^2J_{\text{PC}}$ zu den CO-Liganden in allen vier Verbindungen. Das C-Atom des Dreirings wird als Pseudotriplett bei $\delta = 20.3$ ($^1J_{\text{PC}} = 19.6$ Hz) ppm (**VII**) bzw. bei $\delta = 19.2$ ($^1J_{\text{PC}} = 18.5$ Hz) ppm (**VIII**) beobachtet. Hier bietet sich der Vergleich mit $(\eta^5\text{-C}_5\text{Me}_5)(\text{CO})_2\text{Fe-P-CH}_2\text{-P-Mes}^*$ an, wo dem Ringkohlenstoffatom ein Doppeldublett bei $\delta = 23.03$ ($^1J_{\text{PC}} = 48.6, 59.8$ Hz) ppm zugeordnet wurde [11]. Die Kohlenstoffatome der CF_3 -Gruppen konnten nicht lokalisiert werden.

Für die Fluoratome der chemisch und magnetisch verschiedenen CF_3 -Gruppen in **VIIA**, **VIIB**, **VIIIA** und **VIIIB** werden Quartetts im Bereich von $\delta = -69.6$ bis -71.4 ($^4J_{\text{FF}} = 7.2\text{--}7.5$ Hz) ppm gemessen. Auch hier wird das Isomerenverhältnis **A**: **B** von 3:1 bestätigt.

Für die Methylenprotonen im Diphosphiran-Fragment werden in den ^1H -NMR-Spektren von **VIIA**, **VIIB**, und **VIIIA**, **B** Multipletts im Bereich von $\delta = 1.69\text{--}2.12$ ppm beobachtet, die aufgrund von Signalüberlagerungen und vielfältigen Kopplungen bisher nicht näher analysiert werden konnten. Im ^1H -NMR-Spektrum von **VIIIA** kann das Signal für H_A , welches zum freien Elektronenpaar am arylierten Phosphor hin orientiert ist, unter Vorbehalt als Dublett von Dublett von Multipletts beschrieben werden ($\delta = 1.92$ ($^2J_{\text{PH}} = 28$ Hz, $^2J_{\text{HH}} = 13$ Hz) ppm). Die $^2J_{\text{PH}}$ -Kopplung findet sich im ^{31}P -NMR-Signal des arylierten Phosphoratoms wieder.

Im $\nu(\text{CO})$ -Bereich der IR-Spektren von **VII** und **VIII** wird jeweils eine intensive Bande bei $\nu = 1957$ bzw. 1965 cm^{-1} gemessen, die relativ zu den CO-Valenzschwingungen in **IIIb** und **IVa** ($\nu = 1958$ bzw. 1983 cm^{-1}) zu längeren Wellen verschoben ist und die im Vergleich zu den Edukten angewachsene Donorkapazität des Organophosphorliganden unterstreicht. Auch die Banden für die Valenzschwingungen der acylischen Carbonylgruppen erfahren langwellige Verschiebungen von $\nu = 1656\text{ cm}^{-1}$ in **IIIb** auf 1636 cm^{-1} in **VII** bzw. von $\nu = 1666\text{ cm}^{-1}$ in **IVa** auf 1647 cm^{-1} in **VIII**.

In den Komplexen **VII** und **VIII** fungiert ein $[1'\text{-Oxa-2,2'-bis(trifluormethyl)propionyl}]$ diphosphiran als

$\eta^2(\text{P,C})$ -Ligand gegenüber einem $(\eta^5\text{-C}_5\text{R}_5)(\text{CO})\text{M}$ -Fragment. Ein solches Ligandensystem ist unseres Wissens bisher noch nicht beschrieben worden. Das Entstehen zweier diastereomerer Cyclopropanierungsprodukte läßt sich wie folgt plausibel machen. Die chiralen Edukte **IIIb** und **IVa** liegen aufgrund des asymmetrisch substituierten Metallatoms als Racemat vor. Die Methylengruppe kann die $\text{P}=\text{P}$ -Bindung zum einen von der sterisch weniger abgeschirmten Seite des terminalen CO -Liganden (**A**) oder alternativ von der dem η^5 -Ring benachbarten Seite (**B**) angreifen. Da die bisher bekannten Cyclopropanierungen unter Retention an der $\text{P}=\text{P}$ -Bindung verlaufen sind [11], postulieren wir für die Produkte **VII** und **VIII** ebenfalls die *trans*-Orientierung von Metallzentrum und Arylrest. Bei der Cycloaddition wurden an den P-Atomen, abhängig voneinander, zwei neue stereogene Zentren geschaffen. In den Isomeren **A** haben diese die *S,S*-Konfiguration, während sie in **B** *R,R*-konfiguriert sind. Die Isomeren **VIIA** und **VIIIA** sind jeweils *R,S,S*- und *S,R,R*-Enantiomerenpaare. Die Verbindungen **VIIb** und **VIIIb** sind demzufolge die *R,R,R*- und *S,S,S*-Stereoisomeren.

3. Experimenteller Teil

Alle Experimente wurden unter N_2 -Schutzgas in absolut wasserfreien Solventien durchgeführt. Die NMR-Spektren wurden in C_6D_6 bei 22°C mit einem Bruker-AM-300-Spektrometer registriert (Standards: tetramethylsilane (^1H , ^{13}C), CFCl_3 (^{19}F) und 85% H_3PO_4 (^{31}P)).

3.1. Darstellung von VII

Eine Lösung von 0.14 g (0.19 mmol) **IIIb** [3] in 5 ml Ether wird bei $+5^\circ\text{C}$ mit 0.4 ml einer frisch hergestellten etherischen 1 M Diazomethanlösung (0.4 mmol) versetzt. Nach 12 stündigem Rühren bei $+5^\circ\text{C}$ wird im Vakuum zur Trockene eingengt. Der Rückstand wird in ca 10 ml *n*-Pentan aufgenommen und filtriert. Das Filtrat wird auf 3 ml eingengt und eine Woche bei -30°C gelagert. Hierbei fallen 0.09 g (60%) des Isomergemisches von **VII** als hellgelber Feststoff aus.

Anal. Gef.: C, 56.16; H, 6.80. $\text{C}_{35}\text{H}_{48}\text{F}_6\text{FeO}_3\text{P}_2$ (748.55) ber.: C, 56.16; H, 6.46%.

IR (KBr): ν 1957 vs ($\nu(\text{CO}_{\text{term}})$), 1636 s, br ($\nu(\text{CO}_{\text{acyl}})$), 1278 m, 1265 m, 1207 s, 1199 s, 1117 m, 956 m, 823 m, 807 m, 695 m, 645 m, 545 cm^{-1} .

Massenspektroskopie (MS)/CI: m/e 749 (M^+), 721 ($\text{M}^+ - \text{CO}$), 583 ($\text{M}^+ - \text{HFA}$).

Isomer A: $^1\text{H-NMR}$ (C_6D_6): δ 0.70 (t, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Hz, 3H, CH_2CH_3), 1.29 (s, 9H, *p*-tBu), 1.41 (s, 3H, C_5Me), 1.44 (s, 3H, C_5Me), 1.47 (s, 3H, C_5Me), 1.51 (s, 3H, C_5Me), 1.61 (s, 9H, *o*-tBu), 1.75 (s, 9H, *o*-tBu), 1.96 (q, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Hz, 2H, CH_2CH_3), 1.98 (m, 1H,

$\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 2.12 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 7.30 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl), 7.43 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl) ppm.

$^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ 9.2 (s, $\text{C}_5(\text{CH}_3)_5$), 14.2 (s, CH_2CH_3), 18.2 (s, CH_2CH_3), 20.3 ("t", $^1J_{\text{PC}} = 19.6$ Hz, P_2C), 31.1 (s, *p*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 33.9 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 34.6 (s, *p*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 38.8 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 39.4 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 95.2 s und 95.8 (s, C(3),(4) (Cp)), 96.6 s und 96.8 (s, C(2),(5) (Cp)), 100.4 (s, C(1) (Cp)), 121.1 (s, *p*-C-Aryl), 149.9 (s, *o*-C-Aryl), 155.9 (s, *o*-C-Aryl), 158.4 (m, *i*-C-Aryl), 217.3 (d, $^2J_{\text{PC}} = 20$ Hz, $\text{FeCO}_{\text{term}}$), 237.0 (s, $\text{FeCO}_{\text{acyl}}$) ppm.

^{31}P -NMR (C_6D_6): δ 145.0 (d, $^1J_{\text{PP}} = 248.0$ Hz, 1P, PFe), -162.2 (dd, $^1J_{\text{PP}} = 248.0$, $^2J_{\text{HP}} = 24.9$ Hz, 1P, P-Mes^+) ppm.

$^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ -69.7 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.3$ Hz, 3F, CF_3), -71.4 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.3$ Hz, 3F, CF_3) ppm.

Isomer B: $^1\text{H-NMR}$ (C_6D_6): δ 0.80 (t, $^3J_{\text{HH}} = 7.8$ Hz, 3H, CH_2CH_3), 1.27 (s, 9H, *p*-tBu), 1.41 (s, 3H, C_5Me), 1.44 (s, 3H, C_5Me), 1.46 (s, 3H, C_5Me), 1.49 (s, 9H, *o*-tBu), 1.51 (s, 3H, C_5Me), 1.70 (s, 9H, *o*-tBu), 1.98 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 2.02 (q, $^3J_{\text{HH}} = 7.8$ Hz, 2H, CH_2CH_3), 2.12 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 7.22 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl), 7.40 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl) ppm.

^{31}P -NMR (C_6D_6): δ 131.8 (d, $^1J_{\text{PP}} = 270.0$ Hz, 1P, PFe), -151.0 (dd, $^1J_{\text{PP}} = 270.0$, $^2J_{\text{HP}} = 29.8$ Hz, 1P, P-Mes^+) ppm.

$^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ -69.6 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.5$ Hz, 3F, CF_3), -71.3 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.5$ Hz, 3F, CF_3) ppm.

3.2. Darstellung von VIII

Analog zur Darstellung von **VII** tropft man zur etherischen Lösung von 0.12 g (0.16 mmol) **IVa** [3] 0.5 ml einer frisch bereiteten etherischen 1 M Diazomethanlösung (0.5 mmol), wobei 0.08 g (65%) des Isomergemisches von **VIII** als hellgelbes Pulver erhalten werden.

Anal. Gef.: C, 52.05; H, 5.91. $\text{C}_{34}\text{H}_{46}\text{F}_6\text{O}_3\text{P}_2\text{Ru}$ (779.72) ber.: C, 52.37; H, 5.95%.

IR (KBr): ν 1965 vs ($\nu(\text{CO}_{\text{term}})$), 1647 s, br ($\nu(\text{CO}_{\text{acyl}})$), 1280 m, 1265 m, 1208 s, 1200 s, 1117 m, 957 m, 825 m, 811 m, 699 m, 506 cm^{-1} .

MS/CI: m/e 779 [$\text{M}^+(\text{^{102}Ru})$], 723 ($\text{M}^+ - 2\text{CO}$), 666 ($\text{M}^+ - 2\text{CO} - \text{tBu}$).

Isomer A: $^1\text{H-NMR}$ (C_6D_6): δ 1.29 (s, 9H, *p*-tBu), 1.53 (s, 15H, C_5Me_5), 1.60 (s, 9H, *o*-tBu), 1.75 (s, 9H, *o*-tBu), 1.92 (ddm, $^2J_{\text{PH}} = 28$ Hz, $^2J_{\text{HH}} = 13$ Hz, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 2.09 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 7.31 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl), 7.43 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl) ppm.

$^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ 9.6 [s, $\text{C}_5(\text{CH}_3)_5$], 19.2 ("t", $^1J_{\text{PC}} = 18.5$ Hz, P_2C), 31.1 (s, *p*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 33.8 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 34.7 (s, *p*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 38.6 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 39.4 (s, *o*- $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 100.0 (s, $\text{C}_5(\text{CH}_3)_5$), 121.2 (s, *p*-C-Aryl), 125.8 (s, *m*-C-Aryl), 150.8 (s, *o*-C-Aryl), 155.8 (m, *o*-C-Aryl), 158.5 (m, *i*-C-Aryl), 203.7 (d, $^2J_{\text{PC}} = 23.3$ Hz, $\text{RuCO}_{\text{term}}$), 243.7 (d, $^2J_{\text{PC}} = 11.2$ Hz, $\text{RuCO}_{\text{acyl}}$) ppm.

^{31}P -NMR (C_6D_6): δ 117.9 (d, $^1J_{\text{PP}} = 259.5$ Hz, 1P, PRu), -157.9 (dd, $^1J_{\text{PP}} = 259.5$ Hz, $^2J_{\text{HP}} = 27.6$ Hz, 1P, P-Mes*) ppm.

$^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ -69.6 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.2$ Hz, 3F, CF_3), -71.3 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.2$ Hz, 3F, CF_3) ppm.

Isomer B: ^1H -NMR (C_6D_6): δ 1.28 (s, 9H, *p*-tBu), 1.52 (s, 15H, C_5Me_5), 1.68 (s, 9H, *o*-tBu), 1.72 (s, 9H, *o*-tBu), 1.92 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 2.09 (m, 1H, $\text{CH}_\text{A}\text{H}_\text{B}$), 7.30 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl), 7.39 (s, br, 1H, *m*-H-Aryl) ppm.

^{31}P -NMR (C_6D_6): δ 111.2 (d, $^1J_{\text{PP}} = 273.0$ Hz, 1P, PRu), -155.5 (dd, $^1J_{\text{PP}} = 273.0$ Hz, $^2J_{\text{HP}} = 27.1$ Hz, 1P, P-Mes*) ppm.

$^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ -NMR (C_6D_6): δ -69.2 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.3$ Hz, 3F, CF_3), -71.2 (q, $^4J_{\text{FF}} = 7.3$ Hz, 3F, CF_3) ppm.

Dank

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn, dem Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt am Main, der Degussa AG, Hanau, sowie der BASF AG, Ludwigshafen für die großzügige Unterstützung dieser Arbeit.

Literatur

- [1] L. Weber, S. Buchwald, D. Lentz, O. Stamm, D. Preugschat und R. Marschall, *Organometallics*, 13 (1994) 4406.
- [2] L. Weber, *Chem. Rev.*, 92 (1992) 1839.
- [3] L. Weber, H. Misiak, S. Buchwald, H.-G. Stammer und B. Neumann, *Organometallics*, 13 (1994) 2194.
- [4] A.H. Cowley, R.A. Kemp, E.A.V. Ebsworth, D.W.H. Rankin und M.D. Walkinshaw, *J. Organomet. Chem.*, 265 (1984) C19.
- [5] R.A. Bartlett, H.V.R. Dias, K.M. Flynn, M.M. Olmstead und P.P. Power, *J. Am. Chem. Soc.*, 109 (1987) 5699.
- [6] W. Malisch, K. Jörg, U. Hofmockel, M. Schmeuser, R. Schemm und W.S. Sheldrick, *Phosphorus Sulfur*, 30 (1987) 205.
- [7] H. Lang und M. Leise, *J. Organomet. Chem.*, 456 (1993) C4.
- [8] L. Weber, T. Matzke und R. Boese, *Chem. Ber.*, 123 (1990) 739.
- [9] E. Niecke, R. Rüger, M. Lysek und W.W. Schoeller, *Phosphorus Sulfur*, 18 (1983) 35.
- [10] (a) J. Bellan, G. Etemad-Moghadam, G. Payard und M. Koenig, *Tetrahedron Lett.*, 27 (1986) 1145; (b) G. Etemad-Moghadam, J. Bellan, C. Tachon und M. Koenig, *Tetrahedron*, 43 (1987) 1793.
- [11] L. Weber, E. Lücke und R. Boese, *Organometallics*, 7 (1988) 978.
- [12] M. Gouygou, C. Tachon, R. El Quatib, O. Ramarijaona, G. Etemad-Moghadam und M. Koenig, *Tetrahedron Lett.*, 30 (1989) 177.