

Abb. 2. Anteil von Ni⁰ am Gesamtnickelgehalt als Funktion des Kupfergehalts.

mit, daß der Anteil an Cu⁰ mit dem Gesamtkupfergehalt wächst, ist im AES-Spektrum von Cu25-Ni75/γ-Al₂O₃ kein Cu⁰ zu erkennen.

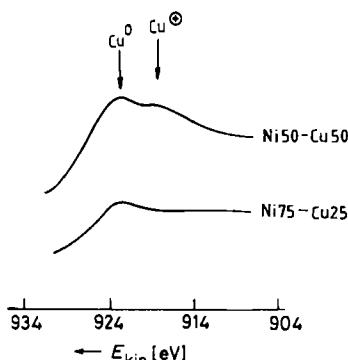


Abb. 3. Cu(L₃M_{4,5}M_{4,5})-Auger-Elektronenspektren der reduzierten Ni-Cu/γ-Al₂O₃-Katalysatoren; E_{kin} = kinetische Energie der Elektronen.

Mit diesen Studien wurde nicht nur nachgewiesen, daß reduzierte Ni-Cu/γ-Al₂O₃-Katalysatoren die Spezies Ni⁰, Ni²⁺, Cu⁰ und Cu⁺ enthalten, sondern auch, daß der Anteil an Ni⁰ mit dem Kupfergehalt, der an Cu⁰ mit dem Nickelgehalt wächst. Weitere Informationen sollen aus EXAFS(Extended X-ray Absorption Fine Structure)-Untersuchungen erhalten werden.

Eingegangen am 24. März,
ergänzte Fassung am 3. Juni 1986 [Z 1710]

CAS-Registry-Nummern:
Ni: 7440-02-0 / Cu: 7440-50-8.

- [1] G. Ertl, R. Hierl, H. Knözinger, N. Thiele, H. P. Urbach, *Appl. Surf. Sci.* 5 (1980) 49.
- [2] R. Hierl, H. Knözinger, H. P. Urbach, *J. Catal.* 69 (1981) 475.
- [3] M. Lo Jacono, M. Schiavello, A. Cimino, *J. Phys. Chem.* 75 (1971) 1044.
- [4] R. M. Friedman, J. J. Freeman, F. W. Lytle, *J. Catal.* 55 (1978) 10.
- [5] M. Lo Jacono, M. Schiavello in B. Delmon, P. A. Jacobs, G. Ponchelet (Hrsg.): *Preparation of Catalysts*, Elsevier, Amsterdam 1976, S. 473.
- [6] A. Roman, B. Delmon, *J. Catal.* 30 (1973) 333.
- [7] ESCA-3-mark-II-Spektrometer der Firma VG Scientific.
- [8] M. Lo Jacono, A. Cimino, M. Inversi, *J. Catal.* 76 (1982) 320.

Übergangsmetall-induzierte CO-Einschiebung in die P=P-Bindung von Diphosphenen unter Bildung von Diphosphinomethanonderivaten**

Von Lothar Weber*, Klaus Reizig und Roland Boese

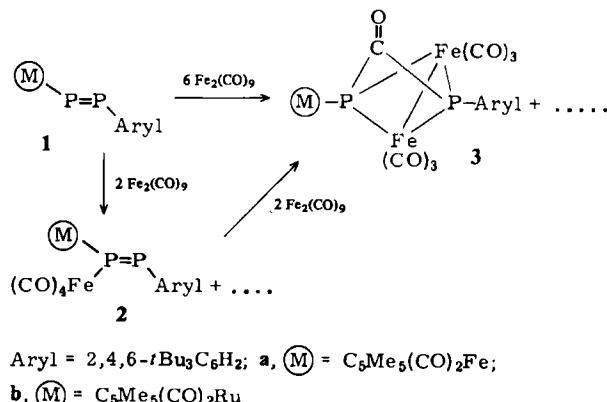
SbSb-Mehrachbindungen in Distiben-Übergangsmetallkomplexen werden von Lewis-Basen wie etwa PPh₃ unter Bildung von Stibandiykomplexen gespalten^[2]. Eine

vergleichbare Reaktion ließ sich bei den homologen Diarsen- und Diphosphenkomplexen bisher nicht beobachten^[3]. Dagegen ist der umgekehrte Prozeß – die Bildung eines Diphosphenkomplexes bei der Thermolyse eines Phosphandiykomplexes – bekannt^[4].

Wir beschreiben hier erstmalig die Übergangsmetall-induzierte Carbonylierung eines stabilen Diphosphens 1 unter Spaltung der P=P-Bindung. Hierbei werden P-metallierte Diphosphinomethanone („Diphosphoharnstoffe“) 3 erhalten.

Das Eisen-substituierte Diphosphen 1a^[1] reagiert mit Fe₂(CO)₉ im Molverhältnis 1:6 in Toluol bei 20°C zum gelben Komplex 3a in 45% Ausbeute, wobei geringe Mengen an braunem 2a als Nebenprodukt identifiziert werden können.

2a entsteht als Hauptprodukt bei der Umsetzung von 1a mit Fe₂(CO)₉ im Molverhältnis 1:2 und ist als erstes Zwischenprodukt bei der Umwandlung von 1a → 3a zu werten^[6]. Folgerichtig wird 2a durch Fe₂(CO)₉ im Überschuss in 3a überführt. Analog lassen sich die Rutheniumderivate 2b und 3b herstellen.



Aryl = 2,4,6-tBu₃C₆H₂; a, (M) = C₅Me₅(CO)₂Fe;
b, (M) = C₅Me₅(CO)₂Ru

Die P-CO-P-Funktionen von 3a und 3b geben sich im IR-Spektrum (Cyclopantan) jeweils als mittelstarke Bande bei 1692 cm⁻¹, im ¹³C-NMR-Spektrum als Doppeldublett bei δ = 209.82 bzw. δ = 208.60 zu erkennen. Die beiden nicht äquivalenten Phosphoratome werden im ³¹P-NMR-Spektrum als Doublets bei δ_{P1} = 234.3, δ_{P2} = 155.1 bzw. δ_{P1} = 202.7, δ_{P2} = 157.5 registriert (siehe Arbeitsvorschrift).

Die Röntgen-Strukturanalyse unterstreicht den Diphosphinomethancharakter von 3a (Abb. 1)^[5]. Die beiden nicht mehr direkt miteinander verknüpften Phosphor-

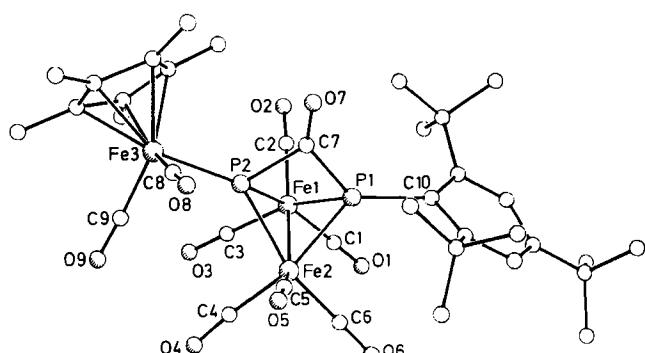


Abb. 1. Molekülstruktur von 3a im Kristall. Ausgewählte Bindungslängen [Å] und Winkel [°]: Fe1-Fe2 2.568(1), Fe1-P1 2.272(2), Fe1-P2 2.278(2), Fe2-P1 2.272(1), Fe2-P2 2.288(1), Fe3-P2 2.249(2), P1-C7 1.855(5), P2-C7 1.884(5), C7-O7 1.187(7); P1-C7-P2 88.3(2), P1-C7-O7 137.7(4), P2-C7-O7 133.9(4), Fe1-P1-Fe2 68.8(1), Fe1-P2-Fe2 68.4(1), P1-Fe1-P2 69.9(1), P1-Fe2-P2 69.7(1).

atome ($dP1 \cdots P2$ 2.605 Å) werden von einer Carbonylgruppe mit P-C-Einfachbindungen überspannt. Die C=O-Bindungslänge in der Brücke beträgt 1.187(7) Å; der P1-C7-P2-Winkel am sp^2 -hybridisierten Kohlenstoffatom ist mit 88.3(2)° stark komprimiert. Die Fe-P-Bindungen wie auch die Fe1-Fe2-Bindung sind als Einfachbindungen zu interpretieren^[6].

Die Komplexe **2** interessieren als Primärprodukte bei der Bildung von **3** aus **1** und $Fe_2(CO)_9$. Ihre IR-Spektren zeigen nur die CO-Valenzschwingungen terminaler Liganden. Die Tieffeldverschiebung der ^{31}P -NMR-Signale ($\delta = 495.9$ –546.3) und die Kopplungskonstanten J der AB-Spinsysteme (**2a**: 581.9 Hz; **2b**: 571.6 Hz) sind für unsymmetrisch substituierte Diphosphene mit freier P=P-Bindung typisch, was die Koordination des $Fe(CO)_4$ -Restes am einsamen Elektronenpaar von P1 in beiden Verbindungen nahelegt. Dies wird durch die Röntgen-Strukturanalyse von **2a** bestätigt (Abb. 2)^[7]. Der Abstand P1-P2 von 2.032 Å unterscheidet sich praktisch nicht von dem in **1a** und spiegelt den Doppelbindungscharakter wider. Durch die Koordination der $Fe(CO)_4$ -Gruppe an P1 (P1 bildet anähernd die Spitze einer trigonalen Bipyramide) wird der Winkel Fe1-P1-P2 auf 106.0(2)° zusammengedrückt (in **1a**: 109.9(4)°). Der Winkel P1-P2-C7 (112.2(4)°) in **2a** wird dadurch gegenüber jenem in **1a** (103.5(8)°) deutlich aufgeweitet.

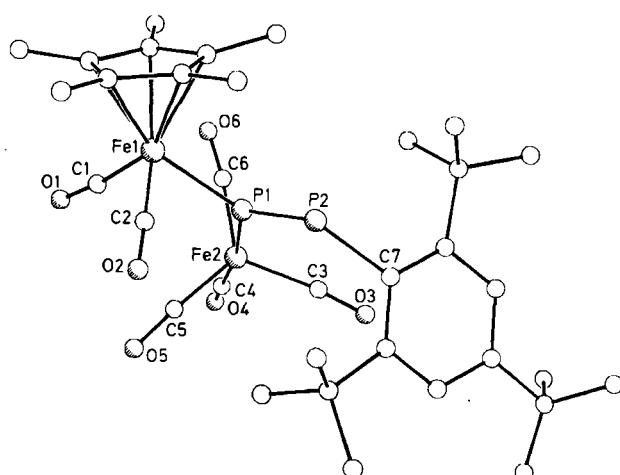
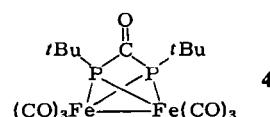


Abb. 2. Molekülstruktur von **2a** im Kristall. Ausgewählte Bindungslängen [Å] und Winkel [°]: Fe1-P1 2.302(4), Fe2-P1 2.268(4), P1-P2 2.032(5), P2-C7 1.862(3); Fe1-P1-Fe2 122.8(2), Fe1-P1-P2 106.0(2), Fe2-P1-P2 130.3(2), P1-P2-C7 112.2(4).

Die Klasse der Diphosphinomethanone ist bisher wenig untersucht. Neben dem instabilen $(Ph_2P)_2CO$ ^[8] wurde das stabile cyclische $(tBuP)_4C=O$ beschrieben^[9]. Ebenfalls erst kürzlich wurden zu **3** analoge Komplexe mit Diphosphinomethanonliganden überraschend bei der Umsetzung von Cl_2PNR_2 ($NR_2 = N(iPr)_2$, $N(c-C_6H_{11})_2$, 2,2,6,6-Tetramethylpiperidino) mit $Na_2Fe(CO)_4$ erhalten^[10]. Gewöhnlich führen Umsetzungen von Cl_2PR mit Carbonylmetallaten zu Diphosphen- und/oder Phosphandiykomplexen^[11]. Vahrenkamp et al. synthetisierten in jüngster Zeit den Komplex **4** aus dem entsprechenden Diphosphenkomplex durch Carbonylierung bei 80°C^[12].



Arbeitsvorschrift

NMR-Spektren in C_6D_6 bei 22°C; 1H -NMR: 200 MHz; IR: in Cyclopentan.

2a: Man röhrt 0.86 g (1.56 mmol) **1a** und 1.01 g (3.12 mmol) $Fe_2(CO)_9$ in 80 mL Toluol 1 h bei 45°C, entfernt alle flüchtigen Bestandteile im Vakuum, nimmt den dunkelbraunen Rückstand in 80 mL Cyclopentan auf und filtert. Das Filtrat wird auf ca. 20 mL eingeengt und ca. 12 h bei –28°C verwahrt. Hierbei fällt dunkelbraunes **2a** aus, das isoliert und zweimal aus Cyclopentan bei –28°C umkristallisiert wird. Ausbeute 0.62 g (55%), $F_p = 150^\circ C$ (Zers.). – 1H -NMR: $\delta = 1.40$ (s, 9 H, *p*-tBu), 1.45 (s, 15 H, $C_5(CH_3)_5$), 1.73 (s, 18 H, *o*-tBu), 7.65 (s, 2 H, Aryl). – $^{31}P(^1H)$ -NMR: AB-Signal: $\delta_B = 546.26$ (P1); $\delta_A = 514.56$ (P2), $J_{(AB)} = 581.9$ Hz. – IR (cm^{–1}): $\tilde{\nu} = 2048$ s, 2025 s, 2018 s, 1980 s, 1973 m, 1961 m, 1948 m, 1942 m, 1927 m [$\tilde{\nu}(CO)_2$]. – CI-MS (Varian MAT 312): m/z 723 ($M^+ + H$).

2b: Analog wurden aus 1.52 g (2.53 mmol) **1b** und 1.64 g (5.06 mmol) $Fe_2(CO)_9$, 0.46 g (24%) rotes, mikrokristallines **2b**, $F_p = 155^\circ C$ (Zers.), erhalten. – 1H -NMR: $\delta = 1.39$ (s, 9 H, *p*-tBu), 1.58 (s, 15 H, $C_5(CH_3)_5$), 1.76 (s, 18 H, *o*-tBu), 7.65 (s, 2 H, Aryl). – $^{31}P(^1H)$ -NMR: AB-Signal: $\delta_B = 503.86$ (P1), $\delta_A = 495.93$ (P2), $J_{(AB)} = 571.6$ Hz. – IR (cm^{–1}): $\tilde{\nu} = 2052$ vs, 2036 s, 1990 s, 1973 m, 1950 m, 1928 m [$\tilde{\nu}(CO)_2$]. – CI-MS: m/z 768 ($M^+ + H$).

3a: 1.54 g (2.13 mmol) **2a** werden mit 1.50 g (4.09 mmol) $Fe_2(CO)_9$, 96 h bei 22°C in 50 mL Toluol gerührt und anschließend filtriert. Das Filtrat wird zur Trockne eingeengt und der Rückstand chromatographiert (Alumina Woelm TSC). Nach einem orangefarbenen, mit Petrolether/Toluol (95:5) eluierten Vorlauf wurde gelbes **3a** mit Toluol eluiert (Ausbeute 1.13 g, 59%), F_p : ab 215°C Zers. – 1H -NMR: $\delta = 1.18$ (s, 9 H, *p*-tBu), 1.44 (s, 15 H, $C_5(CH_3)_5$), 1.72 (s, 18 H, *o*-tBu), 7.35 (d, 2 H, $^4J_{PH} = 2.5$ Hz, Aryl). – $^{13}C(^1H)$ -NMR: 209.82 (dd, $^1J_{(PC)} = 81.5$ und 60.2 Hz, P_2CO), 211.99 (d, $^2J_{(PC)} = 13.8$ Hz, $C_5Me_2Fe(CO)_2$), 214.36 (m, br, $Fe_2(CO)_9$). – $^{31}P(^1H)$ -NMR: $\delta = 234.3$ (d, $^2J_{(PP)} = 66.0$ Hz, P1), 155.1 (d, $^2J_{(PP)} = 66.0$ Hz, P2). – IR (cm^{–1}): 2060 vs, 2031 vs, 2013 vs, 1995 vs, 1977 s, 1957 m, 1943 s [$\tilde{\nu}(CO)_{term}$], 1692 m [$\tilde{\nu}(CO)_{acyl}$]. – CI-MS: m/z 863 ($M^+ + 2H$).

3b: Analog hierzu liefert die Umsetzung von 1.10 g (1.25 mmol) **2b** mit 0.81 g (2.50 mmol) $Fe_2(CO)_9$, 0.36 g (32%) gelbes, feinkristallines **3b**, $F_p = 220^\circ C$ (Zers.). – 1H -NMR: $\delta = 1.18$ (s, 9 H, *p*-tBu), 1.58 (d, $^4J_{(PH)} = 1.6$ Hz, 15 H, $C_5(CH_3)_5$), 1.71 (s, 18 H, *o*-tBu), 7.35 (d, 2 H, $^4J_{(PH)} = 2.5$ Hz, Aryl). – $^{13}C(^1H)$ -NMR: 197.97 (d, $J_{(PC)} = 11.0$ Hz, $Ru(CO)$), 208.60 (dd, $J_{(PC)} = 79.5$, 57.5 Hz, P_2CO), 214.56 (m, $Fe(CO)_2$). – $^{31}P(^1H)$ -NMR: $\delta = 202.7$ (d, $^2J_{(PP)} = 69.6$ Hz, P1), 157.5 (d, $^2J_{(PP)} = 69.6$ Hz, P2). – IR (cm^{–1}): $\tilde{\nu} = 2063$ vs, 2040 s, 2014 vs, 1979 s, 1957 m, 1942 m [$\tilde{\nu}(CO)_{term}$], 1692 m [$\tilde{\nu}(CO)_{acyl}$].

Eingegangen am 3. April,
veränderte Fassung am 9. Mai 1986 [Z 1720]

- [1] L. Weber, K. Reizig, *Angew. Chem.* 97 (1985) 868; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24 (1985) 865.
- [2] U. Weber, G. Huttner, O. Scheidsteiger, L. Zsolnai, *J. Organomet. Chem.* 289 (1985) 357.
- [3] H. Lang, G. Huttner, B. Sigwarth, L. Zsolnai, I. Jibril, O. Orama, Z. *Naturforsch.* B41 (1986) 191.
- [4] J. Borm, G. Huttner, L. Zsolnai, *Angew. Chem.* 97 (1985) 1069; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24 (1985) 1069; *ibid.* 95 (1983) 1083 bzw. 22 (1983) 977.
- [5] **3a:** Kristallgröße: 0.34 × 0.28 × 0.16 mm³, Raumgruppe $P2_1/c$; $a = 1255.1(4)$, $b = 1440.8(5)$, $c = 2272.3(6)$ pm, $\beta = 98.75(2)$ °, $V = 4.0613(21) \times 10^9$ pm³, $Z = 4$, $\rho_{ber} = 1.41$ g cm^{–3}; $2\theta_{max} = 50^\circ$; $\mu(Mo_K\alpha$, Graphitmonochromator) = 11.8 cm^{–1}; keine Absorptionskorrektur, ω -Scan-Datensammlung bei Raumtemperatur, unabhängige Intensitäten 7167, davon beobachtet 5179 ($F_0 \geq 3.5\sigma(F)$), Strukturlösung mit direkten Methoden (SHELXTL), Strukturverfeinerung von 362 Parametern mit Wasserstoffatomen als starren Gruppen ($U_{iso} = 1.2$ fache des zugehörigen C-Atoms); $R = 0.061$, $R_w = 0.062$, $w^{-1} = \sigma(F_0)^2 + 0.0004 F_0^2$; maximale Restelektronendichte 0.67 e Å^{–3}. Weitere Einzelheiten zur Kristallstrukturuntersuchung können beim Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH, D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen 2, unter Angabe der Hinterlegungsnummer CSD-51916, der Autoren und des Zeitschriftenzitats angefordert werden.
- [6] G. Huttner, G. Mohr, B. Pritzlaff, J. von Seyerl, L. Zsolnai, *Chem. Ber.* 115 (1982) 2044.
- [7] **2a:** Kristallgröße 0.32 × 0.25 × 0.13 mm³, Raumgruppe $P\bar{1}$; $a = 1032.5(5)$, $b = 1268.8(9)$, $c = 1457.3(8)$ pm, $\alpha = 98.87(5)$, $\beta = 100.77(4)$, $\gamma = 98.66(5)$ °, $V = 1.8212(18) \times 10^9$ pm³, $Z = 2$, $\rho_{ber} = 1.31$ g cm^{–3}; $2\theta_{max} = 50^\circ$; $\mu(Mo_K\alpha$, Graphitmonochromator) = 9.2 cm^{–1}; keine Absorptionskorrektur, ω -Scan-Datensammlung bei Raumtemperatur, unabhängige Intensitäten 5415, davon beobachtet 3492 ($F_0 \geq 7.5\sigma(F)$), Strukturlösung mit direkten Methoden (SHELXTL), Strukturverfeinerung von 424 Parametern mit Wasserstoffatomen als starren Gruppen ($U_{iso} = 1.2$ fache des zugehörigen C-Atoms); C18 bis C20 (das sind Atome in der *p*-tert-Butyl-Gruppe) fehlgeordnet und mit halbem Besetzungs faktor isotrop verfeinert, jedoch Fehlordnung aufgelöst; $R = 0.095$, $R_w = 0.100$, $w^{-1} = \sigma(F_0)^2 + 0.0004 F_0^2$; maximale Restelektronendichte 1.42 e Å^{–3}.

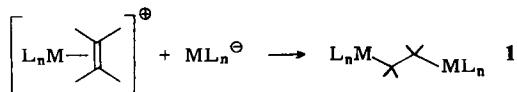
- [8] H. J. Becher, E. Langer, *Angew. Chem.* 85 (1973) 910; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 12 (1973) 842.
 [9] R. Appel, W. Paulen, *Chem. Ber.* 116 (1983) 109.
 [10] R. B. King, F.-J. Wu, N. D. Sadanani, E. M. Holt, *Inorg. Chem.* 24 (1985) 4449.
 [11] a) K. M. Flynn, M. M. Olmstead, P. P. Power, *J. Am. Chem. Soc.* 105 (1983) 2085; b) K. M. Flynn, B. D. Murray, M. M. Olmstead, P. P. Power, *ibid.* 105 (1983) 7460; c) K. M. Flynn, H. Hope, B. D. Murray, M. M. Olmstead, P. P. Power, *ibid.* 105 (1983) 7750; d) M. M. Olmstead, P. P. Power, *ibid.* 106 (1984) 1495; e) A. H. Cowley, J. E. Kilduff, J. G. Lasch, N. C. Norman, M. Pakulski, F. Ando, T. C. Wright, *ibid.* 105 (1983) 7751; f) H. Lang, O. Orama, G. Huttner, *J. Organomet. Chem.* 291 (1985) 293.
 [12] R. Lal De, D. Wolters, H. Vahrenkamp, *Z. Naturforsch.* B41 (1986) 283.

Gezielte Synthese von Rhenamolybdate tetrahedranen: Nucleophile Addition von Pentacarbonylrhenat(1-) an Alkin-Liganden kationischer Molybdän-Komplexe**

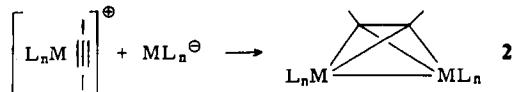
Von Wolfgang Beck*, Hans-Joachim Müller und Ulrich Nagel

Frau Professor Marianne Baudler zum 65. Geburtstag gewidmet

Die nucleophile Addition von Carbonylmittallaten an koordinierte Olefine (z. B. Ethen, Butadien) führt zu zweikernigen, Kohlenwasserstoff-verbrückten Komplexen^[1], z. B. vom Typ 1.



In Fortführung dieser Arbeiten fanden wir, daß sich metallorganische Nucleophile wie $\text{Re}(\text{CO})_5^-$ an das koordinierte Alkin von kationischen Molybdän-Komplexen unter Bildung von Dimetallatetrahedranen vom Typ 2 addieren.



Über die Addition von organischen Nucleophilen an kationische Alkin-Komplexe wurde bereits früher berichtet^[2].

Die Dimetallatetrahedane 4 und 6 entstehen durch Umsetzung von 3^[3] bzw. 5^[3] nach Schema 1.

In den Edukten 3 bzw. 5 fungiert das Alkin als 4-Elektronen-Donor^[4]; daraus erklärt sich die Bildung der μ^2, η^2 -Alkin-verbrückten Komplexe 4 bzw. 6, in denen die Metallzentren jeweils Edelgaskonfiguration haben. Die Wanderung des PR_3 -Liganden vom Mo- zum Re-Atom ist wohl sterisch bedingt. Die Strukturen der Verbindungen 4a und 6 gehen aus Abbildung 1 bzw. 2 hervor.

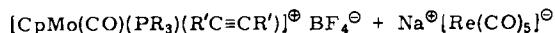
[*] Prof. Dr. W. Beck, Dipl.-Chem. H. J. Müller,

Dr. U. Nagel (Röntgenstrukturanalyse)

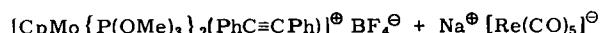
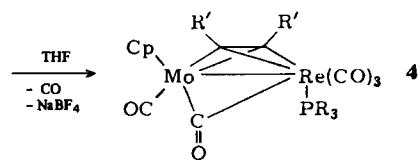
Institut für Anorganische Chemie der Universität

Meiserstraße 1, D-8000 München 2

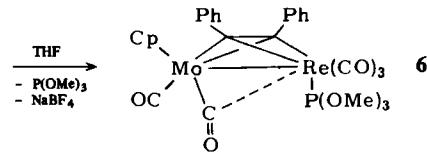
[**] Metallorganische Lewis-Säuren, 24. Mitteilung. Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der Chemischen Industrie gefördert. - 23. Mitteilung: H. Bauer, W. Beck, *J. Organomet. Chem.*, im Druck.



3



5



Schema 1. $\text{Cp} = \eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$; THF = Tetrahydrofuran.

PR_3	$\text{R}'\text{CCR}'$	PR_3	$\text{R}'\text{CCR}'$
4a	PPh_3	4d	PEt_3
4b	PPh_3	4e	PMes_2Ph
4c	PPh_3	4f	PPh_3

Während die bisher bekannten Dimetallatetrahedane mit zwei verschiedenen Metallen – NiCoC_2 ^[5], NiCrC_2 , NiMoC_2 , NiWC_2 ^[6] und NiFeC_2 ^[7] – aus neutralen Carbonylkomplexen und Alkinen neben anderen Produkten, oder – überraschend – aus Alkylidin-Komplexen^[8] zugänglich sind, werden durch den vorgestellten Reaktionstyp nach unserer Kenntnis erstmals gezielt Dimetallatetrahedane^[9] dieser Art zugänglich; unter Verwendung unsymmetrischer Alkine entstehen intrinsisch chirale Tetrahedane wie 4b und 4f. Es sind mehrere chirale Dimetalla-^[5, 6, 10] und Trimetallatetrahedane^[11] bekannt; bei einigen konnten die Enantiomere getrennt werden^[10, 11].

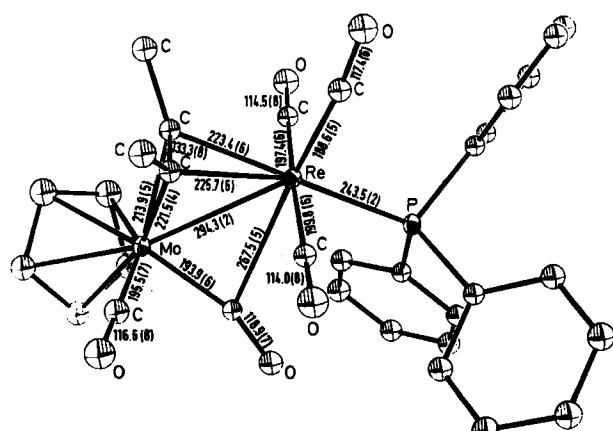


Abb. 1. Molekülstruktur von 4a bei -50°C im Kristall, 20% Aufenthalts wahrscheinlichkeit (H-Atome weggelassen), Atomabstände [pm]. $\text{P}1$, $a = 852.4(2)$, $b = 1160.2(3)$, $c = 1605.0(4)$ pm, $\alpha = 100.02(2)$, $\beta = 104.76(2)$, $\gamma = 100.88(2)$, $V = 1.4655(6)$ nm 3 , $Z = 2$, $\lambda(\text{MoK}\alpha) = 71.069$ pm; ω -Scan, $\Delta\omega = 1.6^\circ$, $4 \leq \omega \leq 29.3^\circ$ min $^{-1}$; $4^\circ \leq 2\theta \leq 50^\circ$; 10013 gemessene, 5120 unabhängige, davon 4904 beobachtete ($I \geq 2\sigma(I)$) Reflexe, 131 Parameter. Die Absorption ($\mu = 46.9$ cm $^{-1}$) wurde korrigiert (Kristallgröße 0.2 · 0.1 · 0.35 mm 3 , Ellipsoid, 250 Meßwerte); $R = 0.031$, $R_w = 0.033$, $w = (o^2(F_0) + 0.0001 F_0)^{-1}$. Die Wasserstoffatome sind in berechnete Lagen eingesetzt, die C_5H_5 - und C_6H_5 -Ringe wurden als reguläre starre Gruppen behandelt. Mo, Re und P sind anisotrop verfeinert [13].