

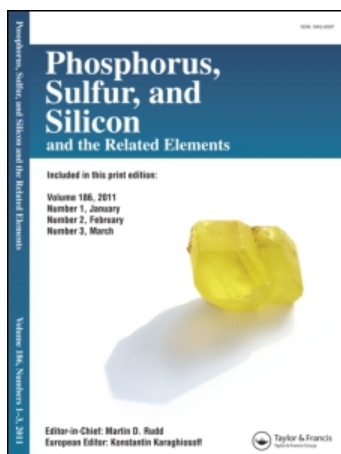
This article was downloaded by:

On: 30 January 2011

Access details: Access Details: Free Access

Publisher Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713618290>

DIE CHEMISCHE VERSCHIEBUNG DES ZWEIFACHKOORDINIERTEN PHOSPHORS, I^a

Siegfried Lochschmidt^a; Alfred Schmidpeter^a

^a Institut für Anorganische Chemie der Universität München, München

To cite this Article Lochschmidt, Siegfried and Schmidpeter, Alfred(1987) 'DIE CHEMISCHE VERSCHIEBUNG DES ZWEIFACHKOORDINIERTEN PHOSPHORS, I^a', Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements, 29: 1, 73 — 109

To link to this Article: DOI: 10.1080/03086648708072843

URL: <http://dx.doi.org/10.1080/03086648708072843>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Full terms and conditions of use: <http://www.informaworld.com/terms-and-conditions-of-access.pdf>

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

The publisher does not give any warranty express or implied or make any representation that the contents will be complete or accurate or up to date. The accuracy of any instructions, formulae and drug doses should be independently verified with primary sources. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

REVIEW

Die chemische Verschiebung des zweifachkoordinierten Phosphors, I¹

SIEGFRIED LOCHSCHMIDT UND ALFRED SCHMIDPETER*

*Institut für Anorganische Chemie der Universität München, Meiserstraße 1,
D-8000 München 2*

(Received August 12, 1985)

$\delta^{31}\text{P}$ (and J_{PP} , where occurring) of two-coordinate phosphorus compounds are compiled and arranged according to the atoms neighbouring the phosphorus. Low field shifts are clearly associated with a phosphonium type, high field shifts with a phosphide type phosphorus. The influence of the two substituents is roughly additive. With decreasing ability of the "doubly bonded" substituent to delocalize electrons from the phosphorus $\delta^{31}\text{P}$ shifts to higher field; parallels to $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{77}\text{Se}$ are shown.

$^1J_{\text{PP}}$ correlates well with the supposed bond order between the two-coordinate phosphorus and the two-, three- and four-coordinate phosphorus connected to it.

Characteristic ranges of $\delta^{31}\text{P}$ and $^1J_{\text{PP}}$ can be associated with the different types of twocoordinate phosphorus compounds.

Die chemische Verschiebung des ^{31}P -NMR-Signals²⁻⁵ kennzeichnet verlässlich die jeweilige Bindungssituation des Phosphoratoms. Allerdings läßt sich dieser Zusammenhang über die Theorie nicht zugleich allgemein und genau genug herstellen, so daß man dafür weitgehend auf empirische Korrelationen angewiesen ist. In augenfälliger Weise hängt $\delta^{31}\text{P}$ ⁶ von der Koordinationszahl des Phosphors ab: Mit steigender Koordination steigt auch die Abschirmung an, sinkt also $\delta^{31}\text{P}$ ab. Ein besonders deutliches Beispiel bieten die δ -Werte der Chlorverbindungen: PCl_3 220, PCl_4^+ 88, PCl_5 -80, PCl_6^- -300. Für den 4-, 5- und 6-fachkoordinierten Phosphor liegt $\delta^{31}\text{P}$ in vergleichsweise schmalen (wenn man von einzelnen Sonderfällen absieht, rund 200 breiten) Bereichen, die zwar überlappen, deren Schwerpunkte aber deutlich im vorstehenden Sinn voneinander abgesetzt sind.

Mit dem Auftreten eines freien Elektronenpaares, also für den 3- und 2-fachkoordinierten Phosphor werden die Verschiebungen sehr viel variabler und überdecken jeweils einen sehr viel größeren Bereich. So beziehen sich die bisher bekannt gewordenen ^{31}P -Verschiebungen zu höchstem Feld, P_4 -530,⁷ und zu tiefstem Feld, $t\text{BuP}(\text{Cr}(\text{CO})_5)_2$ +1363,⁸ beide auf einen dreifachkoordinierten Phosphor. Der Verschiebungsbereich des zweifachkoordinierten Phosphors ist nicht ganz so groß, bis jetzt wohl auch noch nicht voll ausgelotet. Verbindungen mit zweifachkoordiniertem Phosphor sind erst seit 1961 bekannt und eine $\delta^{31}\text{P}$ -Sammlung aus dem Jahre 1967² enthält dafür nur einige, eine Zusammenstellung aus dem Jahre 1980 immerhin schon 67 Werte.⁹ Inzwischen ist die Zahl der beschriebenen Verbindungen und der gemessenen Verschiebungen so weit angestiegen, daß es sinnvoll erscheint und gerade noch möglich ist, einen systematischen Überblick zu geben.[†]

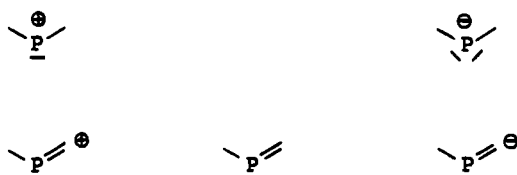
* Author to whom all correspondence should be addressed.

[†] Teilbereiche zusammenfassende $\delta^{31}\text{P}$ -Tabellen finden sich in Übersichtsarbeiten zu Phosphaalkenen,¹⁰ Diphosphenen¹¹ und Phosphenium-Ionen.¹²

Die nachfolgende Sammlung (Tabelle V) enthält die bis Mitte 1985 publizierten, z.T. auch später publizierte, sowie noch unpublizierte eigene $\delta^{31}\text{P}$ -Werte von Verbindungen des zweifachkoordinierten Phosphors, soweit es sich dabei nicht um Fünf- und Sechsringaromaten handelt. Diese sollen als Teil II in einer weiteren Publikation abgehandelt werden.

GLIEDERUNG DER $\delta^{31}\text{P}$ -SAMMLUNG

Der Existenzbereich des zweifachkoordinierten Phosphors wird einerseits durch die Phosphenium- und andererseits durch die Phosphid-Formel abgesteckt. Kation wie Anion gewinnen an Stabilität, wenn ein Substituent die jeweilige Ladung mit übernehmen kann, wie es die unteren Grenzformeln beschreiben. Zwischen beiden stehen die neutralen Phosphinidene.



Die Einordnung der Verbindungen in die Zusammenstellung bezieht sich ohne Berücksichtigung der Ladung auf die Formeln der unteren Reihe. Phosphide, deren Ladung keine Delokalisierung erfährt, für die sich also keine solche Formel anschreiben läßt und die aufgrund der Koordination des Kations an den Phosphor im strengen Sinn meist auch nicht mehr unter das Thema fallen, bleiben unberücksichtigt; (die Grenze läßt sich freilich nicht sauber ziehen).

Die zugrundegelegten Formeln unterscheiden einen "einfach" und einen "doppelt" gebundenen Substituenten. Bei unsymmetrischen Verbindungen läßt sich diese Unterscheidung im Sinne einer überwiegenden Beteiligung der gewählten Grenzformel fast immer einleuchtend treffen. Im Falle symmetrischer Kationen oder Anionen ist die Unterscheidung natürlich sinnlos und deshalb nur willkürlich zu treffen, für eine durchgehende Systematik aber nötig.

Die Verbindungen sind nach der Umgebung des Phosphors geordnet, und zwar

1. nach der Art des "doppelt gebundenen" Nachbaratoms,
2. gegebenenfalls nach dessen ansteigenden Koordination,
3. nach der Art des "einfach gebundenen" Nachbaratoms.

Für 1. und 3. gilt die Reihenfolge

H

C, Si, Ge, Sn

N, P, As, Sb

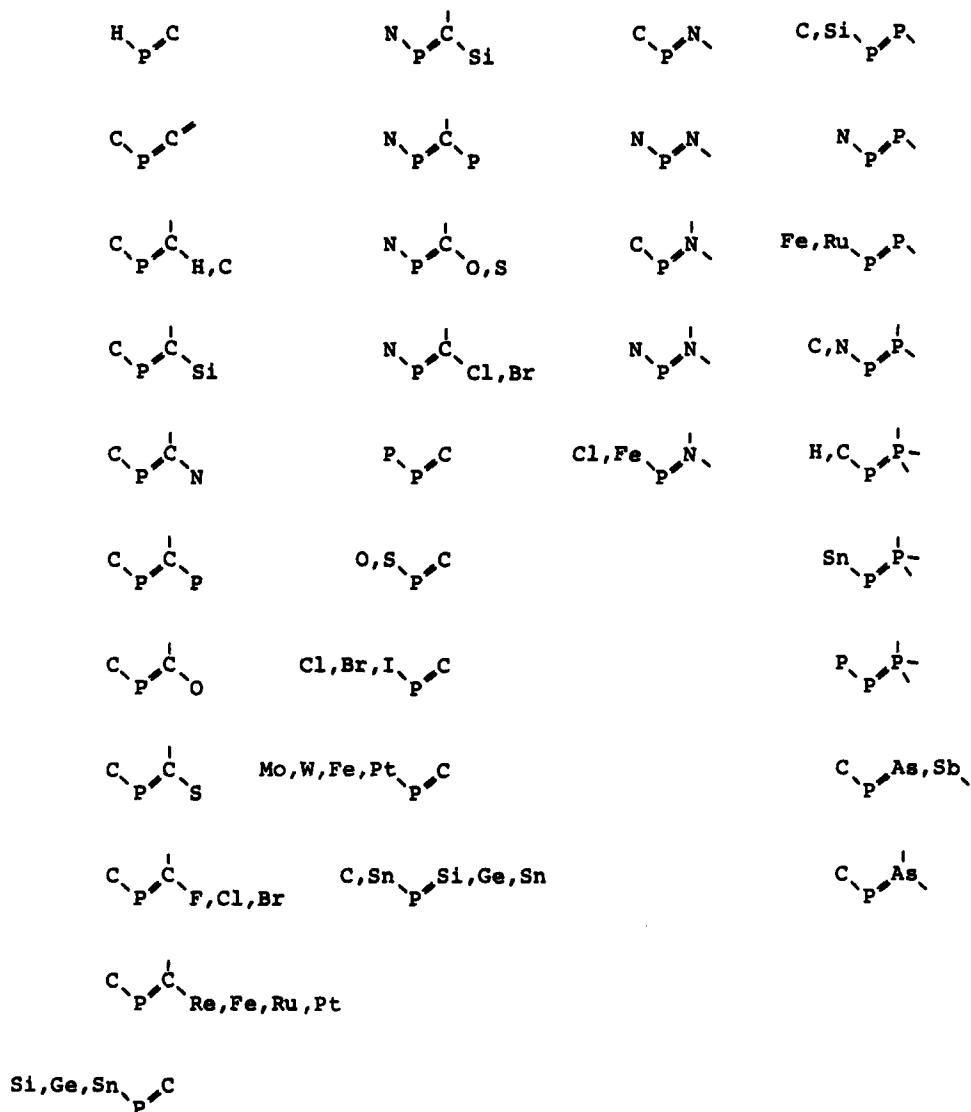
O, S

F, Cl, Br, I

Übergangsmetalle

Wo nötig, richtet sich die weitere Einteilung nach den Substituenten am doppelt gebundenen Nachbaratom und zwar wieder in der vorstehenden Reihenfolge. Bei zwei- und dreifachsubstituierten Nachbaratomen wird auch der zweite bzw. dritte

Substituent nach der gleichen Reihenfolge abgewandelt bis daß der jeweils gleich-substituierte Vertreter erreicht ist; es werden also stets zunächst diejenigen Verbindungen aufgelistet, die keinen Substituenten der nächsten Art enthalten. Diese Kriterien führen zu einer Gliederung der Datensammlung in Abschnitte, die sich auf die nachfolgenden Struktureinheiten beziehen:



SUBSTITUENTENABHÄNGIGKEIT VON $\delta^{31}\text{P}$

Die Verschiebung des zweifachkoordinierten Phosphors reicht mit Extremwerten von 954 bis -363, im wesentlichen von 600 bis -300. Großräumig betrachtet, läßt

sich ein einfacher und klarer Zusammenhang zwischen der chemischen Natur des betrachteten Phosphors und seiner Verschiebung erkennen, der überdies der naiven Erwartung entspricht: Phospheniumcharakter ($-\text{P}-^+$, Annäherung an die Oxidationsstufe +3) geht mit einer Verschiebung zu tiefem Feld, Phosphidcharakter ($-\text{P}-^-$, Annäherung an die Oxidationsstufe -3) mit einer Verschiebung zu hohem Feld einher. Die Gesamtladung der Molekel ist dabei ohne Belang: So liegt $\delta^{31}\text{P}$ für Phosphenium-Ionen R_2P^+ (die als P(III)-Verbindungen einzustufen sind) zwischen 950 und 110, für Triphosphenium-Ionen R_6P_3^+ (die als P(I)-Verbindungen angesprochen werden können¹³) zwischen -150 und -230 und damit etwa im gleichen Bereich wie die aufgeführten Phosphid-Ionen (zwischen -80 und -320).

Als Orientierungshilfe bietet Tabelle I eine repräsentative Auswahl möglichst zusammenhängender Werte. Sie zeigt, daß der Einfluß der beiden Substituenten auf $\delta^{31}\text{P}$ in grober Näherung additiv ist: In den einzelnen Spalten sind jeweils die Verbindungen mit einem bestimmten "einfach gebundenen" Substituenten nach fallendem $\delta^{31}\text{P}$ geordnet, sie ergeben in allen Fällen die gleiche Reihenfolge der

TABELLE I

Repräsentative $\delta^{31}\text{P}$ -Werte des zweifachkoordinierten Phosphors. Senkrecht sind die doppelt, waagrecht die einfach gebundenen Substituenten aufgetragen; ihre Kombination mit $-\text{P}=\text{}$ ergibt die jeweils angesprochene Verbindung.

	$-\text{Fe}(\text{CO})_2\text{Cp}$	$-t\text{Bu}$	$-\text{Ph}$	$-\text{Cl}$	$-\text{N}i\text{Pr}_2$	$-\text{SiMe}_3$	$-\text{H}$	$-\text{CN}$	$-\text{PBu}_3^+$
$=\text{N}(\text{Me}/i\text{Pr}^*)_2^+$	954*	513		325	290				
$=\text{PTib}$	715		526		274	487			
$=\text{N}t\text{Bu}$		472	415		296				
$=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$		439	356	343				342	
$=\text{C}(\text{OSiMe}_3)\text{ReCp}(\text{CO})\text{NO}$		240	194			212			
$=\text{C}(\text{OSiMe}_3)t\text{Bu}$		176	137	182		120	54.38		
$=\text{C}(\text{NMe}_2)_2$		92	28			-47	-63	-92	
$=\text{P}(\text{Ph}/\text{OEt}^*)_2\text{O}^-$			-81				-190	-161	-218*
$=\text{CN}t\text{Bu}$		-65	-99						
$=\text{CN}^-$			-109					-193	-216
$=\text{PBu}_3$								-216	-229
$=\text{Si}(\text{Me}/t\text{Bu}^*)_3^-$			-158*			-301		-294*	

Verwendete Substituentensymbole:

1-Ad	1-Adamantyl
Bu	<i>n</i> -Butyl
<i>i</i> Bu	Isobutyl
<i>s</i> Bu	<i>sec</i> -Butyl
<i>t</i> Bu	<i>t</i> -Butyl
Cp	Cyclopentadienyl
Et	Ethyl
Fc	Ferrocenyl
Me	Methyl
Mes	Mesityl
Morph	<i>N</i> -Morpholyl
Ph	Phenyl
Pip	<i>N</i> -Piperidyl
Pr	<i>n</i> -Propyl
<i>i</i> Pr	Isopropyl
Tmp	<i>N</i> -2,2,6,6-Tetramethylpiperidyl
Tib	2,4,6-Tri- <i>t</i> -butylphenyl

“doppelt gebundenen” Substituenten. Insgesamt nimmt die ^{31}P -Abschirmung (d.h. die Hochfeldverschiebung) in folgender Ordnung zu:

$=\text{NR}_2^+$	
$=\text{PR}$	
$=\text{NR}$	
$=\text{CR}_2$	R: $\text{SiMe}_3 < \text{SSiMe}_3 < \text{H} < \text{Ph} < t\text{Bu} < \text{NMe}_2 < \text{OSiMe}_3$
$=\text{PR}_2\text{S}^-$	
$=\text{PR}_2\text{O}^-$	R: $\text{Ph} < \text{Et} < \text{OEt} < \text{NMe}_2$
$=\text{CNR}$	
$=\text{CN}^-$	
$=\text{CO}$	
$=\text{PR}_3$	R: $\text{Me} < \text{Ph} < \text{NMe}_2 < n\text{Bu}$
$=\text{SiR}_3^-$	
$=\text{SnR}_3^-$	

Sie entspricht im allgemeinen einer abnehmenden Tendenz der Substituenten, Elektronen vom Phosphor zu übernehmen.¹⁴

Die Einordnung der “einfach gebundenen” Substituenten mit fallendem $\delta^{31}\text{P}$ ist in den verschiedenen Zeilen im wesentlichen, wenn auch nicht ausnahmslos ebenfalls gleich. So findet man für C-gebundene Reste folgende feste Ordnung zunehmender ^{31}P -Abschirmung: $t\text{Bu} < \text{Me} < \text{Ttb} < \text{Mes} < \text{Ph} < \text{Alkenyl} < \text{Alkynyl} < \text{CN}$.

KORRELATIONEN VON $\delta^{31}\text{P}$ MIT $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{14,15}\text{N}$ UND $\delta^{77}\text{Se}$

Nach der vorstehend gegebenen Interpretation sollte sich die Abwandlung des doppelt gebundenen Substituenten auf vergleichbare andere Zentren in ähnlicher Weise auswirken können. Für Vergleiche stehen $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Methylenverbindungen (Tabelle II) und $\delta^{77}\text{Se}$ -Werte von Selenoharnstoff, Selenocyanat sowie von Phosphanseleniden zur Verfügung (Tabelle III). Abbildung 1 belegt ihre lineare Korrelation mit den $\delta^{31}\text{P}$ -Werten entsprechender Verbindungen des zweifachkoor-

TABELLE II

$\delta^{13}\text{C}(\text{H}_2\text{C}=\text{})$ von Methylenverbindungen^{16,17} und $\delta^{31}\text{P}(\text{RP}=\text{})$ der entsprechenden Alkyl- und Arylphosphinidenverbindungen. (Substituentensymbole siehe Tabelle I)

	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{31}\text{P}$				
	$\text{CH}_2\text{C}=\text{}$	$t\text{BuP}=\text{}$	$\text{TtbP}=\text{}$	$\text{MesP}=\text{}$	$\text{PhP}=\text{}$	$\text{F}_3\text{CP}=\text{}$
$=\text{NMe}_2^+$	168	513				
$=\text{NSiMe}_3$	164	472	476			
$=\text{CH}_2$	124		290			
$=\text{CHBr}$	122		262			
$=\text{CHCl}$	117		250			
$=\text{C}(\text{NMe}_2)_2$	69	92		9		
$=\text{CHPh}/t\text{Bu}^*$	37	-65*	-106			
$=\text{CN}^-$	1				-109	
$=\text{CO}$	3	-180	-207			
$=\text{PMe}_3$	2					-80

TABELLE III

$\delta^{77}\text{Se}$ von Selenoharnstoff, Selenocyanat und Phosphanseleniden LSe und $\delta^{31}\text{P}$ der entsprechenden Phosphorverbindungen L_2P^+ : Tetraaminophosphaallyl-Ion, Dicyanphosphid-Ion und Triphosphenium-Ionen (zentraler Phosphor)

L	$\delta^{77}\text{Se}$		$\delta^{31}\text{P}$
	LSe	Lit.	L_2P^+
$\text{C}(\text{NH}_2/\text{NMe}_2)_2$	+195	18	+45*
CN^-	-321	19	-193
PMe_3	-235	20	-156
PMe_2Ph	-272	20	-154
PMePH_2	-277	20	-176
PPh_3	-292	21	-174
$\text{P}(\text{NMe}_2)_3$	-366	20	-194
$\text{P}(\text{OMe}/\text{OEt})_3$	-396	20	-218*
PBu_3	-404	21	-229

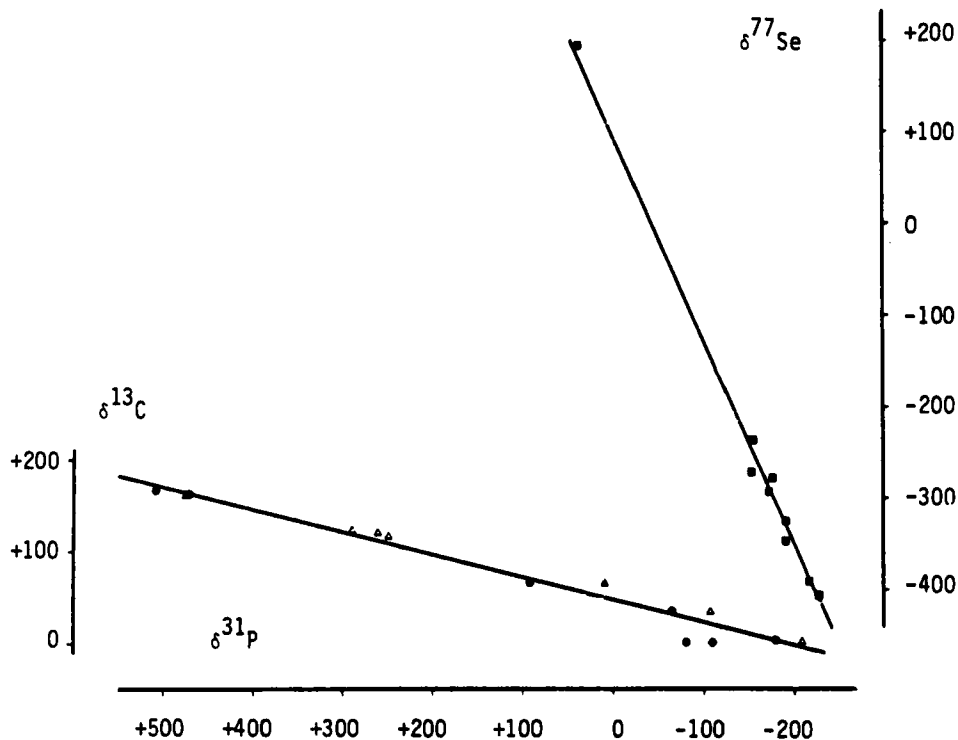


ABBILDUNG 1 Korrelation von $\delta^{13}\text{C}$ von Methylenverbindungen $\text{H}_2\text{C}=\text{L}$ mit $\delta^{31}\text{P}$ von Phosphinidenverbindungen $\text{RP}=\text{L}$ ($\text{R} = \text{tBu} \bullet$, $\text{Ttb} \Delta$, $\text{Mes} \blacktriangle$, $\text{Ph} \oplus$, $\text{F}_3\text{C} \odot$), sowie von $\delta^{77}\text{Se}$ von Selenoverbindungen $\text{L}=\text{Se} \blacksquare$ mit $\delta^{31}\text{P}$ von Verbindungen L_2P^+ des zweifachkoordinierten Phosphors.

dinierten Phosphors.¹⁴ Auch die Gesamtheit der Paare analoger Verbindungen des zweifachkoordinierten Stickstoffs bzw. Phosphors, für die δN und δP verfügbar sind, ergeben eine befriedigende lineare Korrelation der Verschiebungen.²⁸

$\delta^{31}\text{P}$ -BEREICHE DER VERBINDUNGSTYPEN

Aufgrund der Abhängigkeit der ^{31}P -Verschiebung insbesondere vom "doppelt gebundenen" Substituenten ergeben sich für die einzelnen Typen von Verbindungen des zweifachkoordinierten Phosphors

$\diagup \text{P}=\text{(P,As,Sb)} \diagdown$	λ^3, λ^3 -Diphosphene und höhere Homologe;
$\diagup \text{P}=\text{(P,As)} \diagdown$	deren Oxide, Sulfide und η^1 -Komplexe;
$\diagup \text{P}=\text{N} \diagdown$	λ^3 -Phosphazene (Iminophosphane) und Aminophosphenium-Ionen;
$\diagup \text{P}=\text{C} \diagdown$	Phosphaalkene, 2-Phosphaallylium-Ionen;
$\diagup \text{P}=\text{(Si,Ge)} \diagdown$	Sila- und Germaphosphene;
$\diagup \text{P}=\text{C}=\text{}$	1-Phosphacumulene, Cyanphosphide;
$\diagup \text{P}=\text{P} \diagdown$	λ^3, λ^5 -Diphosphene, Triphosphenium-Ionen und Phosphorylphosphide;
$\diagup \text{P}=\text{(Si,Sn)} \diagdown$	Silyl- und Stannylphosphide

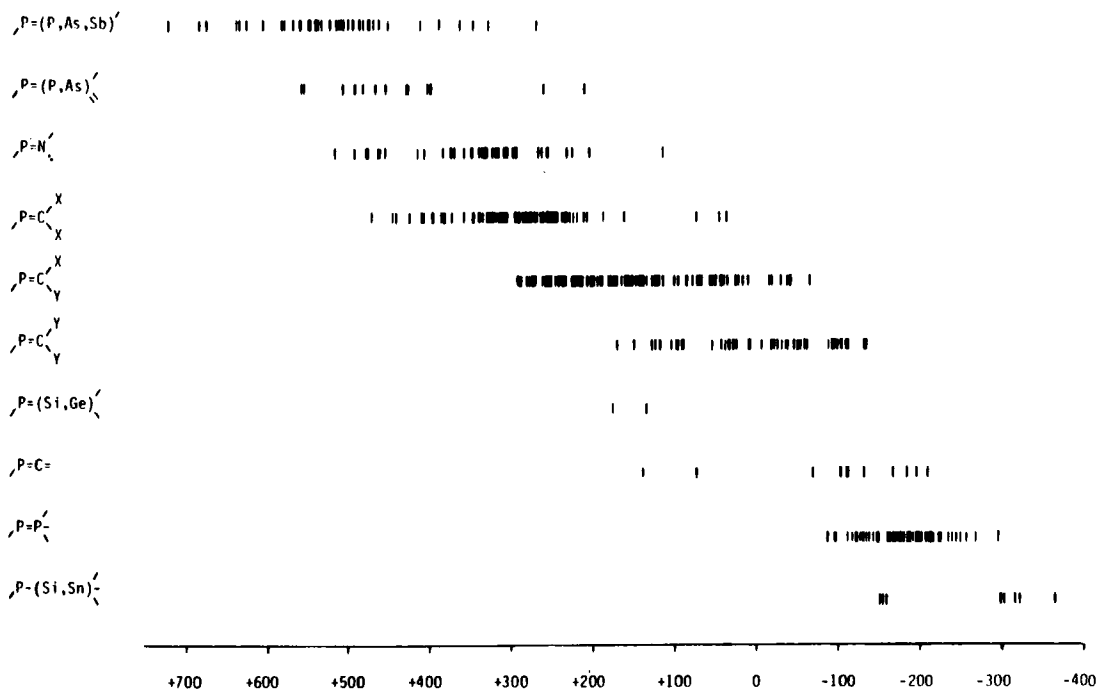


ABBILDUNG 2 $\delta^{31}\text{P}$ -Bereiche der Verbindungstypen: Jeder Vertreter des bezeichneten Typs ist durch einen senkrechten Strich markiert. X steht für H, Cl, Br, sowie C-, Si-, Sn-, P- und S-gebundene Reste, Y für F sowie O- und N-gebundene Reste.

innerhalb des Gesamtbereichs definierte, wenn auch breite $\delta^{31}\text{P}$ -Bereiche (Abbildung 2).

$^1J_{\text{PP}}$ UND PP-BINDUNGSORDNUNG

Neben Kohlenstoff und Stickstoff ist Phosphor ein wichtiger Bindungspartner für den zweifachkoordinierten Phosphor. Die Datensammlung enthält dementsprechend eine Reihe von Systemen, in denen dieser unmittelbar mit einem ebenfalls zweifach- oder mit einem drei- oder vierfachkoordinierten Phosphor verknüpft ist. Die zugehörigen PP-Kopplungskonstanten reichen von 232 bis 684 Hz (wahrscheinlich alle negativ²²). Sie lassen sich aufgliedern in Teilbereiche, die sich jeweils auf einen bestimmten Verbindungstyp beziehen (Abbildung 3). Dabei ergibt sich als durchgehende Tendenz, daß $^1J_{\text{PP}}$ mit der PP-Bindungsordnung ansteigt.²⁷ So schließt sich der untere Bereich (Abbildung 3, Zeilen 1 und 2) von 253 bis 302 Hz an den der Diphosphane³ an; er bezieht sich auf Verbindungen, die als Diphosphan-Abkömmlinge angesehen werden können, in denen ein bzw. beide Phosphoratome Zweifachkoordination erreicht haben. Andererseits bezieht sich der oberste Bereich (Abbildung 3, letzte Zeile) auf Diphosphene und deren Oxidationsprodukte und Koordinationsverbindungen, also auf Systeme mit PP-Doppelbindung. Der Effekt der Bindungsordnung wird besonders augenfällig, wenn man die beiden Systeme aus jeweils zwei miteinander verknüpften zweifachkoordinierten Phosphoratomen ("Azin-Typ", zweite Zeile bzw. "Azo-Typ", letzte Zeile) miteinander vergleicht.

Zwischen die beiden Extreme ordnen sich mit Kopplungskonstanten von 348 bis 616 Hz die Systeme aus einem zweifachkoordinierten und einem tetraedrischen

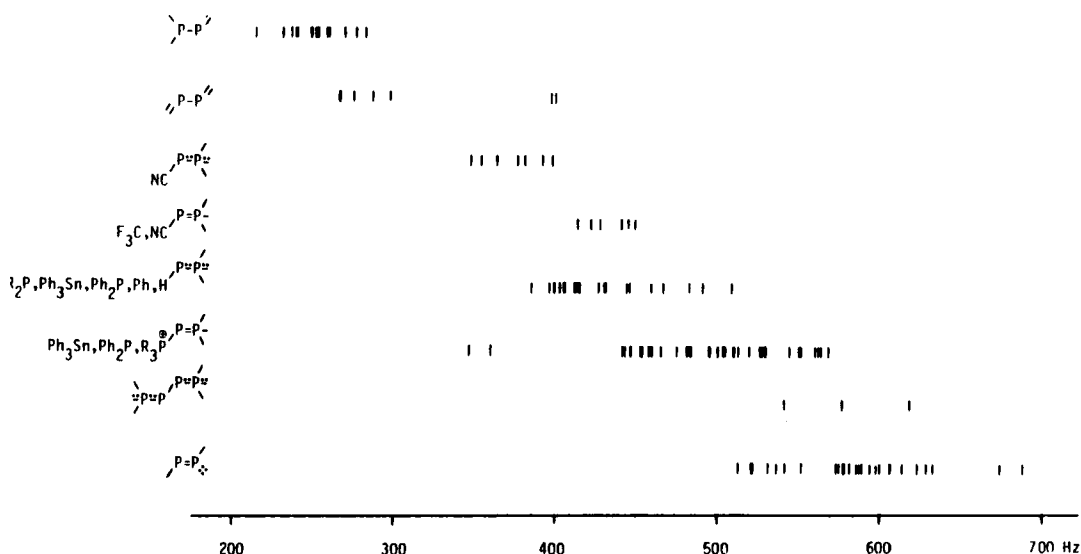


ABBILDUNG 3 Bereiche der $^1J_{\text{PP}}$ -Kopplung des zweifachkoordinierten Phosphors: Jeder Vertreter des bezeichneten Typs ist durch einen senkrechten Strich markiert.

TABELLE IV

 $^1J_{\text{PP}}$ [Hz] von Phosphoryl- und Phosphoniophosphiden in Abhängigkeit von den Substituenten am tetraedrischen und am zweifachkoordinierten Phosphor

R =	CN	H	PPh ₂ O	P(OEt) ₂ O	PPh ₃ ⁺	P(NMe ₂) ₃ ⁺	Ph	PPh ₂	SnPh ₃	PPPh ₂ O ⁻
R—P=PPh ₂ O ⁻	363	401	403				442	464	489	573
R—P=P(OEt) ₂ O ⁻	392			411			489	507		
R—P=PBu ₃	412			456	458	479				
R—P=P(NMe ₂) ₃	427				493	518		550	590	

Phosphor ein. Innerhalb dieser Gruppe ist $^1J_{\text{PP}}$ offenbar wieder umso größer, je mehr Ladung der tetraedrische Phosphor vom phosphidischen übernimmt. Die Kopplungskonstante ist deshalb für Phosphonioverbindungen regelmäßig größer als für die entsprechenden Phosphorylverbindungen (siehe Vergleich der Zeilen 3 mit 4 und 5 mit 6, sowie Tabelle IV). Der Einfluß des anderen Substituenten am zweifachkoordinierten Phosphor läßt sich als Konkurrenz um diese Delokalisierung interpretieren; je erfolgreicher er ist, desto kleiner bleibt im allgemeinen $^1J_{\text{PP}}$ in betrachteten Systemen. Tabelle IV bringt dafür einige Beispiele.

Daneben spielt offensichtlich auch der Winkel am zweifachkoordinierten Phosphor für die Kopplung eine wesentliche Rolle. Das zeigen die beiden ungewöhnlich niedrigen $^1J_{\text{PP}}$ -Werte in Zeile 6 (bei 347 und 358 Hz), die sich auf Triphosphenium-Ionen mit Vierringstruktur beziehen.

Die beobachteten PP-Kopplungen des zweifachkoordinierten Phosphors über zwei und drei Bindungen liegen zwischen $^2J_{\text{PP}} = 10$ und 381 Hz bzw. bei $^3J_{\text{PP}} = 8$ und 48 Hz.

DANK

Herrn Dr. Günther Burget und Herrn Konstantin Karaghiosoff danken wir für Beiträge zur PP-Kopplung bzw. ^{31}P -Verschiebung, den im Literaturverzeichnis zur Datensammlung genannten Kollegen danken wir für die Überlassung noch nicht veröffentlichter Werte und dem Fonds der Chemischen Industrie für seine Unterstützung.

LITERATUR

12. Mitteilung über ^{31}P -NMR.—11. Mitteilung: J. Högel, A. Schmidpeter, *Z. Anorg. Allg. Chem.*, **458**, 168 (1979).
- M. M. Crutchfield, C. H. Dungan, J. H. Letcher, V. Mark und J. R. Van Wazer, *Topics in Phosphorus Chemistry*, Band 5 (M. Grayson, E. J. Griffith) Interscience Publ., New York 1967.
- G. Mavel, *Ann. Rep. NMR Spectroscopy*, Band 5B (E. F. Mooney) Academic Press, London 1973.
- R. K. Harris und B. E. Mann, *NMR and the Periodic Table*, Academic Press, London 1978, S. 100.
- D. G. Gorenstein, *Progr. Nucl. Magn. Res.*, Band 16 (J. W. Emsley, J. Feeney, L. H. Sutcliffe), Pergamon Press, Oxford 1983, S. 1.
- Recommendations for the Presentation of NMR Data, *Pure Appl. Chem.*, **45**, 219 (1976).
- G. Heckmann und E. Fluck, *Z. Naturforsch.*, **B26**, 282 (1971); G. Krabbes, G. Großmann, *Z. Chem.*, **11**, 270, 471 (1971).
- G. Huttner, J. Born und L. Zsolnai, *J. Organomet. Chem.*, **263**, C 33 (1984).
- E. Fluck, *Topics in Phosphorus Chemistry*, **10**, 193 (1980).
- R. Appel, F. Knoll und I. Ruppert, *Angew. Chem.*, **93**, 771 (1981); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **20**, 731 (1981).
- A. H. Cowley, *Polyhedron*, **3**, 389 (1984).

12. A. H. Cowley und R. A. Kemp, *Chem. Rev.*, **85**, 367 (1985).
13. A. Schmidpeter und S. Lochschmidt und W. S. Sheldrick, *Angew. Chem.*, **94**, 72 (1982); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **21**, 63 (1982).
14. Für den Fall der Phosphaalkene $\text{P}=\text{CR}_2$ wurde bereits früher auf den angeführten Einfluß von $\text{R}^{10,15}$ und auf die $\delta^{13}\text{C}/\delta^{31}\text{P}$ -Parallele¹⁰ hingewiesen.
15. Th. Klebach, R. Lourens und F. Bickelhaupt, *J. Am. Chem. Soc.*, **100**, 4886 (1978).
16. K. A. O. Starzewski und H. tom Dieck, *Phosphorus*, **6**, 177 (1976).
17. H.-O. Kalinowski, S. Berger und S. Braun, ¹³C-NMR-Spektroskopie, Thieme, Stuttgart, 1984.
18. W. Gobler, *Z. Naturforsch.*, **B36**, 1561 (1981).
19. W.-H. Pan und J. P. Fackler, Jr., *J. Am. Chem. Soc.*, **100**, 5783 (1978).
20. W. McFarlane und D. S. Rycroft, *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, **1973**, 2162.
21. S. W. Carr und R. Colton, *Aust. J. Chem.*, **34**, 35 (1981).
22. In einigen Fällen²³⁻²⁶ wurden relative Vorzeichen ermittelt.
23. R. Appel, V. Barth, F. Knoll und I. Ruppert, *Angew. Chem.*, **91**, 936 (1979); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **18**, 873 (1979).
24. A. Schmidpeter, G. Burget, H. G. von Schnering und D. Weber, *Angew. Chem.*, **96**, 795 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 816 (1984).
25. A. Schmidpeter, G. Burget und W. S. Sheldrick, *Angew. Chem.*, **97**, 602 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, (1985).
26. A. Schmidpeter und S. Lochschmidt, *Z. Naturforsch.*, **B40**, 765 (1985).
27. Vgl. dazu A. H. Cowley, J. E. Kilduff, M. Pakulski und C. A. Stewart, *J. Am. Chem. Soc.*, **105**, 1655 (1983).
28. A. Schmidpeter und B. Wrackmeyer, *Z. Naturforsch.*, **B41**, 553 (1986).

TABELLE V

 $\delta^{31}\text{P}$ -Werte des zweifachkoordinierten Phosphors (Substituentensymbole siehe Tabelle I)

$\delta^{31}\text{P}$
Lit.

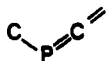
$\text{H}-\text{P}=\text{C}$

$\text{H}-\text{P}=\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{X} \\ \searrow \text{Y} \end{matrix}$

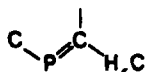
$\text{X} = \text{NMe}_2$	$\text{Y} = \text{Me}$	+ 10 (Z), - 30 (E)	44
$\text{NMe}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	CH_2	- 46 (Z), - 66 (E)	44
NMe_2	NMe_2	- 63	44
NMe_2	NEt_2	- 47 (Z), - 52 (E)	141
NEt_2	NEt_2	- 38	141
$\text{OLi} \cdot \text{DME}$	<i>t</i> Bu	+ 9	120
OSiMe_3	<i>t</i> Bu	+ 54 (Z), + 38 (E)	3
F	F	- 62	33

$\delta^{31}\text{P}$

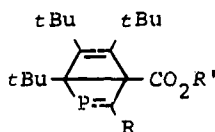
Lit.



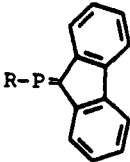
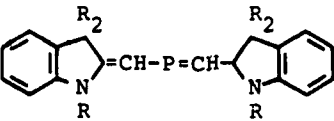
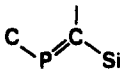
Ttb—P=C=CPh ₂	+ 72	99
Ph—P=C=N ⁻ [18]Krone-6-K ⁺	- 109	85
NC—P=C=N ⁻ [18]Krone-6-K ⁺	- 193	79
<i>t</i> Bu—P=C=N <i>t</i> Bu	- 65	50
Ph—P=C=N <i>t</i> Bu	- 99	50
Mes—P=C=N <i>t</i> Bu	- 127	50
Ttb—P=C=NPh	- 106	99
Ttb—P=C=P—Ttb	+ 141, + 143	12, 97
<i>t</i> Bu—P=C=O	- 180	11
Ttb—P=C=O	- 207	7

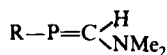
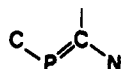


Ttb—P=CH ₂	+ 290	42
Ttb—P=CHR	R = Ph	+ 259 (E), + 242 (Z) 101, 142
	4-Me ₂ NC ₆ H ₄	+ 232 (E), + 215 (Z) 142
	4-HOC ₆ H ₄	+ 244 (E), + 225 (Z) 142
	2-MeOC ₆ H ₄	+ 261 (E), + 240 (Z) 142
	4-MeOC ₆ H ₄	+ 248 (E), + 229 (Z) 142
	2,4-(MeO) ₂ C ₆ H ₃	+ 247 (E), + 224 (Z) 142
	4-ClC ₆ H ₄	+ 264 (E), + 247 (Z) 142
	4-BrC ₆ H ₄	+ 265 (E), + 249 (Z) 142
R—P=CPh ₂	R = Ph	+ 232 21
	2,6-Me ₂ C ₆ H ₃	+ 233 48
	Mes	+ 233 3
	Ttb	+ 233 21

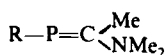


R = <i>i</i> Pr	R' = Me	+ 311	113
<i>t</i> Bu	Me	+ 314	113
<i>t</i> Bu	<i>t</i> Bu	+ 316	113
CH ₂ <i>t</i> Bu	Me	+ 313	113
1-Ad	Me	+ 314	113
1-Ad	<i>t</i> Bu	+ 317	113
1-C ₆ H ₁₀ Me	Me	+ 315	113
1-C ₆ H ₁₀ Me	<i>t</i> Bu	+ 316	113

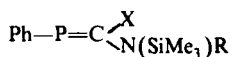
	$\delta^{31}\text{P}$	Lit.
	$\text{R} = 2,6\text{-Me}_2\text{C}_6\text{H}_3$ Mes Ttb	+ 243 + 245 + 253 129 129 142
$t\text{Bu}-\text{P}=\text{C}\begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \diagdown \\ \text{CO}_2\text{Me} \end{smallmatrix}$		+ 160 107
	$\text{R} = \text{Me}$ Et	+ 356 + 352 37 37
$t\text{Bu}-\text{P}-\text{C}_5\text{Me}_5^+ \text{AlCl}_4^-$		+ 168 32
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{CH}-\text{P}-\text{C}_5\text{Me}_5^+ \text{AlCl}_4^-$		+ 266 32
$\text{Fc}-\text{P}-\text{Fc}^+ \text{AlCl}_4^-$		+ 184 32
		
$\text{Ttb}-\text{P}=\text{C}\begin{smallmatrix} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$		+ 328 42
$\text{R}-\text{P}=\text{C}\begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \diagdown \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Et}$ Bu <i>t</i> Bu C_6H_{11} Ph 4-MeC ₆ H ₄ Ttb CH=CH ₂ CH=CHMe CH=CMe ₂ C≡CPh C≡CSiMe ₃	+ 306 + 304 + 328, + 290 + 313 + 277 + 275 + 293 + 268 + 267, + 253 + 256, + 287 + 208, + 226 + 211, + 228 20 20 3 20 3 20 20 20 20 15 15
$\text{R}-\text{P}=\text{C}\begin{smallmatrix} \text{SiMe}_3 \\ \diagdown \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = t\text{Bu}$ C_5Me_5 Ph Mes Ttb CH(SiMe ₃) ₂ C(SiMe ₃) ₃ C≡CPh C≡CSiMe ₃ C≡N	+ 439 + 371 + 376 + 381 + 393 + 404 + 422 + 285 + 288 + 342 3 159 3 94 31 31 31 15 15 152



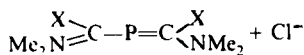
R = <i>i</i> Bu	+ 119	21
Ph	+ 70 (E), + 68 (Z)	3
Mes	+ 57	3
Ttb	+ 85	59



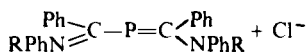
R = Ph	+ 86	104
Ttb	+ 96	59



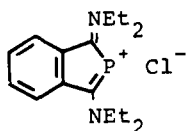
X = <i>i</i> Bu	R = Ph	+ 249	3
Me	Ph	+ 122	3
C ₆ H ₁₁	Ph	+ 178	3
Ph	Ph	+ 225, + 144	3
2,6-Et ₂ C ₆ H ₃	Ph	+ 126	3
4-MeOC ₆ H ₄	Ph	+ 138	3
4-ClC ₆ H ₄	Ph	+ 236, + 149	3
Ph	Mes	+ 122	3
Ph	4-MeOC ₆ H ₄	+ 215, + 146	3
Ph	4-ClC ₆ H ₄	+ 220, + 152	3



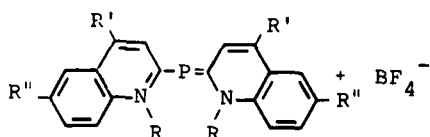
X = H	+ 42	84
Me	+ 25	91
<i>i</i> Bu	+ 34	84
C ₆ H ₁₁	+ 16	84
Ph	+ 113	84
4-MeOC ₆ H ₄	+ 114	91
4-NO ₂ C ₆ H ₄	+ 117	84



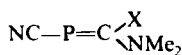
R = Me	+ 137	91
Ph	+ 172	91



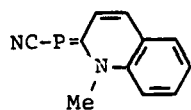
+ 98	91
------	----



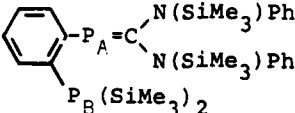
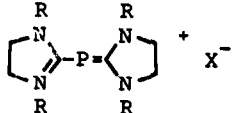
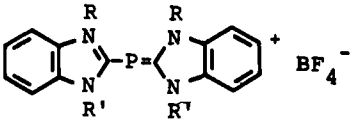
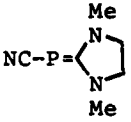
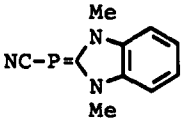
R = Me	R' = H	R'' = H	+ 57	102
Et	H	H	+ 57	34
Et	Me	H	+ 49	34
Et	H	Br	+ 67	34

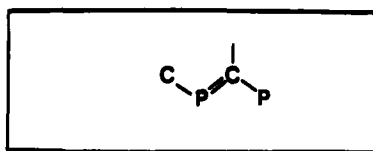


X = <i>i</i> Bu	- 44	89
Ph	- 19	91

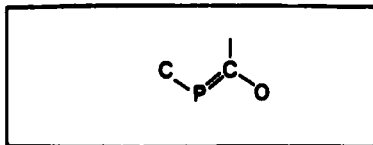


- 38	80
------	----

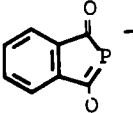
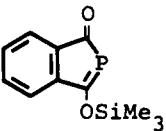
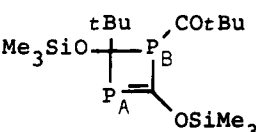
	$\delta^{31}\text{P}_A$	$\delta^{31}\text{P}_B$	Lit.
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NMe}_2 \\ \text{NMe}_2 \end{smallmatrix}$			
$\text{R} = \text{tBu}$	+92		44
Ph	+28		66
Mes	+9		66
$o\text{-Phenylen}$	+31		41
$\text{C}(\text{OSiMe}_3)=\text{CHSiMe}_3$	+30		56
$\text{C}(\text{OSiMe}_3)=\text{NPh}$	+7		56
CF_3	+8		155
$\text{Me}_3\text{SiO}-\text{C}(\text{Me}_3\text{Si})=\text{C}=\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NEt}_2 \\ \text{NEt}_2 \end{smallmatrix}$	+42		56
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{N}(\text{SiMe}_3)\text{Ph} \\ \text{N}(\text{SiMe}_3)\text{Ph} \end{smallmatrix}$			
$\text{R} = \text{Me}$	+116		3
tBu	+170		3
C_6H_{11}	+148		3
Ph	+121		3
$4\text{-Me}_2\text{NC}_6\text{H}_4$	+126		3
$o\text{-Phenylen}$	+116		104
$\text{C}(\text{NPhSiMe}_3)=\text{NPh}$	+91		40
	+127	-144	104
$\text{Me}_2\text{N}-\text{C}=\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NMe}_2 \\ \text{NMe}_2 \end{smallmatrix} + \text{Cl}^-$	-21		82
			
$\text{R} = \text{Me}$	-93	$\text{X} = \text{Cl}$	82
Et	-95	BPh_4	82
			
$\text{R} = \text{Me}$	-104	$\text{R}' = \text{Me}$	34
Me	-105	Et	34
Me	-98	$i\text{Pr}$	34
Et	-112	Et	34
Et	-109	$i\text{Pr}$	34
$\text{NC}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NMe}_2 \\ \text{NMe}_2 \end{smallmatrix}$	-92		91
	-131		91
	-133		80

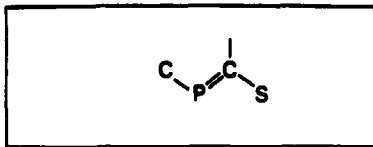


$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{P}_\text{B} \text{TtbR} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{H}$	+278	-56	98	46
	<i>t</i> Bu	+261	+15	183	46
	Ttb	+251	-10	140	46
	O <i>t</i> Bu	+283	+84	195	46
	Cl	+322	+64	357	46
	Br	+323	+60	360	46
	I	+316	+44	339	46
		+252	-3	125	46
$\text{Ph}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{N}(\text{SiMe}_3)\text{R} \\ \text{P}_\text{B}(\text{SiMe}_3)\text{Ph} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Ph}$	+214	-39	79	2
	4-MeC ₆ H ₄	+204			3
	2-MeC ₆ H ₄	+136			3
	2-F ₃ CC ₆ H ₄	+137			3
	4-FC ₆ H ₄	+201			3
	2-FC ₆ H ₄	+143	-40	72	2
	4-ClC ₆ H ₄	+221	-39	78	2
	3-ClC ₆ H ₄	+229, +142	-39, -41	70, 37	2
	2-ClC ₆ H ₄	+140	-41	39	2
	2,3-Cl ₂ C ₆ H ₃	+143	-41	37	2
	4-BrC ₆ H ₄	+220			3
	2-MeOC ₆ H ₄	+141			3
	COOEt	+244, +180			3
	COPh	+155			3
$\text{Ph}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{N}(\text{SiMe}_3)\text{Ph} \\ \text{P}_\text{B}(\text{SiMe}_3)\text{R} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = 2\text{-ClC}_6\text{H}_4$	+140	-41	39	10
	4-F ₃ CC ₆ H ₄	+234	-38	74	10
	COPh	+155	-40	155	5
$(\text{Ph}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{N}(\text{SiMe}_3)\text{R} \\ \text{P}_\text{B}\text{Ph}_2 \end{smallmatrix})$	$\text{R} = \text{Ph}$	d, 1 +235	-3	AA' 0 AB 137 AB' 56 BB' 151	1
	meso	+258	-12	AA' 39 AB 157 AB' 25 BB' 113	1
	4-ClC ₆ H ₄	+261	-14		1
	3-ClC ₆ H ₄	+259	-13		1
		+241	+105	17	9
		+113	+72	22	5



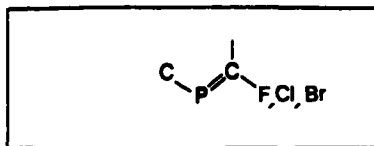
$\text{Ph}-\text{P}=\text{C}(\text{OLi} \cdot \text{DME})\text{tBu}$			+ 67	135
$\text{Ph}-\text{P}=\text{C}(\text{OSiMe}_3)$ 			+ 138	19
$\text{R}-\text{P}=\text{C}(\text{X})\text{OSiMe}_3$	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{X} = \text{tBu}$	+ 120	3
	Me	Ph	+ 141	26
	tBu	Me	+ 168	109
	tBu	$i\text{Pr}$	+ 171	109
	tBu	tBu	+ 176	3
	tBu	CH_2Ph	+ 198	109
	tBu	CF_3	+ 212	109
	tBu	Ph	+ 200, + 188	26
	tBu	CHPhCO_2Me	+ 193	136
	C_6H_{11}	tBu	+ 154	3
	CH_2SiMe_3	tBu	+ 127	114
	$\text{CH}(\text{Me})\text{SiMe}_3$	tBu	+ 149	114
	$\text{CH}(\text{CO}_2\text{tBu})\text{SiMe}_3$	tBu	+ 112	114
	Ph	tBu	+ 137	3
	Ph	Ph	+ 153, + 149	26
	Mes	tBu	+ 123	26
	Mes	Ph	+ 143, + 141	26
	$\text{CH}=\text{CHPh}$	tBu	+ 121	16
	$\text{CH}=\text{CHPh}$	Ph	+ 139	16
	$\text{CH}=\text{C}(\text{OSiMe}_3)\text{tBu}$	tBu	+ 120	3
$\text{tBu}-\text{P}=\text{C}(\text{X})\text{OSiMe}_2\text{R}$	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{X} = \text{CH}=\text{CHPh}$	+ 174	16
	tBu	Ph	+ 160 (E), + 141 (Z)	95
$\text{Me}_3\text{SiO}-\text{C}(\text{tBu})=\text{P}-\text{CH}_2-\text{P}=\text{C}(\text{tBu})\text{OSiMe}_3$			+ 124	121
$\text{Ph}-\text{P}=\text{C}(\text{NPhSiMe}_3)\text{OSiMe}_3$			+ 57	26
$\text{O}=\text{C}(\text{Me})-\text{P}=\text{C}(\text{OR})\text{Me}$	$\text{R} = \text{H}$		+ 73	22
	SiMe_3		+ 130 (Z), + 136 (E)	132
$\text{O}=\text{C}(\text{tBu})-\text{P}=\text{C}(\text{OR})\text{tBu}$	$\text{R} = \text{H}$		+ 51	23
	Li		+ 51	23
	Na		+ 42	23
	$\text{Cr}_{1/3}$		+ 51	23
	$\text{Ni}_{1/2}$		+ 180	23
	SiMe_3		+ 124	3
$\text{O}=\text{C}(\text{Ph})-\text{P}=\text{C}(\text{OR})\text{Ph}$	$\text{R} = \text{Li} \cdot \text{DME}$		+ 64	133
	$\text{Al}_{1/3}$		+ 68	134

		$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$	$\delta^{31}\text{P}_\text{B}$	J_{PP} [Hz]	Lit.
	[18]Krone-6- K^+	+ 43			51
		+ 77			54
$t\text{Bu}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{P}_\text{B} t\text{BuR} \\ \text{OSiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{COCl}$	+ 255	+ 61	11	8
	Cl	+ 250	+ 106	381	8
$t\text{Bu}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{P}_\text{B} (\text{SiMe}_3)\text{R} \\ \text{OSiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{H}$	+ 232			3
	Me	+ 222			3
	Bu	+ 223			3
	$t\text{Bu}$	+ 277			3
	$t\text{Bu}$	+ 232	- 12	10	8
	COMe	+ 241			3
	COPh	+ 236			3
	COCl	+ 255			3
	Cl	+ 252			3
$\text{Ph}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{P}_\text{B} (\text{SiMe}_3)\text{Ph} \\ \text{OSiMe}_3 \end{smallmatrix}$		+ 164			3
$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{P}_\text{B} \text{HTtb} \\ \text{OSiMe}_2\text{R} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Me}$	+ 171	- 46	66	12
	$t\text{Bu}$	+ 168	- 45	27	97
		+ 279	+ 104	16	9
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{OSiMe}_3 \\ \text{OSiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Me}$	- 18			18
	$t\text{Bu}$	+ 24			18
	Ph	+ 27			18



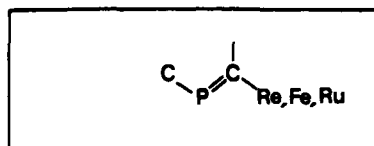
$t\text{Bu}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NRR}' \\ \text{SSiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{R}' = \text{Me}$	+219				26
	SiMe_3	Ph	+156				26
$\text{Mes}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{NPhSiMe}_3 \\ \text{SSiMe}_3 \end{smallmatrix}$			+141				26
 BF_4^-			-16				34
$\text{Me}_2\text{N}=\text{C}(\text{MeS})-\text{P}=\text{C}(\text{NMe}_2)(\text{SMc}) + \text{Cl}^-$			+45				84
 BF_4^-	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{R}' = \text{H}$	+26				34
	Et	H	+25				34
	Me	OMe	+22				34
$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{P}_\text{B} \text{HTtb} \\ \text{SH} \end{smallmatrix}$			+241	-47	235		14
 $\text{C}=\text{S}$			+229	+69	61		14
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{SR}' \\ \text{SR}' \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{R}' = \text{SiMe}_3$	+276				25, 26
	$i\text{Bu}$	SiMe_3	+322				25, 26
	Ph	SiMe_3	+262				25, 26
	Mes	SiMe_3	+261				25, 26
	Ttb	SiMe_3	+249				14
	$i\text{Bu}$	$i\text{Bu}$	+285, +288				49, 157
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{S} \\ \text{S} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = i\text{Bu}$		+73				104
	Ph		+45				104
	$o\text{-Phenylene}$		+35				43

$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$ $\delta^{31}\text{P}_\text{B}$ J_{PP} [Hz] Lit.

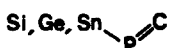


$\text{F}_3\text{C}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{X} \\ \searrow \text{F} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{NMe}_2$	-9 (Z)			155
	NEt_2	-10 (Z)			155
	P^iMe_2	-47, 79	-3, -10	45, 45	155
	OMe	+5 (E)			155
	OEt	+3 (E)			155
	F	+18			33
$\text{Ttb}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{X} \\ \searrow \text{Y} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{H}$	$\text{Y} = \text{Cl}$	+250		13
	H	Br	+262, +269		17
	Me	Cl	+253, +270		117
	Me	Br	+242		117
	SiMe_3	Br	+303		17
	SnMe_3	Cl	+319		117
	SnMe_3	Br	+298		117
	Cl	Cl	+232		117
	Br	Br	+269		117
	Li	Cl	+179		117
	Li	Br	+257		117

$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$ $\delta^{31}\text{P}_{\text{B,C,D}}$ J_{PP} [Hz] Lit.



$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{P}_\text{B}-\text{Ttb} \\ \searrow \text{Pt}-\text{P}_\text{D}-\text{Ph}_3 \\ \\ \text{P}_\text{C}-\text{Ph}_3 \end{smallmatrix}$		-47	$\text{B} + 237$	$\text{AB } 11$	158
			$\text{C} + 21$	$\text{AC } 0$	
			$\text{D} + 26$	$\text{AD } 53$	
				$\text{BC } 73$	
				$\text{BD } 76$	
				$\text{CD } 26$	
$\text{R}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{OSiMe}_3 \\ \searrow \text{X} \end{smallmatrix}$	$\text{R} = t\text{Bu}$	$\text{X} = \text{ReC}_5\text{H}_5(\text{CO})\text{NO}$	+250 (E), +286 (Z)		110
	$t\text{Bu}$	$\text{ReC}_5\text{Me}_5(\text{CO})\text{NO}$	+240 (E), +272 (Z)		105
	Ph	$\text{ReC}_5\text{Me}_5(\text{CO})\text{NO}$	+194 (E), +235 (Z)		105
	SiMe_3	$\text{ReC}_5\text{Me}_5(\text{CO})\text{NO}$	+212 (E)		105
	Ttb	$\text{FeC}_5\text{Me}_5(\text{CO})_2$	+269		110
	Ttb	$\text{RuC}_5\text{Me}_5(\text{CO})_2$	+240		110

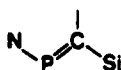

$$\text{Me}_3\text{Si}-\text{P}=\text{CPh}_2 \quad + 286 \quad 21$$

$\text{Me}_3\text{Si}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{X} \\ \diagup \diagdown \\ \text{OSiMe}_3 \end{array}$	X = <i>i</i> Pr	+102	113
	CH ₂ <i>t</i> Bu	+123	113
	<i>t</i> Bu	+120	3
	1-Ad	+123	115
	Tib	+165	69

$R-P=C \begin{matrix} \nearrow NMe_2 \\ \searrow NMe_2 \end{matrix}$	$R = SiMe_3$	- 47	53
	$SiMe_2 Ph$	- 52	143
	$SiPh_3$	- 85	143

$$\text{Me}_3\text{Si}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NMe}_2 \\ \searrow \text{NEt}_2 \end{array} \quad -38 \quad 143$$

$R-P=C \begin{matrix} \nearrow NEt_2 \\ \searrow NEt_2 \end{matrix}$	$R = SiMe_3$	-27	53
	$GePh_3$	-53	143
	$SnPh_3$	-65	143



$R_2N-P=C\begin{matrix} H \\ \diagup \\ SiMe_3 \end{matrix}$	$R_2N = iPr_2N$	+ 273	144
	Tmp	+ 281	144
	$tBu(Me_3Si)N$	+ 305	144
	$(Me_3Si)_2N$	+ 309	61, 63, 106

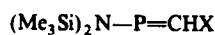
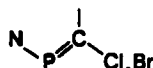
$R_2N-P=C \begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$R_2N = Me_2N$	+ 248	3
	iPr_2N	+ 238	3
	$(Me_2CH-CH_2)_2N$	+ 245	20
	$tBuHN$	+ 238	20
	Pip	+ 242	3
	MePhN	+ 254	3
	$MeCO-CH_2CO-PhN$	+ 269	20
	$Ph_2C=N$	+ 299 (Z), + 258 (E)	119

	$R = t\text{Bu}$ SiMe_3	$+287, +357$ $+283, +353$	123 123
--	-------------------------------------	------------------------------	------------

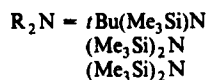
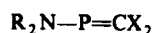
$$\begin{array}{c} \text{Ph} \quad \quad \text{R} \quad \text{R} \\ \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{Me}_3\text{Si}-\text{C}=\text{P}-\text{N}-\text{N}-\text{P}=\text{C}-\text{SiMe}_3 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{Ph} \quad \quad \text{R} \quad \text{R} \end{array}$$

R =	Me	+ 245	6
	Et	+ 240	6
	Pr	+ 239	6
	Bu	+ 241	6
	<i>i</i>Bu	+ 243	6

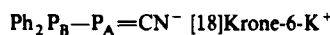
	$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$	$\delta^{31}\text{P}_\text{B}$	J_{PP} [Hz]	Lit.
$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R} \\ \quad \\ \text{HN}-\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{Ph} \\ \text{SiMe}_3 \end{array} \end{array}$	$\text{R} = s\text{Bu}$ C_6H_{11} Ph	+243, +243 +249 +240		6 6 6
$\begin{array}{c} \text{Ph} \quad \text{Ph} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{P}-\text{N}(\text{iPr})-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{SiMe}_3 \\ \text{SiMe}_3 \end{array} \end{array}$		+266		20
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{SiMe}_3 \\ \text{CH}=\text{CHSiMe}_3 \end{array}$		+317		64
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{SiMe}_3 \\ \text{SiMe}_3 \end{array}$	$\text{R}_2\text{N} = \text{Me}_2\text{N}$ Tmp $t\text{Bu}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$ $1\text{-Ad}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$ $\text{Mes}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$ $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$ $\text{Ttb}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$	+330 +407 +391 +392 +306 +383 +329		144 73 39, 73 39 39 39, 65 126
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{NMe}_2 \\ \text{NMe}_2 \end{array}$		+98		139
$\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{N}-\text{P}=\text{C}-\text{P} \end{array}$				
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}_\text{A}=\text{C} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{P}_\text{B}\text{R}_2 \end{array}$	$\text{R} = t\text{Bu}$ $\text{N}(\text{SiMe}_3)_2$	+299 +299	+16 +91	319 322 106 106
$\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{N}-\text{P}=\text{C}-\text{O},\text{S} \end{array}$				
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{SiMe}_3 \\ \text{OMe} \end{array}$		+157		63
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{SMe} \\ \text{SMe} \end{array}$	$\text{R}_2\text{N} = \text{Et}_2\text{N}$ $i\text{Pr}_2\text{N}$ $t\text{BuHN}$ $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	+233 +254 +245 +258		157 157 157 157
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{l} \text{SiBu} \\ \text{SiBu} \end{array}$	$\text{R}_2\text{N} = t\text{BuHN}$ $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	+249 +267		157 157
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}=\text{C} \begin{array}{c} \text{S} \\ \text{S} \end{array}$	$\text{R}_2\text{N} = t\text{Bu}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$ $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	+251 +246		76 76

$\delta^{31}\text{P}_A$ $\delta^{31}\text{P}_B$ J_{PP} [Hz] Lit.

X = Cl +272 (E), +272 (Z)
 Br +276 (E), +289 (Z)

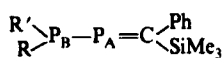
68
68

X = Cl +258
 Cl +252
 Br +277

68
67
68

-169

0 302 89



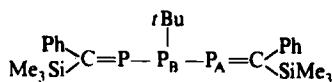
R =

$t\text{Bu}$
 C_6H_{11}
 Ph
 $t\text{Bu}$
 C_6H_{11}
 Ph
 SiMe_3

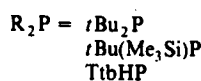
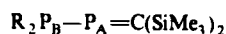
R' = $t\text{Bu}$

+331
 C_6H_{11} +336
 Ph +324
 SiMe_3 +331
 SiMe_3 +332
 SiMe_3 +320
 SiMe_3 +320

+16 232 20
 -11 238 20
 -18 250 20
 +47 255 20
 -68 260 20
 +69 276 20
 -163 250 20

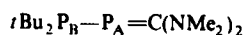


+319

+2 262 20
269

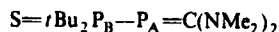
+450
 +478
 +447

+20 220 145
 -29 244 126
 -52 247 153



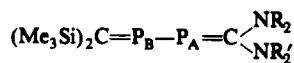
-11

+28 256 145



-54

+92 439 145

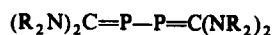


R = Me
 Me
 Et

R' = Me
 Et
 Et

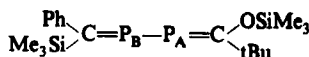
+100
 +101
 +105

+455 403 152
 +457 403 152
 +461 399 152



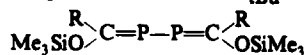
R = Me
 Et

+34
 +54

146
146

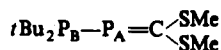
+149

+328 288 20



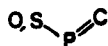
R = $t\text{Bu}$
 Ttb

+132
 +196

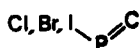
9
69

+175

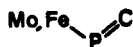
+14 223 157

$\delta^{31}\text{P}_A$ $\delta^{31}\text{P}_B$ $J_{\text{PP}}[\text{Hz}]$ Lit.


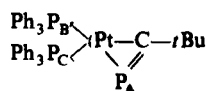
$\text{RO-P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$	$\text{R} = \text{Me}$	+ 305	3
	$t\text{Bu}$	+ 291	3
	Ph	+ 323, + 291	3
	$4-t\text{BuC}_6\text{H}_4$	+ 291, + 323	20
$\text{MeO-P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$		+ 371	146
$\text{BuS-P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$		+ 301	3
$\text{Cp}(\text{CO})_3\text{WS-P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$		+ 417	160



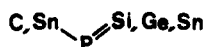
$\text{F}-\text{P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$			+ 367	147
$\text{Cl}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{Y} \\ \text{X} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{Ph}$	$\text{Y} = \text{H}$	+ 272, + 274	3
	Ph	Ph	+ 235	3
	SiMe_3	H	+ 312	3
	SiMe_3	Ph	+ 273	3
	SiMe_3	SiMe_3	+ 343	3, 147
	OSiMe_3	$t\text{Bu}$	+ 182	9
	SMe	SMe	+ 210	157
	SiBu	SiBu	+ 211	157
$\text{Br}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{Y} \\ \text{X} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{SiMe}_3$	$\text{Y} = \text{Ph}$	+ 278	3
	SiMe_3	SiMe_3	+ 342	4
			+ 352	147
$\text{I}-\text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{Ph} \\ \text{SiMe}_3 \end{smallmatrix}$			+ 280	3
$\text{I}-\text{P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$			+ 361	147



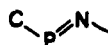
$\text{C}_5\text{R}_5(\text{CO})_2\text{M} \text{---} \text{P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$	M = Mo	R = H	+497	30
	Mo	Me	+493	160
	W	H	+446	160
	W	Me	+448	159
$\text{C}_5\text{R}_5(\text{CO})_3\text{M} \text{---} \text{P}=\text{C}(\text{SiMe}_3)_2$	M = Mo	R = H	+529	160
	Mo	Me	+589	159, 160
	W	H	+505	160
	W	Me	+557	159
$\text{C}_5\text{R}_5(\text{CO})_2\text{Fe} \text{---} \text{P}=\text{C} \begin{smallmatrix} \text{X} \\ \text{OSiMe}_3 \end{smallmatrix}$	X = <i>t</i> Bu	R = H	+215	110
	Ph	H	+238	110
	Ph	Me	+287	110
	Mes	H	+208	110
	Mes	H	+252	110



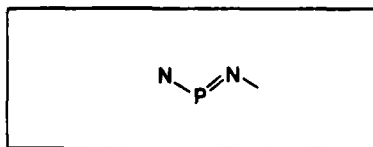
+57	B + 115	AB 15	161
	C + 112	AC 24	
		BC 20	



Ttb—P=SiMes ₂	+136	93
Ph—P—Si <i>t</i> Bu ₃ [−] Na ⁺	−158	92
Ph—P—SiPh ₃ [−] Na ⁺	−154	92
NC—P—Si <i>t</i> Bu ₃ [−] Na ⁺	−294	89
Me ₃ Si—P—SiMe ₃ [−] Li ⁺	−301	36
Ph ₃ Si—P—SiPh ₃ [−] Li ⁺	−320	92
Ttb—P=GeMes ₂	+175	112
Ph—P—SnPh ₃ [−] Li ⁺	−150	92
NC—P—SnPh ₃ [−] Li ⁺	−313	89
Ph ₃ Sn—P—SnPh ₃ [−] Li ⁺	−363	89



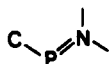
<i>t</i> Bu—P=N <i>t</i> Bu	+472	62
Ttb—P=N <i>t</i> Bu	+452	125
Ttb—P=N(1-Ad)	+457	148
Ttb—P=N(2-Me-4, 6- <i>t</i> Bu ₂ C ₆ H ₂)	+420	127
<i>i</i> Pr—P=NTtb	+491	163
<i>t</i> Bu—P=NTtb	+490	148, 163
Ph—P=NTtb	+415	148, 163
Mes—P=NTtb	+456	148
(Me ₃ Si) ₂ CH—P=NTtb	+487	163
Ttb—P=NSiMe ₃	+476	72
Ttb—P _A =N—P _B <i>t</i> Bu ₂	+397	89 25 149

$\delta^{31}\text{P}_A$ $\delta^{31}\text{P}_{B,C}$ J_{PP} [Hz] Lit.


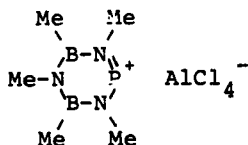
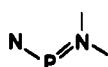
$\text{RR}'\text{N}=\text{P}=\text{N}i\text{Pr}$	$\text{R} = i\text{Pr}$	$\text{R}' = t\text{Bu}$	+ 307			78
$\text{RR}'\text{N}=\text{P}=\text{N}t\text{Bu}$	$\text{R} = \text{Pr}$	$\text{R}' = \text{Pr}$	+ 290			34
	CH_2iPr	Bu	+ 291			34
	$i\text{Pr}$	$i\text{Pr}$	+ 296			34
	$i\text{Pr}$	$t\text{Bu}$	+ 304			78
	$t\text{Bu}$	$t\text{Bu}$	+ 316			34
	$t\text{Bu}$	$\text{CH}_2\text{CO}_2i\text{Pr}$	+ 202			108
	Me	SiMe_3	+ 303			131
	$i\text{Pr}$	SiMe_3	+ 318			131
	$t\text{Bu}$	SiMe_3	+ 328			34
	Mes	SiMe_3	+ 320			60
	SiMe_3	SiMe_3	+ 330			34
	NMe_2	SiMe_3	+ 321			34
	Me	$\text{N}(\text{SiMe}_3)_2$	+ 297			131
	SiMe_3	$\text{N}(\text{SiMe}_3)_2$	+ 328			131
$\text{Tmp}-\text{P}=\text{N}t\text{Bu}$			+ 314			130
$\text{Tmp}-\text{P}=\text{N}t\text{tb}$			+ 311			149
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{N}(1\text{-Ad})$						124
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{N}t\text{tb}$			+ 327			149
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}=\text{N}-\text{SiMe}_3$	$\text{R}_2\text{N} = i\text{Pr}t\text{BuN}$		+ 293			78
	Tmp		+ 303			75
	$\text{Mes}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$		+ 306			60
	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$		+ 326			34
	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{NMeN}$		+ 276			131
$\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{O}-\text{C}(\text{SiMe}_3)=\text{N}-\text{P}=\text{NSiMe}_3$			+ 325			71
$\text{R}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}=\text{C}(\text{SiMe}_3)=\text{N}-\text{P}=\text{NSiMe}_3$	$\text{R} = \text{Ph}$		+ 327			52
	Naphthyl		+ 328			52
$i\text{Pr}_2\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(t\text{Bu})_2$			+ 296	+ 96	134	149
$\text{Tmp}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(t\text{Bu})_2$			+ 330	+ 92	220	149
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(t\text{Bu})_2$			+ 344	+ 90	176	57
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B\text{Me}(t\text{Bu})_2^+ \text{I}^-$			+ 367	+ 89	61	57
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(t\text{Bu})_2=\text{S}$			+ 300	+ 50	49	57
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(t\text{Bu})_2=\text{Se}$			+ 371	+ 88	76	149

$\delta^{31}\text{P}$

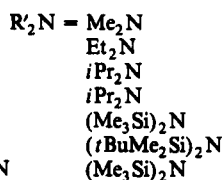
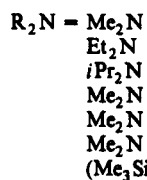
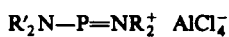
Lit.



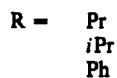
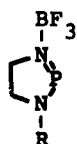
+ 513	32
+ 111	32
+ 259	32



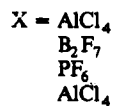
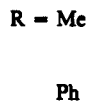
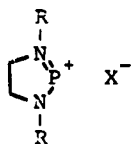
+ 302	32
-------	----



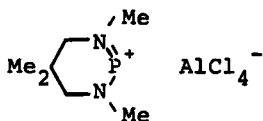
+ 264	32, 140
+ 263	32
+ 313	32
+ 290	32
+ 354	32
+ 370	32
+ 450	28



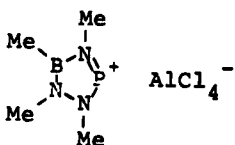
+ 285	156
+ 284	156
+ 280	156



+ 264	32
+ 274	137
+ 264	137
+ 254	32

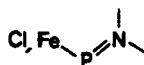


+ 222	32
-------	----

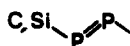


+ 228	32
-------	----

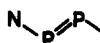
	$\delta^{31}\text{P}_A$	$\delta^{31}\text{P}_B$	J_{PP} [Hz]	Lit.
$\begin{array}{c} \text{SiMe}_3 \\ \\ \text{Cl}_2\text{Al}-\text{N}=\text{P} \\ \\ \text{SiMe}_3 \end{array}$	+ 379			32
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{N}-\begin{array}{c} \text{SiMe}_3 \\ \diagup \\ \text{AlCl}_3 \end{array}$	+ 450			32
$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{X}_2\text{Si}-\text{N}=\text{P}^+ \\ \\ \text{R} \end{array} \quad \text{AlCl}_4^-$	$\text{R} = t\text{Bu} \quad \text{X} = \text{Me} \quad + 305$ $\text{SiMe}_3 \quad \text{Cl} \quad + 343$			116 32
$\begin{array}{c} t\text{Bu} \\ \\ \text{XMe}_2\text{Sn}-\text{N}=\text{P}^+ \\ \\ t\text{Bu} \end{array}$	$\text{X} = \text{Ph} \quad + 274 (\text{CH}_2\text{Cl}_2)$ $\quad \quad + 259 (\text{C}_6\text{D}_6)$ $\text{Cl} \quad + 260 (\text{CH}_2\text{Cl}_2)$ $\quad \quad + 276 (\text{C}_6\text{D}_6)$			138 138
$\begin{array}{c} t\text{Bu} \\ \\ \text{R}-\text{P}-\text{N}=\text{P}^+ \\ \quad \\ \text{tBu} \quad \text{tBu} \end{array} \quad \text{AlCl}_4^-$	$\text{R} = \text{Me} \quad + 252$ $\text{NMe}_2 \quad + 332$ $\text{Cl} \quad + 366$	+ 201 + 124 + 177	36 58 73	77 47 28
$\begin{array}{c} t\text{Bu} \\ \\ \text{Cl}-\text{As}-\text{N}=\text{P}^+ \\ \quad \\ \text{tBu} \end{array} \quad \text{AlCl}_4^-$	+ 357			118
$\begin{array}{c} t\text{Bu} \\ \\ \text{As}-\text{N}=\text{P}^{2+} \\ \quad \\ \text{tBu} \end{array} \quad (\text{AlCl}_4^-)_2$	+ 412			118
$\text{R}'-\text{P}_B=\text{N}-\text{P}_A=\text{NR}_2^+ (\text{AlCl}_4^-)_2$	$\text{R} = \text{Me} \quad \text{R}' = \text{Cl} \quad + 294$ $i\text{Pr} \quad \text{N}_3 \quad + 301$ $\quad \quad \quad + 310$ $i\text{Pr} \quad \text{Cl} \quad + 311$	+ 30 + 21 + 20 + 27	91 93 90 112	58 58 162 58, 162
$n\text{Bu}_3\text{P}_B=\text{N}-\text{P}_A=\text{NiPr}_2^+ \quad \text{AlCl}_4^-$	+ 307		+ 47	50 162
$(\text{Me}_2\text{N})_3\text{P}=\text{N}-\text{P}_A=\text{N}-\text{P}_B(\text{NMe}_2)_3^+ \quad \text{BF}_4^-$	+ 301		+ 26	70



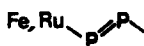
$\text{Cl}-\text{P}=\text{NR}_2^+ \text{AlCl}_4^-$	$\text{R} = \text{Me}$	+ 325		32
	$i\text{Pr}$	+ 334		32
$\text{Cp}(\text{CO})_2\text{Fe}-\text{P}=\text{NiPr}_2^+ \text{PF}_6^-$		+ 954		38



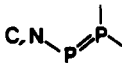
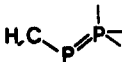
$\text{R}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{R}'$	$\text{R} = \text{Ttb}$	$\text{R}' = i\text{Bu}$	+ 525	+ 532	576	152
	Ttb	$\text{CH}(\text{SiMe}_3)_2$	+ 495	+ 508	575	29, 153
	$\text{C}(\text{SiMe}_3)_3$	$i\text{Bu}$	+ 530	+ 533	619	126
	$\text{C}(\text{SiMe}_3)_3$	$\text{C}(\text{SiMe}_3)_3$	+ 599			29
	Ttb	$\text{C}(\text{SiMe}_3)_3$	+ 530	+ 533	620	29, 153
	Ph	Ttb	+ 526	+ 456	549	29
	Mes	Ttb	+ 540	+ 468	574	29
	2,4,6- $i\text{Pr}_3\text{C}_6\text{H}_2$	Ttb	+ 541	+ 463	571	29
	2,3,4-Me ₃ -6- $i\text{BuC}_6\text{H}$	Ttb	+ 535	+ 470	572	29
	2-Me-4, 6- $i\text{Bu}_2\text{C}_6\text{H}_2$	Ttb	+ 517	+ 480	584	29
	Ttb	Ttb	+ 368(Z)			122
			+ 494(E)			29
	$\text{Cr}(\text{CO})_3$ -Komplex		+ 503	+ 479	591	98
	$[\text{Cr}(\text{CO})_3]_2$ -Komplex		+ 500			98
	C_5Me_5	C_5Me_5	+ 504			111
$\text{Me}_3\text{Si}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{Ttb}$			+ 628	+ 487	575	29

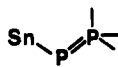
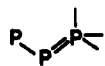
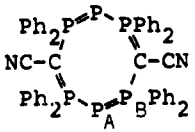
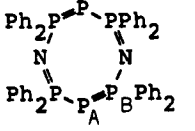


$\text{Tmp}-\text{P}=\text{P}-i\text{Bu}$			+ 508	+ 383	611	55
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{Ttb}$	$\text{R}_2\text{N} = i\text{Pr}_2\text{N}$		+ 448	+ 274	537	152
	Tmp		+ 461	+ 336	580	150
	$i\text{Bu}(\text{Me}_3\text{Si})\text{N}$		+ 476	+ 354	586	152
	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$		+ 502	+ 409	584	150
$\text{R}_2\text{N}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{NR}'_2$	$\text{R}_2\text{N} = \text{Tmp}$	$\text{R}'_2\text{N} = \text{Tmp}$	+ 471			74
	$\text{Me}_3\text{Si}/i\text{BuN}$	$\text{Me}_3\text{Si}/i\text{BuN}$	+ 499			29
	$\text{Me}_3\text{Si}/i\text{BuN}$	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	+ 507	+ 544	670	29
	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}$	+ 572			29
	$(i\text{BuMe}_2\text{Si})_2\text{N}$	$(i\text{BuMe}_2\text{Si})_2\text{N}$	+ 561			29

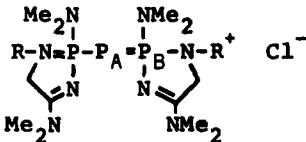
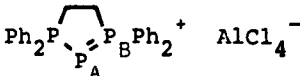
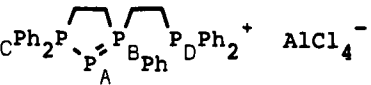
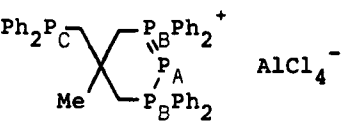
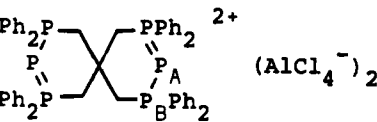
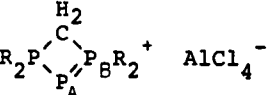


$\text{C}_5\text{Me}_5(\text{CO})_2\text{Fe}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{Ttb}$			+ 715	+ 554	594	110
$\text{C}_5\text{Me}_5(\text{CO})_2\text{Ru}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}-\text{Ttb}$			+ 677	+ 552	597	110

	$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$	$\delta^{31}\text{P}_\text{B,C}$	J_PP [Hz]	Lit.		
						
$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\begin{smallmatrix} \text{X} \\ \text{Ttb} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{O}$	+207	+70	684	96, 98	
	S	+256	+248	630	98	
	$\text{Fe}(\text{CO})_4$	+424	+396	578	29	
	$\text{Ni}(\text{CO})_3$	+449	+422	540	29	
$\text{Ttb}-\text{P}=\text{P}\begin{smallmatrix} \text{X} \\ \text{Mes} \end{smallmatrix}$	$\text{X} = \text{Cr}(\text{CO})_5$	E + 501	412	518	100	
		Z + 394	385	603	100	
	$\text{Mo}(\text{CO})_5$	E + 486	395	519	100	
		Z + 398	359	586	100	
	$\text{W}(\text{CO})_5$	E + 462	352	529	100	
		Z + 393	322	577	100	
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{HC}-\text{P}=\text{P}\begin{smallmatrix} \text{Cr}(\text{CO})_5 \\ \text{CH}(\text{SiMe}_3)_2 \end{smallmatrix}$		Z + 477	+446	510	35	
$(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{N}-\text{P}=\text{P}\begin{smallmatrix} \text{Cr}(\text{CO})_5 \\ \text{N}(\text{SiMe}_3)_2 \end{smallmatrix}$		+564	+535	631	29	
		+556	+542	631	29	
$\text{Ttb}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\begin{smallmatrix} \text{Fe}(\text{CO})_4 \\ \text{CH}(\text{SiMe}_3)_2 \end{smallmatrix}$		+424	+416	517	29	
						
$\text{H}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{R}_2-\text{O}^-\text{Na}^+$	$\text{R} = \text{Et}$	-211	+86	383	89	
	Ph	-190	+71	401	89	
$\text{Ph}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{RR}'-\text{O}^-\text{Na}^+$	$\text{R} = \text{Ph}$	$\text{R}' = \text{Ph}$	-81	+61	442	92
	Me	O <i>i</i> Bu	-105	+95	428	92
	NMe ₂	NMe ₂	-111	+81	457	92
	OEt	OEt	-117	+76	489	92
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{R}_2-\text{O}^-\text{M}^+$	$\text{R} = \text{Ph}$	$\text{M} = \text{Na}$	-161	+56	363	89
	OEt	Na	-203	+69	393	89
	NMe ₂	Li	-205	+74	348	89
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{S}^-\text{Li}^+$			-142	+54	398	89
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{CHPh}^-\text{Li}^+$			-163	+58	366	89
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{CHP}_\text{C}\text{Ph}_2^-\text{Li}^+$			-174	B + 35 C - 15	AB 353 AC 48 BC 165	89
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{NPh}^-\text{Li}^+$			-180	+23	380	89
$\text{F}_3\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Me}_3$			-81	+13	440	27
$\text{NC}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{R}_3$	$\text{PR}_3 = \text{PBu}_3$	-216	+40	412	90	
	PMe ₂ Ph	-189	+25	417	90	
	PPh(NEt ₂) ₂	-184	+92	441	90	
	P(NMe ₂) ₃	-207	+106	427	90	
	PMorph ₃	-208	+93	450	90	

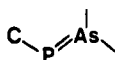
	$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$	$\delta^{31}\text{P}_\text{B,C}$	J_PP [Hz]	Lit.
				
$\text{Ph}_3\text{Sn}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{O}^-\text{Li}^+$	-220	+66	489	89
$\text{Ph}_3\text{Sn}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}(\text{NMe}_2)_3$	-299	+106	590	90
				
$\text{Ph}_2\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{X}^-\text{Li}^+$	$\text{X} = \text{O}$ -121	$\text{B} + 65$ $\text{C} - 16$	AB 464 AC 253 BC 88	89
	S -92	$\text{B} + 58$ $\text{C} - 8$	AB 481 AC 281 BC 98	89
$\text{Ph}_2\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}(\text{OEt})_2-\text{O}^-\text{Li}^+$	-166	$\text{B} + 80$ $\text{C} - 14$	AB 507 AC 250 BC 85	89
$\text{Ph}_2\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}(\text{NMe}_2)_3$	-163	$\text{B} + 101$ $\text{C} - 26$	AB 550 AC 241 BC 93	90
$\text{O}-\text{Et}_2\text{P}=\text{P}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Et}_2-\text{O}^{2-}(\text{Li}^+)_2$	-205	82	AB 538 AB' 4 AA' 276	83
$\text{O}-\text{Ph}_2\text{P}=\text{P}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{O}^{2-}(\text{Li}^+)_2$	-183	69	AB 573 AB' 3 AA' 268	83
$\text{O}-(\text{Me}_2\text{N})_2\text{P}=\text{P}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}(\text{NMe}_2)_2-\text{O}^{2-}(\text{Li}^+)_2$	-237	96	AB 616 AB' 8 AA' 300	89
	-141	+36	425	87
	-142	+35	429	87
$\text{RN}=\text{Ph}_2\text{P}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Ph}_2-\text{NR}^-\text{Li}^+$	$\text{R} = \text{C}_6\text{H}_{11}$ -130 Ph -120 $\text{P}_\text{C}\text{Ph}_2$ -123	+33 +32 $\text{B} + 46$ $\text{C} + 50$	397 410 AB 410 AC 8 BC 68 BB' 15	89 87 87

	$\delta^{31}\text{P}_\text{A}$	$\delta^{31}\text{P}_\text{B,C}$	J_{PP} [Hz]	Lit.
	-157	+92	444	89
$\text{O}=\text{RR}'\text{P}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{RR}'-\text{O}^-\text{M}^+$ $\text{R} = \text{Et}$ $\text{R}' = \text{Et}$ $\text{M} = \text{Li}$	-166	+79	402	83
	-154	+77	395	83
	-128	+59	403	83
	-116	+56	398	83
	-140	+87	403	89
	-136	+86	401	
	-188	+67	411	34
	-179	+69	412	103
	-200	+75	411	89
	-192	+34	404	89
$\text{O}=(\text{EtO})_2\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{R}_3$ $\text{R} = \text{Et}$	-218	B +44 C +58	AB 444 AC 365 BC 14	34
	-218	B +39 C +58	AB 456 AC 372 BC 14	34
$\text{O}=\text{Et}_2\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{Et}_2-\text{OSiMe}_3$	-183	B +110 C +72	AB 493 AC 350 BC 11	89
$\text{Ph}_3\text{P}_\text{C}-\text{P}_\text{A}=\text{P}_\text{B}\text{R}'\text{R}_2^+ \text{AlCl}_4^-$ $\text{R} = \text{Bu}$ $\text{R}' = \text{Bu}$	-199	B +32 C +32	AB 458 AC 503 BC 41	86
	-173	B +16 C +31	AB 463 AC 481 BC 26	86
	-180	B +24 C +30	AB 480 AC 482 BC 25	86
	-167	B +64 C +30	AB 501 AC 510 BC 30	
	-178	B +49 C +29	AB 524 AC 479 BC 27	86
	-176	B +98 C +31	AB 558 AC 548 BC 39	90
	-170	B +77 C +30	AB 479 AC 524 BC 27	86
	-180	B +84 C +29	AB 493 AC 523 BC 30	86
	-173	B +77 C +29	AB 497 AC 542 BC 32	86
	-181	B +76 C +28	AB 528 AC 526 BC 32	86
	-196	B +80 C +32	AB 562 AC 437 BC 15	86

			$\delta^{31}\text{P}_A$	$\delta^{31}\text{P}_{B,C,D}$	J_{PP} [Hz]	Lit.
$\text{R}_2\text{R}'\text{P}-\text{P}_A=\text{P}_B\text{R}'\text{R}_2^+\text{AlCl}_4^-$	$\text{R} = \text{Me}$	$\text{R}' = \text{Me}$	-156	14	452	90
	Bu	Bu	-229	33	473	86
	Me	Ph	-154	17	451	86
	Ph	Me	-176	23	463	86
	Ph	Ph	-174	30	502	86
	Ph	NEt_2	-164	79	508	86
	Ph	NHPh	-182	47	498	86
	NMe_2	NMe_2	-194	85	518	90
	Pip	Pip	-193	79	560	86
	Morph	Morph	-207	78	566	86
	OEt	OEt	-218	82	508	86
$(\text{Me}_2\text{N})_3\text{P}_C-\text{P}_A=\text{P}_B\text{R}'\text{R}_2^+\text{AlCl}_4^-$	$\text{R} = \text{Bu}$	$\text{R}' = \text{Bu}$	-213	B + 89 C + 30	AB 479 AC 497 BC 27	90
	Ph	NEt_2	-175	B + 63 C + 83	AB 528 AC 494 BC 30	90
$(\text{Et}_2\text{N})_2\text{PhP}_C-\text{P}_A=\text{P}_B\text{Ph}_2(\text{NEt}_2)^+\text{AlCl}_4^-$			-163	B + 63 C + 74	AB 528 AC 482 BC 27	90
	$\text{R} = \text{Me}$		-191	+102	442	154
	$\text{R} = \text{CH}_2\text{CN}$		-188	+104	445	
			-193	+102	443	154
			-232	+64	452	81
			-261	B + 70 C + 65 D - 16	AB 457 AC 456 AD 22 BC 12 BD 44 CD 10	88
			-243	B + 20 C - 30	AB 444 BC 4	88
			-250	+18	441	88
	$\text{R} = \text{NEt}_2$		-90	56	347	90
	Morph		-126	56	358	90

$\delta^{31}\text{P}_A$ Lit.

Ttb—P=As—CH(SiMe ₃) ₂	+ 575	29
(Me ₃ Si) ₂ HC—P=As—Ttb	+ 533	29
(Me ₃ Si) ₃ C—P=As—C(SiMe ₃) ₃	+ 668	29
Ttb—P=As—N(SiMe ₃) ₂	+ 541	151
Ttb—P=As—N(SiMe ₂ tBu) ₂	+ 544	151
Ttb—P=Sb—CH(SiMe ₃) ₂	+ 620	29
Ttb—P=Sb—N(SiMe ₂ tBu) ₂	+ 631	151



(Me ₃ Si) ₂ HC—P=As $\begin{matrix} \nearrow \text{Fe(CO)}_4 \\ \searrow \text{Ttb} \end{matrix}$	+ 429	128
---	-------	-----

LITERATUR ZUR $\delta^{31}\text{P}$ -SAMMLUNG

1. R. Appel, V. Barth, F. Knoll und I. Ruppert, *Angew. Chem.*, **91**, 936 (1979); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **18**, 873 (1979).
2. R. Appel und B. Laubach, *Tetrahedron Lett.*, **21**, 2497 (1980).
3. R. Appel, F. Knoll und I. Ruppert, *Angew. Chem.*, **93**, 771 (1981); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **20**, 731 (1981).
4. R. Appel, J. Peters und A. Westerhaus, *Tetrahedron Lett.*, **22**, 4957 (1981).
5. R. Appel, M. Halstenberg, F. Knoch und H. Kunze, *Chem. Ber.*, **115**, 2371 (1982).
6. R. Appel, S. Korte, M. Halstenberg und F. Knoch, *Chem. Ber.*, **115**, 3610 (1982).
7. R. Appel und W. Paulen, *Angew. Chem.*, **95**, 807 (1983); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **22**, 785 (1983).
8. R. Appel und W. Paulen, *Chem. Ber.*, **116**, 109 (1983).
9. R. Appel, V. Barth und F. Knoch, *Chem. Ber.*, **116**, 938 (1983).
10. R. Appel, F. Knoch, B. Laubach und R. Sievers, *Chem. Ber.*, **116**, 1873 (1983).
11. R. Appel und W. Paulen, *Tetrahedron Lett.*, **24**, 2639 (1983).
12. R. Appel, P. Fölling, B. Josten, M. Siray, V. Winkhaus und F. Knoch, *Angew. Chem.*, **96**, 620 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 619 (1984).
13. R. Appel, C. Casser, M. Immenkeppel und F. Knoch, *Angew. Chem.*, **96**, 905 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 895 (1984).

14. R. Appel, P. Fölling, L. Krieger, M. Siray und F. Knoch, *Angew. Chem.*, **96**, 981 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 970 (1984).
15. R. Appel, C. Casser und F. Knoch, *Chem. Ber.*, **117**, 2693 (1984).
16. R. Appel, F. Knoch und H. Kunze, *Chem. Ber.*, **117**, 3151 (1984).
17. R. Appel und C. Casser, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 4109 (1984).
18. R. Appel, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 4447 (1984).
19. R. Appel und S. Korte, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **510**, 123 (1984).
20. R. Appel, U. Klündgen und F. Knoch, *Chem. Ber.*, **118**, 1352 (1985).
21. G. Becker, W. Uhl und H.-J. Wessely, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **479**, 41 (1981).
22. G. Becker, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **480**, 38 (1981).
23. G. Becker, M. Rössler und G. Uhl, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **495**, 73 (1982).
24. G. Becker, W. Massa, R. E. Schmidt und G. Uhl, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **517**, 75 (1984).
25. G. Becker, O. Mundt und G. Uhl, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **517**, 89 (1984).
26. G. Becker, W. Becker und G. Uhl, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **518**, 21 (1984).
27. A. B. Burg, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **33**, 1575 (1971).
28. A. H. Cowley, M. Lattmann und J. C. Wilburn, *Inorg. Chem.*, **20**, 2916 (1981).
29. A. H. Cowley, *Polyhedron*, **3**, 389 (1984).
30. A. H. Cowley, N. C. Norman und S. Quashie, *J. Am. Chem. Soc.*, **106**, 5007 (1984).
31. A. H. Cowley, R. A. Jones, J. G. Lasch, N. C. Norman, C. A. Stewart, A. L. Stuart, J. L. Atwood, W. E. Hunter und H.-M. Zhang, *J. Am. Chem. Soc.*, **106**, 7015 (1985).
32. A. H. Cowley und R. A. Kemp, *Chem. Rev.*, **85**, 367 (1985).
33. H. Eshtiagh-Hosseni, H. Kroto und J. F. Nixon, *J. Organomet.*, **181**, C1 (1979).
34. E. Fluck, *Topics in Phosphorus Chemistry*, **10**, 193 (1980).
35. K. M. Flynn, H. Hope, B. D. Murray, M. M. Olmstead und P. P. Power, *J. Am. Chem. Soc.*, **105**, 7750 (1983).
36. G. Fritz, J. Härer und K. H. Scheider, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **487**, 44 (1982).
37. N. Gamon und C. Reichardt, *Angew. Chem.*, **89**, 418 (1977); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **16**, 404 (1977); *Liebigs Ann. Chem.*, **1980**, 2072.
38. J. A. Gladysz, H. Nakazawa, W. E. Bahro und G. Bertrant, *Inorg. Chem.*, **23**, 3431 (1984).
39. M. Haase, U. Klingebiel und L. Skoda, *Z. Naturforsch.*, **B39**, 1500 (1984).
40. K. Issleib, H. Schmidt und Ch. Wirkner, *Synth. React. Inorg. Met.-Org. Chem.*, **11**, 279 (1981).
41. K. Issleib, E. Leissring und H. Meyer, *Tetrahedron Lett.*, **22**, 4475 (1981).
42. K. Issleib, H. Schmidt und Ch. Wirkner, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **488**, 75 (1982).
43. K. Issleib, E. Leissring und H. Schmidt, *Phosphorus Sulfur*, **18**, 15 (1983).
44. K. Issleib, E. Leissring, M. Riemer und H. Oehme, *Z. Chem.*, **23**, 99 (1983).
45. H. H. Karsch, H. U. Reisacher und G. Müller, *Angew. Chem.*, **96**, 619 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 618 (1984).
46. H. H. Karsch, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 3687 (1984).
47. R. Keat und D. G. Thompson, *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, **1978**, 634.
48. T. A. van der Knaap, T. C. Klebach, F. Visser, F. Bickelhaupt, P. Ros, E. J. Baerends, C. H. Stam und M. Konijn, *Tetrahedron*, **40**, 765 (1984).
49. O. I. Kolodyazhnyi, I. V. Shevchenko und V. P. Kukhar, *Zh. Obshch. Khim.*, **53**, 473 (1983); *J. Gen. Chem. USSR*, **53**, 416 (1983).
50. O. I. Kolodyazhnyi, *Zh. Obshch. Khim.*, **53**, 1226 (1983); *J. Gen. Chem. USSR*, **53**, 1093 (1983).
51. C. L. Liotta, M. L. McLaughlin, D. G. van Derveer und B. A. O'Brien, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 1665 (1984).
52. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, A. V. Ruban und G. I. Volkov, *Zh. Obshch. Khim.*, **51**, 1668 (1981); *J. Gen. Chem. USSR*, **51**, 1421 (1981).
53. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und T. V. Pidvarko, *Zh. Obshch. Khim.*, **52**, 1925 (1982); *J. Gen. Chem. USSR*, **52**, 1707 (1982).
54. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, A. V. Ruban und S. V. Iksanova, *Zh. Obshch. Khim.*, **52**, 2796 (1982); *J. Gen. Chem. USSR*, **52**, 2465 (1982).
55. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und A. V. Kirsanov, *Phosphorus Sulfur*, **18**, 31 (1983).
56. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und T. V. Pidvarko, *Zh. Obshch. Khim.*, **53**, 1672 (1983); *J. Gen. Chem. USSR*, **53**, 1502 (1983).
57. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und E. O. Klebanskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 1425 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 1272 (1984).
58. M. R. Marre, M. Sanchez und R. Wolf, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1984**, 566.
59. J. Navech, J. P. Majoral, A. Meriem und R. Kraemer, *Phosphorus Sulfur*, **18**, 27 (1983).
60. J. Neemann und U. Klingebiel, *Chem. Ber.*, **114**, 527 (1981).
61. E. Niecke, W. W. Schoeller und D.-A. Wildbrecht, *Angew. Chem.*, **93**, 119 (1981); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **20**, 131 (1981).

62. E. Niecke, R. Rüger und W. W. Schoeller, *Angew. Chem.*, **93**, 1110 (1981); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **20**, 1034 (1981).
63. R. H. Neilson, *Inorg. Chem.*, **20**, 1679 (1981).
64. R. H. Neilson, *Phosphorus Sulfur*, **18**, 43 (1983).
65. R. H. Neilson, R. J. Thoma, I. Vickovic und W. H. Watson, *Organometallics* **3**, 1132 (1984).
66. H. Oehme, E. Leissring und H. Meyer, *Z. Chem.*, **21**, 407 (1981).
67. A. A. Prishchenko und I. F. Lutsenko, *Zh. Obshch. Khim.*, **51**, 2630 (1981); *J. Gen. Chem. USSR*, **51**, 2268 (1981).
68. A. A. Prishchenko, A. V. Gramor, Yu. N. Luzikov, A. A. Borisenko, E. I. Lazhko, K. Klaus und I. F. Lutsenko, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 1520 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 1354 (1984).
69. G. Märkl und H. Sejpka, *Tetrahedron Lett.* **27**, 171 (1986).
70. A. P. Marchenko, G. N. Koidan, A. M. Pinchuk und A. V. Kirsanov, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 1774 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 1581 (1984).
71. V. D. Romanenko, G. I. Volkov und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **52**, 926 (1982); *J. Gen. Chem. USSR*, **52**, 808 (1982).
72. V. D. Romanenko, A. V. Ruban und L. N. Markovskii, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1983**, 187.
73. V. D. Romanenko, L. K. Polyachenko und L. N. Markovskii, *Phosphorus Sulfur*, **19**, 189 (1984).
74. V. D. Romanenko, E. O. Klebanskii, V. F. Shulgin und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 465 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 415 (1984).
75. V. D. Romanenko, A. V. Ruban, S. V. Iksanova und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 313 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 278 (1984).
76. V. D. Romanenko, L. K. Polyachenko und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **54**, 965 (1984); *J. Gen. Chem. USSR*, **54**, 860 (1984).
77. O. J. Scherer und G. Schnabl, *Chem. Ber.*, **109**, 2996 (1976).
78. O. J. Scherer und H. Conrad, *Z. Naturforsch.*, **B36**, 515 (1981).
79. A. Schmidpeter und F. Zwaschka, *Angew. Chem.*, **89**, 747 (1977); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **16**, 704 (1977).
80. A. Schmidpeter, W. Gebler, F. Zwaschka und W. S. Sheldrick, *Angew. Chem.*, **92**, 767 (1980); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **19**, 722 (1980).
81. A. Schmidpeter, S. Lochschmidt und W. S. Sheldrick, *Angew. Chem.*, **94**, 72 (1982); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **21**, 63 (1982).
82. A. Schmidpeter, S. Lochschmidt und A. Willhalm, *Angew. Chem.*, **95**, 561 (1983); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **22**, 545 (1983).
83. A. Schmidpeter, G. Burget, H. G. von Schnering und D. Weber, *Angew. Chem.*, **96**, 795 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 816 (1984).
84. A. Schmidpeter und A. Willhalm, *Angew. Chem.*, **96**, 901 (1984); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **23**, 903 (1984).
85. A. Schmidpeter, K.-H. Zirzow, G. Burget, G. Huttner und I. Jibril, *Chem. Ber.*, **117**, 1695 (1984).
86. A. Schmidpeter, S. Lochschmidt und W. S. Sheldrick, *Angew. Chem.*, **97**, 214 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 226 (1985).
87. A. Schmidpeter und G. Burget, *Angew. Chem.*, **97**, 602 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 580 (1985).
88. A. Schmidpeter und S. Lochschmidt, *Z. Naturforsch.*, **B40**, 765 (1985).
89. A. Schmidpeter und G. Burget, unveröffentlicht.
90. A. Schmidpeter und S. Lochschmidt, unveröffentlicht.
91. A. Schmidpeter und A. Willhalm, unveröffentlicht.
92. A. Schmidpeter und K.-H. Zirzow, unveröffentlicht.
93. C. N. Schmit, F. M. Lock und F. Bickelhaupt, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 3011 (1984).
94. Z.-M. Xie, P. W. Neilson und R. H. Neilson, *Organometallics*, **4**, 339 (1985).
95. M. Yoshifuji, K. Toyota, K. Shibayama und N. Inamoto, *Chem. Lett.*, **1983**, 1653.
96. M. Yoshifuji, K. Ando, K. Toyota, I. Shima und N. Inamoto, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1983**, 419.
97. M. Yoshifuji, K. Toyota und N. Inamoto, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1984**, 689.
98. M. Yoshifuji und N. Inamoto, *Tetrahedron Lett.*, **24**, 4855 (1983).
99. M. Yoshifuji, K. Toyota, K. Shibayama und N. Inamoto, *Tetrahedron Lett.*, **25**, 1809 (1984).
100. M. Yoshifuji, T. Hashida, N. Inamoto, K. Hirotsu, T. Horiuchi, T. Higuchi, K. Ho und S. Nagase, *Angew. Chem.*, **97**, 230 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 211 (1985).
101. M. Yoshifuji, K. Toyota und N. Inamoto, *Tetrahedron Lett.*, **26**, 1727 (1985).
102. F. Zwaschka, Dissertation, München 1980.
103. D. Weber, K. Peters, H. G. von Schnering und E. Fluck, *Z. Naturforsch.*, **B38**, 208 (1982).
104. K. Issleib, persönliche Mitteilung.
105. L. Weber und K. Reizig, *Angew. Chem.*, **97**, 53 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 53 (1985).

106. I. F. Lutsenko, A. A. Prishchenko, A. A. Borisenko und E. S. Novikova, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **256**, 1401 (1981).
107. O. I. Kolodyazhnyi, *Zh. Obshch. Khim.*, **50**, 230 (1980).
108. Yu. G. Gololobov und L. I. Nestenova, *Zh. Obshch. Khim.*, **51**, 2638 (1981); *J. Gen. Chem. USSR*, **51**, 2275 (1981).
109. O. I. Kolodyazhnyi und W. P. Kukhar, *Zh. Obshch. Khim.*, **50**, 233 (1980).
110. L. Weber, K. Reizig, R. Boese und M. Polk, *Angew. Chem.*, **97**, 583 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 604 (1985); L. Weber und K. Reizig, *Angew. Chem.*, **97**, 868 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 865 (1985); L. Weber, persönliche Mitteilung.
111. P. Jutzi und T. Wippermann, *J. Organomet. Chem.*, **287**, C5 (1985).
112. J. Escudie, C. Couret, J. Satge, M. Andrianarison und J.-D. Andriamizaka, *J. Am. Chem. Soc.*, **107**, 3378 (1985).
113. M. Regitz, persönliche Mitteilung.
114. F. Zurmühlen, W. Rösch und M. Regitz, *Z. Naturforsch.*, **B40**, 1077 (1985).
115. T. Allspach, M. Regitz, G. Becker und W. Becker, *Synthesis*, **1986**, 37.
116. M. Veith, persönliche Mitteilung.
117. R. Appel, C. Casser und M. Immenkeppel, *Tetrahedron Lett.*, **26**, 3551 (1985).
118. R. T. Paine, persönliche Mitteilung.
119. R. Appel, F. Knoch und R. Zimmermann, *Chem. Ber.*, **118**, 814 (1985).
120. G. Becker, M. Rössler und W. Uhl, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **473**, 7 (1981).
121. G. Becker und O. Mundt, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **443**, 53 (1978).
122. A. M. Camduade, M. Verrier, C. Ades, N. Paillous und M. Koenig, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1984**, 875.
123. M. Hesse und U. Klingebiel, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **501**, 57 (1983).
124. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, V. I. Dzyuba, E. I. Lippmaa und M. A. Alla, *Zh. Obshch. Khim.*, **50**, 2621 (1980).
125. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, A. V. Ruban und A. B. Drapailo, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1984**, 1692.
126. V. D. Romanenko, A. V. Ruban, S. V. Iksaneva, L. K. Polyachenko und L. N. Markovskii, *Phosphorus Sulfur*, **22**, 365 (1985).
127. M. Yoshifuji, K. Shibayama, K. Toyota, N. Inamoto und S. Nagase, *Chem. Lett.*, **1985**, 237.
128. A. H. Cowley, J. E. Kilduff, J. G. Lasch, N. C. Norman, M. Pakulski, F. Ando und T. C. Wright, *J. Am. Chem. Soc.*, **105**, 7751 (1983).
129. T. A. van der Knaap und F. Bickelhaupt, *Chem. Ber.*, **117**, 915 (1984).
130. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und A. V. Ruban, *Zh. Obshch. Khim.*, **49**, 1908 (1979); *J. Gen. Chem. USSR*, **49**, 1681 (1979).
131. O. J. Scherer und W. Gläsel, *Chem. Ber.*, **110**, 3874 (1977).
132. G. Becker, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **480**, 21 (1981).
133. G. Becker, M. Birkhahn, W. Massa und W. Uhl, *Angew. Chem.*, **92**, 756 (1980); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **19**, 741 (1980).
134. G. Becker und H. P. Beck, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **430**, 91 (1977).
135. G. Becker, M. Rössler und E. Schneider, *Z. Allg. Anorg. Chem.*, **439**, 121 (1978).
136. O. I. Kolodyazhnyi und V. P. Kukhar, *Zh. Obshch. Khim.*, **51**, 2189 (1981); *J. Gen. Chem. USSR*, **51**, 1883 (1981).
137. S. Fleming, M. K. Lupton und K. Jekot, *Inorg. Chem.*, **11**, 2534 (1972).
138. M. Bürklin, E. Hanecker, H. Nöth und W. Storch, *Angew. Chem.*, **97**, 980 (1985); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **24**, 999 (1985).
139. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und T. I. Pidvarko, *Zh. Obshch. Khim.*, **52**, 1925 (1982); *J. Gen. Chem. USSR*, **52**, 1707 (1982).
140. O. Dahl, *Tetrahedron Lett.*, **23**, 1493 (1982).
141. V. D. Romanenko, T. V. Sarina, N. V. Kolotilo und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 1188 (1985); *J. Gen. Chem. USSR*, **55**, 1060 (1985).
142. V. D. Romanenko, A. V. Ruban, M. I. Povolotskii, L. K. Polyachenko und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **56**, (1986), im Druck.
143. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, T. V. Sarina-Pidvarko und M. I. Povolotskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 221 (1985); *J. Gen. Chem. USSR*, **55**, 194 (1985).
144. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, A. V. Ruban und L. K. Polyachenko, *Zh. Obshch. Khim.*, **56**, (1986), im Druck.
145. V. D. Romanenko, T. V. Sarina, M. I. Povolotskii und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 1437 (1985); *J. Gen. Chem. USSR*, **55**, 1280 (1985).
146. V. D. Romanenko, L. S. Kachkovskaya und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 2140 (1985).
147. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und L. S. Kachkovskaya, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 2800 (1985).

148. V. D. Romanenko, A. B. Drapailo, A. V. Ruban und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **56**, (1986), im Druck.
149. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko und E. O. Klebanskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **56**, (1986), im Druck.
150. L. N. Markovskii, V. D. Romanenko, E. O. Klebanskii und S. V. Iksanova, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 1867 (1985).
151. V. D. Romanenko, E. O. Klebanskii und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 2141 (1985).
152. L. N. Markovskii und V. D. Romanenko, persönliche Mitteilung.
153. A. V. Ruban, L. K. Polyachenko, V. D. Romanenko und L. N. Markovskii, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 1190 (1985); *J. Gen. Chem. USSR*, **55**, 1061 (1985).
154. A. Schmidpeter und K. Karaghiosoff, unveröffentlicht.
155. J. Grobe, D. le Van und J. Nientiedt, *Z. Naturforsch.* **B41**, 149 (1986).
156. C. Malavaud, Th. N'Gando M'Pondo, L. Lopez, J. Barrans und J.-P. Legros, *Can. J. Chem.*, **62**, 43 (1984).
157. V. P. Kukhar, I. V. Shevchenko und O. I. Kolodyazhnyi, *Zh. Obshch. Khim.*, **55**, 264 (1985); *J. Gen. Chem. USSR*, **55**, 230 (1985).
158. C. A. Akpan, M. F. Meidine, J. F. Nixon, M. Yoshifuji, K. Toyota und N. Inamoto, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **1985**, 946.
159. D. Gudat, E. Niecke, B. Krebs und M. Dartmann, *Chimia* **39**, 277 (1985).
160. D. Gudat, E. Niecke, W. Malisch, U. Hofmockel, S. Quashie, A. H. Cowley, A. M. Arif, B. Krebs und M. Dartmann, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1985**, 1687.
161. J. C. T. R. Burckett-St. Laurent, P. B. Hitchcock, H. W. Kroto, und J. F. Nixon, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1981**, 1141.
162. M. R. Mazieres, M. Sanchez, J. Bellan und R. Wolf, *Phosphorus Sulfur* **26**, 97 (1986).
163. E. Niecke, M. Lysek und E. Symalla, *Chimia*, im Druck.