

ebenfalls β -Acetoxyphosphanoxide **6** (98%^[2b]) bzw. **8** (70%, $F_p = 175\text{--}178^\circ\text{C}$). Sie ergeben unter einfacher bzw. doppelter Eliminierung von Essigsäure die neuen ungesättigten Phosphanoxide **7** ($K_p = 133\text{--}142^\circ\text{C}/0.004 \text{ mbar}$) bzw. **9** ($F_p = 120\text{--}122^\circ\text{C}$).

Eingegangen am 16. März 1982 [Z 141]

- [1] J. Sander, K. Clauss, *Angew. Chem.* 92 (1980) 138; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 19 (1980) 131.
- [2] a) H.-J. Kleiner, DBP 2040280 (1970), Hoechst; b) U. Dettmeier, H.-J. Kleiner, DBP 2064574 (1970), Hoechst; c) C. Beermann, H.-J. Kleiner, DOS 2133795 (1970), Hoechst.
- [3] H.-J. Kleiner, *Justus Liebigs Ann. Chem.* 1974, 751.
- [4] a) Lediglich die Herstellung von Dimethyl(vinyl)phosphanoxid auf anderem Weg ist in [4b] beschrieben; b) R. F. Struck, Y. F. Shealy, *J. Med. Chem.* 9 (1966) 414.

Synthese trisubstituierter Olefine über trimethylsilylierte Phosphor-Ylide

Von Hans Jürgen Bestmann* und Andreas Bomhard
Professor Klaus Weissermel zum 60. Geburtstag gewidmet

Die Herstellung von Phosphor-Yilden **6** mit $R^1+R^2(R^1, R^2+H)$ macht Schwierigkeiten, da bei der Umsetzung von sekundären Alkylhalogeniden mit Triphenylphosphan zu Phosphoniumsalzen auch Eliminierung eintritt. Durch Folgereaktionen erhält man ein schwer trennbares Gemisch isomerer Phosphoniumsalze. Auch die Alkylierung von Yilden **1** mit Alkylhalogeniden **5** führt zu Gemischen^[1].

Wir fanden, daß man auf folgendem Wege die reinen Ylide **6** aufbauen und sofort umsetzen kann: Reaktion von **1** mit **2** (Molverhältnis 2:1) ergibt unter Umylidierung^[1a] das Salz **4** und die silylierten Ylide **3**^[2,3], die mit Halogenverbindungen **5** zu Phosphoniumsalzen **7**^[3] reagieren. Durch Entsilylierung von **7** mit Caesiumfluorid^[4] (mit Tetra-*n*-butylammoniumfluorid sind die Ausbeuten im allgemeinen schlechter) bilden sich die disubstituierten Ylide **6**. Gibt man bei der Entsilylierung (am besten in Dimethyl-

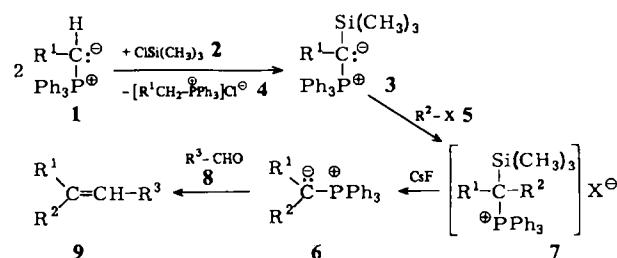


Tabelle 1. Hergestellte Produkte **7** und **9**.

R^1	R^2	X	Ausb. [%]	7	$F_p [\text{ }^\circ\text{C}] (\text{Zers.})$	R^3	Ausb. [%]	9	$K_p [\text{ }^\circ\text{C}/\text{Torr}]$	E : Z [a]
a	CH ₃	CH ₃	I	92	188-189	C ₆ H ₅	61	66/12		
b	CH ₃	C ₂ H ₅	I	84	198-201	n-C ₈ H ₁₇	46	108-112/16	58:42	
c	CH ₃	CH ₂ =CH-CH ₂	I	94	186-187	n-C ₈ H ₁₇	83	78-81/1.0	53:47	
d	CH ₃	C ₆ H ₅ -CH ₂	I	96	200-202	C ₆ H ₅	45	90/0.05	11:89	
e	CH ₃	Br	[b]			C ₆ H ₅	15	102/12	4:96	
f	CH ₃	I	I	[b]		C ₆ H ₅	35	110/12	1:99	
g	C ₂ H ₅	CH ₃	I	88	198-201	C ₉ H ₁₅ [c]	52	70-75/0.6	[d]	
h	n-C ₄ H ₉	CH ₃	I	93	192-194	C ₁₀ H ₁₉ [e]	42	125/1.8	57:43	
i	H	C ₆ H ₅ -CH ₂	Br	91	197-199	C ₆ H ₅	55	80/0.05	23:77	

[a] Gaschromatographisch bestimmt. [b] Ohne Charakterisierung weiter umgesetzt. [c] $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}$ (**8g** = Citral). [d] 4 Isomere (22:39:15:24), nicht eindeutig zuzuordnen. [e] $\text{CH}_2=\text{CH}-(\text{CH}_2)_8$.

formamid) Aldehyde **8** zu, so erhält man durch Wittig-Reaktion trisubstituierte Olefine **9**^[3].

Auf diesem Wege lassen sich auch Wittig-Reaktionen mit Yliden wie **6d** und **6i** (siehe Tabelle 1) durchführen, die aus den korrespondierenden Phosphoniumsalzen wegen des gleichzeitig ablaufenden Hofmann-Abbaues kaum herstellbar sind^[5a].

Unsere Vorstellungen über den Mechanismus der Wittig-Reaktion^[5b] lassen bei der Bildung von trisubstituierten Olefinen **9** aus **6** mit Substituenten R^1 und R^2 ähnlicher sterischer und elektronischer Struktur keine hohe Stereoselektivität erwarten. Dies wird durch die Befunde in Tabelle 1 bestätigt.

Eingegangen am 12. März 1982 [Z 142]

- [1] a) H. J. Bestmann, *Angew. Chem.* 77 (1965) 609, 651, 850; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 4 (1965) 583, 645, 830; b) H. J. Bestmann, H. Schulz, *Chem. Ber.* 95 (1962) 2921.
- [2] Für $R^1=H$ wurde die Reaktion schon beschrieben, desgleichen die anschließende Umsetzung mit Methyliodid: D. Seyerth, G. Singh, *J. Am. Chem. Soc.* 87 (1965) 4156; H. Schmidbaur, W. Tronich, *Chem. Ber.* 100 (1967) 1032.
- [3] 3: 220 mmol **2** werden unter Röhren bei Raumtemperatur zu 400 mmol **1** in 1 L Benzol getropft. Man erhitzt 40 h unter Rückfluß, saugt von **4** ab und erhält das kristalline Ylid **3** durch Abziehen des Lösungsmittels. - 7: 22 mmol **5** in 50 mL Ether werden bei Raumtemperatur unter Röhren zu einer Lösung von 20 mmol **3** in 100 mL Ether getropft. Nach der Reaktion (Entfärbung) wird das Salz **7** abgesaugt und im Vakuum getrocknet. - **9**: 20 mmol **7**, 22 mmol **8** und 100 mL wasserfreies Dimethylformamid werden mit 22 mmol CsF versetzt und 1-2 d bei Raumtemperatur gerührt. Nach Hydrolyse mit 150 mL H₂O wird dreimal mit je 50 mL Pentan extrahiert. Der Extrakt wird an Silicagel 60 mit Petrolether chromatographiert und anschließend destilliert.
- [4] Analoge Entsilylierung von **7**, $R^1=R^2=H$, vgl. E. Vedejs, G. R. Martinez, *J. Am. Chem. Soc.* 101 (1979) 6452.
- [5] a) H. J. Bestmann, H. Häberlein, I. Pils, *Tetrahedron* 20 (1964) 2079; b) H. J. Bestmann, *Pure Appl. Chem.* 52 (1980) 771.

Cs₇Fe₄Te₈, eine Verbindung mit [Fe₄Te₈]-Clustern

Von Welf Bronger*, Manfred Kimpel und Dieter Schmitz
Professor Friedrich Asinger zum 75. Geburtstag gewidmet

Die Kristallstrukturen der bisher bekannten Alkalimetallthioferrate und -selenoferrate sind gekennzeichnet durch über Kanten verknüpfte Tetraeder, deren Ecken durch Chalkogenatome und deren Zentren durch Eisenatome besetzt sind. So kristallisieren Verbindungen der allgemeinen Zusammensetzung AFex_2 mit $\text{A} = \text{K}, \text{Rb}$ oder Cs und $\text{X} = \text{S}$ oder Se in Kettenstrukturen mit einem $[\text{Fe}_4\text{X}_{4/2}]$ -Tetraedergerüst^[1], während die Natriumverbindungen Na_3FeX_3 isolierte $[\text{FeX}_2\text{X}_{2/2}]_2$ -Doppelketten enthalten^[2].

[*] Prof. Dr. H. J. Bestmann, A. Bomhard
Institut für Organische Chemie der Universität Erlangen-Nürnberg
Henkestraße 42, D-8520 Erlangen

[*] Prof. Dr. W. Bronger, M. Kimpel, Dr. D. Schmitz
Institut für Anorganische Chemie der Technischen Hochschule
Templergraben 55, D-5100 Aachen

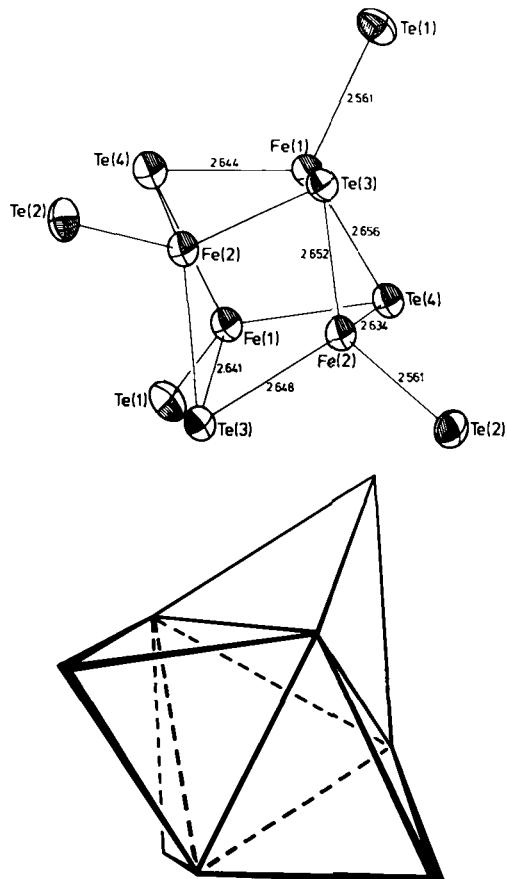


Fig. 1. Oben: $[Fe_4Te_8]$ -Cluster. Die Standardabweichungen der Atomabstände betragen 0.001 \AA . - Unten: Tetraederverknüpfung im $[Fe_4Te_8]$ -Cluster.

Durch Umsetzung eines Gemenges aus Eisen und Caesiumcarbonat in einem mit Tellur beladenen Wasserstoffstrom konnte bei 1050 K nun das erste Alkalimetall-telluroferrat als anthrazitfarbene, metallisch glänzende Nadeln hergestellt werden. Seine Zusammensetzung ist $Cs_7Fe_4Te_8$. Die Struktur wurde röntgenographisch aus Einkristalldaten ermittelt ($Ag_K\alpha$ -Strahlung, Graphitmonochromator; 1595 symmetrieeunabhängige Reflexe mit $F_0^2 \geq 3\sigma(F_0^2)$ im Meßbereich $1^\circ < \theta < 30^\circ$; $R = 0.038$).

Als charakteristische Baueinheiten treten isolierte $[Fe_4Te_8]$ -Cluster auf, in denen die Eisenatome tetraedrisch von Telluratomen umgeben sind. Die vier Tetraeder sind so miteinander verknüpft, daß jedes über drei Kanten mit je einem weiteren verbunden ist, entsprechend $[FeTeTe_{3/3}]_4$ (vgl. Fig. 1). Der $[Fe_4Te_8]$ -Cluster besitzt annähernd T_d -Symmetrie, obwohl durch die Raumgruppe nur eine zweizählige Achse vorgegeben ist. Für die Fe—Fe-Abstände wurden dementsprechend auch Werte gefunden, die innerhalb der dreifachen Standardabweichung des Mittelwertes $2.847(2) \text{ \AA}$ variieren. Die Koordination der Caesiumatome ist dadurch bestimmt, daß die Atomanordnung gemäß $Cs_7(Fe_4)Te_8$ der von Caesiumchlorid entspricht.

Mit dem $[Fe_4Te_8]$ -Cluster konnte das erste Tellur-Analogon der aktiven Zentren der 4Fe-4S-Ferredoxine synthetisiert werden. Bemerkenswert ist, daß die Eisenatome in $Cs_7Fe_4Te_8$ mit +2.25 die gleiche Oxidationszahl aufweisen wie in der reduzierten Form der Ferredoxine.

Eingegangen am 19. Februar 1982 [Z 144]

- [1] J. W. Boon, C. H. MacGillivray, *Recl. Trav. Chim. Pays-Bas* 61 (1942) 910; W. Bronger, *Naturwissenschaften* 53 (1966) 525; *Z. Anorg. Allg. Chem.* 359 (1968) 225; A. Kyas, Dissertation, Technische Hochschule Aachen 1981; W. Bronger, *Angew. Chem.* 93 (1981) 12; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 20 (1981) 52.
- [2] P. Müller, W. Bronger, *Z. Naturforsch. B* 34 (1979) 1264; *B* 36 (1981) 646.

NEUE BÜCHER

Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie. Herausgegeben von E. Bartholomé, E. Biekert, H. Hellmann, H. Ley f. W. M. Weigert f und E. Weise. Verlag Chemie, Weinheim 1981. 4. Aufl. Band 6: Umweltschutz und Arbeitssicherheit. Bandherausgeber: E. Weise. XVI, 830 S., geb. DM 640.00. – Band 20: Radionuklide bis Schutzgase. XVI, 705 S., geb. DM 525.00.

Mit dem Erscheinen dieser beiden Bände ist der Abschluß der 4. Auflage des Ullmanns ein wesentliches Stück näher gerückt. Es liegen jetzt alle Bände des allgemeinen Teils vor, und vom alphabetischen Teil fehlen nur noch vier Bände^[*].

Band 6 (Umweltschutz und Arbeitssicherheit) behandelt zwei Bereiche, in denen sich in den vergangenen zehn Jahren beträchtliche Veränderungen ergeben haben. Natürlich waren diese Gebiete für den in der Industrie tätigen Chemiker schon immer von großer Bedeutung, doch hat die stärkere Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Fragen der Ökologie und der Sicherheit in der jüngeren Vergangenheit dazu geführt, daß der Staat hier durch Gesetze und Verordnungen verstärkt aktiv geworden ist. Diese Entwicklung ist noch in vollem Gange, so daß es keiner besonde-

ren Voraussicht bedarf, wenn man feststellt, daß Band 6 des Ullmanns wohl am schnellsten veralten wird. In besonderem Maße gilt das für die Teile des Bandes, in denen die gesetzlichen Vorschriften der Ausgangspunkt bei der Darstellung des Stoffes sind wie beim Kapitel über Sicherheitstechnik (110 S.). Im Unterschied dazu stehen in der Mehrzahl der Kapitel zum Umweltschutz die Problematik und die technischen Lösungsmöglichkeiten im Vordergrund. Besonders ist hier das Kapitel über umweltfreundlichere Produktionsverfahren (67 S.) zu erwähnen. Der Band beginnt nach einer kurzen Einleitung mit vier Kapiteln, in denen einige allgemeine Dinge behandelt werden, und zwar Ökologie (22 S.), rechtliche Grundlagen (19 S.), Umweltgefährlichkeit (14 S.) und Toxikologie (90 S.). Dem schon erwähnten Kapitel über umweltfreundlichere Verfahren folgen die einzelnen Bereiche des Umweltschutzes, und zwar Luftreinhaltung (96 S.), Abwasser (144 S.), Boden (61 S.), Abfall (99 S.) und Lärmschutz (56 S.). Entsprechend ihrer Bedeutung wird die biologische Abwasserbehandlung relativ breit dargestellt; zum Beispiel werden neun verschiedene praktisch ausgeführte Anlagen beschrieben. Im Vergleich dazu wird auf die anaerobe Abwasserbehandlung, die zunehmendes Interesse findet, relativ kurz eingegangen. Hier wäre auch ein Hinweis auf das Stichwort „Methan“ in Band 16 nützlich gewesen.

[*] Vgl. *Angew. Chem.* 94 (1982) 228.