

liumcarbonat (sicc.) in tert.-Butanol unter Rückfluß, Aufarbeiten, chromatographische Reinigung und Umkristallisieren aus Äthanol 11 $\beta$ ,17-Dihydroxy-3-oxo-14 $\alpha$ -carda-4,20(22)-dienolid (2b),  $F_p = 254\text{--}254,5^\circ\text{C}$ , mit 67% Ausbeute.

Aus (17-Hydroxy-3,20-dioxo-4-pregn-21-yloxycarbonyl)-methanphosphonsäurediäthylester (1c) erhielten wir mit überschüssigem Kaliumcarbonat in tert.-Butanol nach zweistündigem Erhitzen unter Rückfluß, Aufarbeiten und Umkristallisieren aus Essigester 17-Hydroxy-3-oxo-14 $\alpha$ -carda-4,20(22)-dienolid (2c),  $F_p = 267,5\text{--}270^\circ\text{C}$ , mit 51% Ausbeute.

Wie sich am 17-Hydroxy-3-oxo-5 $\beta$ ,14 $\alpha$ -card-20(22)-enolid,  $F_p = 240\text{--}242^\circ\text{C}$ , zeigte, liegt die UV-Extinktion mit  $\epsilon_{216} = 13300$  für das 17-Hydroxy-20(22)-cardenolid-System niedriger als bei entsprechenden 17-unsubstituierten Cardenoliden<sup>[2]</sup>. Die NMR-Signale der an C-17 nicht hydroxylierten Verbindungen für die 21-CH<sub>2</sub>-Gruppe liegen bei 4,75 ppm (das olefinische H-Atom an C-22 liegt bei 5,85 ppm), während bei den 17-Hydroxy-20(22)-cardenoliden die entsprechenden Signale bei 4,92 und 5,90 ppm erscheinen (in CDCl<sub>3</sub> mit (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Si als internem Standard).

Die beschriebene Cyclisierung ist auch auf sekundäre Ketol-acylate anwendbar, wie ausgehend von *rac*-Benzoin und 17 $\beta$ -Hydroxy-3-methoxy-1,3,5(10)-östratrien-16-on gezeigt werden konnte.

Eingegangen am 20. Februar 1968 [Z 725]

[\*] Dr. H.-G. Lehmann und Dr. R. Wiechert  
Hauptlaboratorium der Schering AG.  
1 Berlin 65, Müllerstraße 170–172

[1] Die Ausgangsverbindungen (1) sind aus den 21-Bromacetoxyl-Steroiden zugänglich, indem man sie entweder mit Triphenylphosphin in Nitromethan zu den Phosphoniumbromiden oder mit Trialkylphosphit zu den Phosphonsäureestern umsetzt.

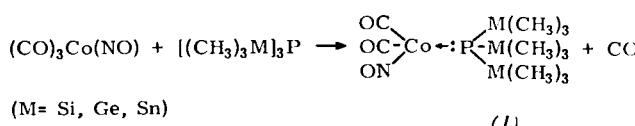
[2] Vgl. N. Danieli, Y. Mazur u. F. Sondheimer, Tetrahedron 23, 715 (1967).

## Tris(organometall)phosphin-pentacarbonyl-chrom und -dicarbonylnitrosyl-kobalt

Von H. Schumann und O. Stelzer [\*]

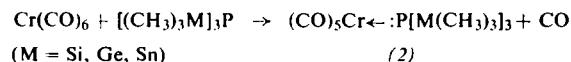
Aus den Eigenschaften und Reaktionen von Organometallphosphinen wurde auf eine Beteiligung des „freien“ Elektronenpaares am Phosphor im Sinne einer (p → d) $\pi$ -Wechselwirkung zwischen Phosphor und Germanium, Zinn oder Blei geschlossen<sup>[1]</sup>. Tris(organometall)phosphine sollten daher keine oder nur eine sehr geringe Tendenz zeigen, in Übergangskomplexen als  $\sigma$ -Donatoren aufzutreten.

Nach der Darstellung von Organometallphosphin-tricarbonyl-nickel(0)<sup>[2]</sup> ist uns nun die Synthese weiterer Verbindungen mit koordinativ vierbindigem Phosphor gelungen. Bei der Umsetzung von Tricarbonylnitrosylkobalt mit Tris(trimethylsilyl)-, Tris(trimethylgermanyl)- und Tris(trimethylstannyl)-



phosphin in Tetrahydrofuran bei Raumtemperatur erhält man die Tris(organometall)phosphin-dicarbonylnitrosyl-kobalt-Komplexe (1) nach 24-stündigem Röhren unter Argon-Atmosphäre mit nahezu quantitativer Ausbeute. Sie sind rubinrote, in Benzol, Tetrahydrofuran und Cyclohexan mäßig lösliche, diamagnetische Substanzen, die sich durch Sublimation bei 80–100 °C (10<sup>-5</sup> Torr) in hoher Reinheit isolieren lassen. Wie die isosteren Organometallphosphin-tricarbonylnickel(0)-Komplexe sind sie gegen Luftsauerstoff beständig, zeigen jedoch eine höhere thermische Beständigkeit.

Bestrahlt man eine Lösung von Hexacarbonylchrom und Tris(trimethylsilyl)-, Tris(trimethylgermanyl)- oder Tris(trimethylstannyl)-phosphin in Tetrahydrofuran bei Raumtemperatur 5 Std. mit UV-Licht<sup>[3]</sup>, so bilden sich unter CO-Abspaltung Tris(organometall)phosphin-pentacarbonylchrom(0)-Komplexe (2).



(2), M =	Zers. P. (°C)	J[ <sup>1</sup> HCM <sup>31</sup> P] (Hz)	vCO (cm <sup>-1</sup> )	vPM <sub>3</sub> (cm <sup>-1</sup> )	vCrP (cm <sup>-1</sup> )
Si	100	4,85	2058 1934 1901	424	474
Ge	150	4,7	2057 1934 1904	389	461
Sn	190	3,3	2053 1927 1898	347	458

Nach Abdestillieren des Lösungsmittels im Vakuum erhält man gelbe Kristalle, die bei 60–100 °C (10<sup>-5</sup> Torr) sublimieren können. Sie sind mit Ausnahme der Si-Verbindung gegen Luftsauerstoff stabil und zeigen wie die analogen Kobalt-Komplexe eine relativ hohe thermische Beständigkeit.

Die Kopplungskonstanten J[<sup>1</sup>HCM<sup>31</sup>P] der Komplexe sind teilweise wesentlich größer als die der freien Organometallphosphine (M = Si: 4,62 Hz, Ge: 4,00 Hz, Sn: 1,95 Hz). Im IR-Spektrum der Chrom-Verbindungen findet man die für die Symmetrie C<sub>4v</sub> geforderten drei CO-Valenzschwingungen, die sich mit wachsendem Atomgewicht von M nur wenig nach kleineren Wellenzahlen verschieben, da sich hier der Einfluß des Liganden auf fünf CO-Gruppen verteilt<sup>[4]</sup>. Die Kobalt-Komplexe (1) zeigen im IR-Spektrum zwei CO-Valenzschwingungen sowie eine NO-Valenzschwingung. Mit wachsender Größe des Phosphinliganden verschieben sich auch hier die Wellenzahlen für die CO- und NO-Valenzschwingungen nach niedrigeren Wellenzahlen. Neben den inneren Schwingungen der Trimethylmetallgruppen erscheinen bei den Co-Verbindungen noch drei weitere Banden zwischen 4000 und 280 cm<sup>-1</sup>, die wir den v<sub>s</sub>PM<sub>3</sub>-, v<sub>as</sub>PM<sub>3</sub>- und der vP-Co-Schwingung zuordnen. Im IR-Spektrum der Chrom-Verbindungen treten in diesem Bereich zwei Banden auf, die den vPM<sub>3</sub>- und vP-Cr-Schwingungen entsprechen.

Eingegangen am 21. Februar 1968 [Z 724]

[\*] Doz. Dr. H. Schumann und Dipl.-Chem. O. Stelzer  
Institut für Anorganische Chemie der Universität  
87 Würzburg, Röntgenring 11

[1] G. Engelhardt, P. Reich u. H. Schumann, Z. Naturforsch. 22b, 352 (1967); H. Schumann, P. Jutzi, A. Roth, P. Schwabe u. E. Schauer, J. organometall. Chem. 10, 71 (1967); H. Schumann u. A. Roth, 11, 125 (1968).

[2] H. Schumann u. O. Stelzer, Angew. Chem. 79, 692 (1967); Angew. Chem. internat. Edit. 6, 701 (1967).

[3] Brennertyp Q 81 Hanau.

[4] M. Bigorgne, J. organometall. Chem. 2, 68 (1964).