

bers wird gezeigt, dass diese Abweichung allein verursacht wird durch eine Verminderung der Sublimationsenergie. Der Effekt dieser Verminderung der Sublimationsenergie auf die Bindungsfestigkeit von Atomen auf Oberflächen wird anhand der KOSSEL-STRANSKI'schen Theorie diskutiert. Es wird auch gezeigt, dass bei Kenntnis des Betrages der Potentialnegativierung und desjenigen des Temperaturkoeffizienten in gewissen Fällen die Korngrösse dünner Schichten abgeschätzt werden kann.

Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie  
der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich

#### LITERATURVERZEICHNIS

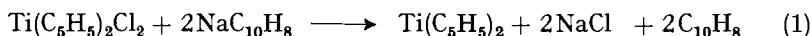
- [1] G. TRÜMLER & H. E. HINTERMANN, *Helv.* **40**, 1947 (1957).
- [2] R. FRICKE, Struktur und Verteilungsgrad realer Festkörper und Katalysatoren sowie deren Untersuchungsmethoden, in *Hdb. der Katalyse (SCHWAB)*, Bd. IV, Wien 1943, S. 1–150.
- [3] J. A. V. BUTLER, *Trans. Faraday Soc.* **19**, 729 (1924).
- [4] M. POLANYI & E. WIGNER, *Z. physikal. Chem. (A)* **139**, 439 (1928).
- [5] M. VOLMER, *Kinetik der Phasenbildung*, Dresden und Leipzig 1939, S. 34 ff.
- [6] M. DRECHSLER, *Z. Elektrochem.* **58**, 327 (1954).
- [7] I. N. STRANSKI & R. KAISCHEW, *Physik. Z.* **36**, 393 (1935).
- [8] B. B. OWEN & S. R. BRINKLEY, *J. Amer. chem. Soc.* **60**, 2233 (1938).
- [9] E. M. HOFER & H. E. HINTERMANN, *J. electrochem. Soc.* **112**, 167 (1965).
- [10] K. K. KELLEY, *Bull. US. Dept. of Interior, Bureau of Mines* **1935**, 383.
- [11] O. KNACKE & I. N. STRANSKI, *Z. Elektrochem.* **60**, 816 (1956).

## 189. Über die strukturellen Probleme des Di-cyclopentadienyl-titans

von J.-J. Salzmann und P. Mosimann

(9. VIII. 67)

**1. Einleitung.** – Nachdem 1956 FISCHER & WILKINSON [1] zum ersten Male das Di-cyclopentadienyl-titan beschrieben, hat diese Verbindung in den letzten Jahren vermehrtes Interesse erregt. Die Verbindung konnte auf dem damals beschriebenen Weg nicht reproduziert werden [2], und erst 1966 haben WATT, BAYE & DRUMMOND [3] über die Reduktion des Di-cyclopentadienyl-dichlor-titans mit Natriumnaphtalin



nach (1) eine neue einfache Darstellungsmethode gefunden. Andererseits konnten theoretische Arbeiten über die Metallocene [4] keine befriedigenden Erklärungen über den Diamagnetismus der Titanverbindung geben, im speziellen im Vergleich zum isoelektronischen, jedoch paramagnetischen Di-cyclopentadienyl-vanadium-Kation  $[\text{V}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]^+$ . Weiterhin wiesen Molekulargewichtsbestimmungen des Di-cyclopentadienyl-titans darauf hin, dass diese Verbindung in Lösung als Dimeres vorliegen müsse [3] [5].

Somit stellte sich die Frage, ob im Falle des Dicyclopentadienyl-titans eine andere Struktur als bei den monomeren Metallocenen der 1. Übergangsreihe vorliegen könnte.

Tabelle 1. Infrarotspektren von  $Ti(C_6H_5)_2$  und Vergleichsverbindungen

$Ti(C_6H_5)_2$ (Film auf NaCl)	(KBr)	$Pt_2(C_6H_5)_4$ [7] (KBr)	$Fe(\pi-C_6H_5)(\sigma-C_5H_5)(CO)_2$ [8] ( $CS_2$ -Lösung)	$Ti(C_5H_5)_2(CO)_2$ (KBr)
3078 <i>w</i>	3080 <i>w</i>	3077 <i>w</i>	3080 <i>m</i>	
3062 <i>w</i>	3065 <i>m</i>	3048 <i>w</i>	2907 <i>w</i>	
2915 <i>m</i>		2951 <i>w</i>		
2850 <i>w</i>	2850 <i>w</i>	2895 <i>w</i>		
		2810 <i>vw</i>		
1790 <i>w</i>	1790 <i>w</i>	1760 <i>vw</i>	1780 <i>w</i>	
1685 <i>w</i>	1695 <i>w</i>		1690 <i>w</i>	
1678 <i>w</i>	1685 <i>w</i>			
1640 <i>w</i>	1650 <i>w</i>	1626 <i>w</i>	1620 <i>w</i>	
1590 <i>w</i>	1597 <i>w</i>	1592 <i>w</i>		
1462 <i>w</i>	1438 <i>s</i>	1458 <i>vw</i>	1450 <i>ms</i>	
1440 <i>m</i>	1420 <i>w</i>	1427 <i>w</i>	1430 <i>m</i>	1423 <i>m</i>
	1400 <i>w</i>	1407 <i>m</i>	1420 <i>sh</i>	
1379 <i>m</i>			1375 <i>m</i>	
1360 <i>w</i>	1366 <i>m</i>	1361 <i>m</i>	1360 <i>w</i>	
1320 <i>w</i>	1315 <i>w</i>	1332 <i>m</i>		
1300 <i>m</i>	1304 <i>s, sh</i>	1306 <i>w</i>		
1228 <i>vs</i>	1228 <i>vs</i>	1253 <i>w</i>		1263 <i>w</i>
		1201 <i>vw</i>		
1170 <i>w</i>		1183 <i>vw</i>		
1125 <i>w</i>	1120 <i>m</i>			
1112 <i>w</i>		1104 <i>w</i>	1110 <i>w</i>	1110 <i>w</i>
			1105 <i>w</i>	
1090 <i>w</i>			1090 <i>m</i>	
1067 <i>s</i>	1064 <i>s</i>	1065 <i>m</i>	1080 <i>w</i>	1060 <i>s</i>
1050 <i>m</i>	1050 <i>w</i>		1050 <i>w</i>	1058 <i>ms</i>
1018 <i>s</i>	1020 <i>s</i>	1011 <i>s</i>	1015 <i>ms</i>	1015 <i>s</i>
1008 <i>s</i>	1005 <i>s</i>		1000 <i>ms</i>	1000 <i>s</i>
		993 <i>m</i>		
		980 <i>m</i>		
		957 <i>m</i>		
		947 <i>m</i>		
		931 <i>vw</i>		
925 <i>w</i>	923 <i>m</i>	921 <i>w</i>		
896 <i>m</i>	897 <i>s</i>	898 <i>m</i>	890 <i>ms</i>	892 <i>w</i>
		885 <i>m</i>		
		876 <i>sh</i>		
855 <i>w</i>	854 <i>m</i>		860 <i>ms</i>	
842 <i>m</i>	844 <i>s</i>		840 <i>sh</i>	840 <i>s</i>
			830 <i>s</i>	830 <i>s</i>
		831 <i>sh</i>		
		826 <i>m</i>		
809 <i>vs</i>	803 <i>vs</i>	808 <i>m</i>	810 <i>w</i>	810 <i>vs</i>
784 <i>vs</i>	780 <i>vs</i>	777 <i>sh</i>		795 <i>vs</i>
		770 <i>ss</i>		
740 <i>w</i>	738 <i>m</i>		740 <i>vs</i>	
			710 <i>m</i>	
		767 <i>m, b</i>		
		660 <i>m, b</i>		
630 <i>w</i>	630 <i>s, sh</i>	624 <i>m</i>		
		622 <i>m</i>		
		618 <i>m</i>		
		588 <i>m</i>		
		534 <i>w</i>		
	430 <i>s, sh</i>			

**2. Ergebnisse und Diskussion.** – Wir haben das Di-cyclopentadienyl-titan sowohl nach WATT, BAYE & DRUMMOND [3] hergestellt, als auch nach einer von uns gefundenen Modifikation dieser Vorschrift, nämlich Ersatz von Natriumnaphthalin als Reduktionsmittel durch eine Suspension von Natriumsand in Toluol oder Tetrahydrofuran. Letztere Methode hat den Vorteil, die Sublimation des freiwerdenden Naphthalins zu umgehen.

a) *Infrarot-Spektren.* Die IR.-Spektren des Di-cyclopentadienyl-titans gaben uns einen weiteren Anhaltspunkt, dass es sich bei dieser Verbindung nicht, wie in einer früheren Publikation geschlossen worden war [1], um einen reinen Sandwich- $\pi$ -Komplex des Ferrocen-Typus handeln könne. Das Spektrum der Titanverbindung ist viel komplizierter als es für Verbindungen mit symmetrischen  $\pi$ -gebundenen Ringen der Symmetrie  $D_{5d}$  oder  $D_{5h}$  zu erwarten wäre, welche vor allem Banden um 800, 1000, 1450 und 3100  $\text{cm}^{-1}$  aufweisen [6]. Das Spektrum des Di-cyclopentadienyl-titans besitzt vielmehr eine starke Ähnlichkeit mit demjenigen des dimeren Di-cyclopentadienyl-platins [7] oder des Di-cyclopentadienyl-di-carbonyl-eisens [8] [9], welche beide  $\pi$ - und  $\sigma$ -gebundene Ringe besitzen. Im festen und im gelösten Zustand liegt ausserdem eine sehr intensive Bande bei 1228  $\text{cm}^{-1}$  vor. Diese Bande verliert bei Oxydation des Produktes sehr stark an Intensität um schlussendlich vollkommen zu verschwinden. Es besteht die Möglichkeit, diese Bande einer Vibration einer Metall-Kohlenstoff- $\sigma$ -Bindung zuzuordnen.

b) *PMR.-Spektren.* Die PMR.-Spektren des Di-cyclopentadienyl-titans, welche gleichzeitig den Diamagnetismus der Verbindung beweisen, zeigen zwischen 3,3 und 4,1  $\tau$  mindestens 4 Signale. Diese sind vermutlich infolge einer zu geringen Löslichkeit der Titanverbindung relativ schlecht aufgelöst, so dass keine quantitativen Angaben möglich waren. Die Zahl der Signale weist aber auch hier eindeutig darauf hin, dass nicht nur  $\pi$ -gebundene Ringe vorliegen können, denn auch eine Verschiebung der  $\pi$ -gebundenen Ringe aus der Sandwichstruktur gegen eine tetraedrische Symmetrie  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2]$  oder  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2(\text{CO})_2]$  verursacht keine Aufspaltung des Signals [10].

c) *Absorptionsspektren.* Das Absorptionsspektrum von Di-cyclopentadienyl-titan wurde als Film und in Lösung aufgenommen. Beide Spektren sind identisch und zeigen Absorptionsbanden bei 12,2; (12,9); (15,15); (19,0); 23,8 und 31,8 kK. Ein analoges Absorptionsspektrum wurde von MARTIN & JELLINEK [11] bei der Reaktion von Di-cyclopentadienyl-dimethyl-titan mit Wasserstoff in Hexan erhalten, welches bekanntlich unter Methanabspaltung ebenfalls zum Di-cyclopentadienyl-titan führt [12]. Es stellt sich hier die Frage, ob die Absorptionsbande bei 12,2 kK ( $\epsilon = 1200$ ) nicht ein Charakteristikum der Metall-Metall-Bindung ist. Bis heute sind jedoch zu wenig Daten bekannt, um mit Sicherheit darauf schliessen zu können.

d) *Chemisches Verhalten.* Die Reaktion von Di-cyclopentadienyl-titan mit einem Äquivalent Chlorwasserstoff in Tetrahydrofuran führt nicht zum bekannten Di-cyclopentadienyl-chlor-titan(III) [13] [14] wie von einem Ferrocen-ähnlichen Ausgangsprodukt erwartet worden wäre, sondern zu einer violetten, polymeren Verbindung der Formel  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]_n$ . Diese ist paramagnetisch und zeigt im Absorptionsspektrum in Toluol Banden bei 18,7; (25,9) und (31,4) kK. Das bekannte dimere Di-cyclopentadienyl-chlor-titan zeigt in Toluol nur eine Bande bei 14,3 (13,9 kK in Wasser) [13]. Wird die erhaltene polymere Verbindung mit einem weiteren Äquivalent

Chlorwasserstoff versetzt, so wird in einer sehr langsamen Reaktion ein grünes polymeres Produkt der Formel  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2]_m$  ( $m$  vermutlich kleiner als  $n$ ) sowie in kleinen Mengen das bekannte Di-cyclopentadienyl-dichlor-titan(IV) erhalten. Diese Resultate stimmen mit denen von RAZUVAEV [15] überein, der bei der Umsetzung eines Tetrahydrofuran-Adduktes von Di-cyclopentadienyl-titan mit Chlorwasserstoff in 13% Ausbeute Di-cyclopentadienyl-dichlor-titan erhielt. Analoge Beobachtungen machten MARTIN & JELINEK bei der Reaktion von Di-cyclopentadienyl-1,1-dimethylallyl-titan mit Chlorwasserstoff [11]. Die IR.-Spektren dieser polymeren Umsetzungsprodukte sind wiederum komplizierter aufgebaut als die Spektren der entsprechenden niedermolekularen Titanverbindungen. Vermutlich sind in den polymeren Chlorverbindungen gewisse Struktureinheiten des Di-cyclopentadienyl-titans erhalten geblieben. Eine analoge Feststellung wurde, wie früher beschrieben, bei der Reaktion des Di-cyclopentadienyl-titans mit 2,2'-Dipyridyl gemacht [10].

e) *Schlussfolgerungen.* Anhand der spektroskopischen Daten, des Molekulargewichtes und des chemischen Verhaltens des Di-cyclopentadienyl-titans schliessen wir auf eine dimere Struktur mit einer den Diamagnetismus bedingenden Metall-Metall-

Tabelle 2. Infrarotspektren von  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]_n$ ,  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2]_m$  und Vergleichsverbindungen

$[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]_n$ (KBr)	$[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]_2$ (KBr)	$[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2]_m$ (KBr)	$\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2$ (KBr)
3110 <i>w</i>	3100 <i>w</i>	3120 <i>m</i>	3100 <i>m</i>
3080 <i>w</i>		3108 <i>m</i>	
	2850 <i>w</i>	2850 <i>w</i>	
	1710 <i>w</i>	1680 <i>w</i>	
	1620 <i>w</i>	1610 <i>vw</i>	
		1535 <i>w</i>	
1440 <i>m</i>	1440 <i>m</i>		1440 <i>s</i>
1415 <i>w</i>	1415 <i>w</i>	1415 <i>m</i>	
1365 <i>m</i>	1365 <i>m</i>	1365 <i>m</i>	1365 <i>m</i>
1305 <i>w</i>	1300 <i>w</i>	1300 <i>w</i>	
1265 <i>w</i>	1265 <i>w</i>	1255 <i>w</i>	1200 <i>w</i>
1165 <i>w</i>	1160 <i>vw</i>	1165 <i>w</i>	
1115 <i>vw</i>	1135 <i>w</i>	1135 <i>w</i>	1128 <i>w</i>
1065 <i>w</i>	1065 <i>w</i>	1064 <i>m</i>	
1052 <i>s</i>			
1015 <i>m</i>	1015 <i>s</i>	1020 <i>m</i>	1028 <i>s</i>
1010 <i>m</i>			
1005 <i>s</i>		1008 <i>m</i>	
970 <i>w</i>			954 <i>w</i>
922 <i>w</i>	920 <i>w</i>	930 <i>w</i>	925 <i>w</i>
902 <i>m</i>			890 <i>ms</i>
862 <i>m</i>		870 <i>m</i>	870 <i>s</i>
850 <i>w</i>		858 <i>s</i>	
830 <i>s</i>	830 <i>m</i>	832 <i>s</i>	
818 <i>s</i>		822 <i>s</i>	814 <i>vs</i>
809 <i>s</i>	800 <i>s</i>		
795 <i>s</i>	795 <i>s</i>		
735 <i>w</i>	780 <i>s</i>		
715 <i>w</i>	720 <i>w</i>		720 <i>w</i>
680 <i>w</i>			695 <i>w</i>

Bindung. Für die Cyclopentadienylringe können  $\pi$ - und  $\sigma$ -Bindungen vorliegen. Ob diese Struktur in Lösung allein vorliegend ist oder ob sie mit weiteren Konfigurationen im Gleichgewicht steht, lässt sich anhand der spektroskopischen Daten schwer entscheiden. Die Frage, ob im Festkörper sogar höhere molekulare Einheiten vorliegen, wird nur über die RÖNTGEN-Analyse entscheidbar sein.

**3. Experimentelles.** – Infolge der extremen Empfindlichkeit der Verbindungen gegenüber Sauerstoff mussten alle Manipulationen in einer rigorosen Stickstoff- oder Argon-Atmosphäre durchgeführt werden.

Die Aufnahmen der Spektren wurden mit folgenden Apparaturen ausgeführt: IR.-Spektren: PERKIN-ELMER 521; PMR.-Spektren: VARIAN DP 60 A; Absorptionsspektren: CARY 14. Für die Aufnahmen der Spektren als Film wurde das Di-cyclopentadienyl-titan in einer früher beschriebenen Apparatur direkt auf die NaCl-Platten sublimiert [16].

*Di-cyclopentadienyl-titan.* 5,0 g (0,02 mMol) Di-cyclopentadienyl-dichlor-titan wurden in 150 ml Toluol mit 1,15 g Natriumsand 4 Tage bei 50° gerührt. Die erhaltene grüne Lösung wurde auf Chlorid geprüft und solange neu mit Natrium versetzt bis kein Chlorid mehr nachgewiesen werden konnte. Schliesslich wurde filtriert, das Filtrat mit Heptan versetzt und das Di-cyclopentadienyl-titan bei –80° kristallisiert. Ausbeute 1,37 g (37% d. Th.). Das Produkt sublimiert – wenn auch schwierig – bei 180°/10<sup>-2</sup> Torr.

TiC<sub>10</sub>H<sub>10</sub> (178) Ber. C 67,44 H 5,66 Ti 26,10% Gef. C 67,31 H 5,68 Ti 26,82%

*Reaktion von Di-cyclopentadienyl-titan mit einem Äquivalent Chlorwasserstoff.* 25,8 ml einer 0,26N Lösung von Chlorwasserstoff in Tetrahydrofuran wurden tropfenweise zu 1,21 g (6,8 mMol) Di-cyclopentadienyl-titan in 250 ml Tetrahydrofuran gegeben. Die grüne Lösung veränderte ihre Farbe sofort nach violett, unter Entwicklung von Wasserstoff (im Gas-Chromatographen nachgewiesen). Durch Zugabe von Heptan wurde aus dieser Lösung 1,21 g (83%) violettes [Ti(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Cl]<sub>n</sub> ausgefällt.

TiC<sub>10</sub>H<sub>10</sub>Cl Ber. C 56,25 H 4,72 Cl 16,60 Ti 22,43%  
(213,5) Gef. „ 56,44 „ 5,09 „ 16,64 „ 22,10%

Molekulargewichtsbestimmung, kryoskopisch in Benzol, entspricht einem Dekameren. Aus der Verbreiterung der Lösungsmittelsignale im PMR.-Spektrum ist auf Paramagnetismus der Substanz zu schliessen.

*Reaktion von Di-cyclopentadienyl-titan mit zwei Äquivalenten Chlorwasserstoff.* 28,5 ml einer 0,26N Lösung von Chlorwasserstoff in Tetrahydrofuran wurden zu 0,667 g (3,75 mMol) Di-cyclopentadienyl-titan in 150 ml Tetrahydrofuran getropft. Wie bei der vorher beschriebenen Reaktion war parallel zum sofortigen Farbwechsel von grün nach violett Wasserstoffentwicklung zu beobachten. Nach 12 Std. begann sich aus der violetten Lösung ein grüner Niederschlag abzusetzen und die Lösungsfarbe wechselte nach rot. Nach Zugabe von Heptan wurde 0,596 g (63%) eines grünen Produktes isoliert.

TiC<sub>10</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub> Ber. C 47,8 H 4,78 Cl 28,3 Ti 19,1%  
(249) Gef. „ 47,59 „ 4,68 „ 28,07 „ 19,33%

Im roten Filtrat wurde über sein Absorptionsspektrum die Gegenwart von Di-cyclopentadienyl-dichlor-titan nachgewiesen (19,8; 25,8 und 31,8 kK) [17].

Wir danken Herrn Dr. F. CALDERAZZO für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse.

#### SUMMARY

On the basis of spectral and chemical evidence it is shown that bis(cyclopentadienyl)titanium is not a sandwich- $\pi$ -type compound. The most probable structure in solution is that of a dimer containing metal-metal bond and  $\pi$ - and  $\sigma$ -bonded cyclopentadienyl rings.

CYANAMID EUROPEAN RESEARCH INSTITUTE  
1223 Cologny/Genève

## LITERATURVERZEICHNIS

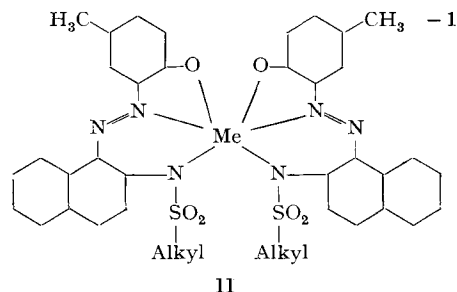
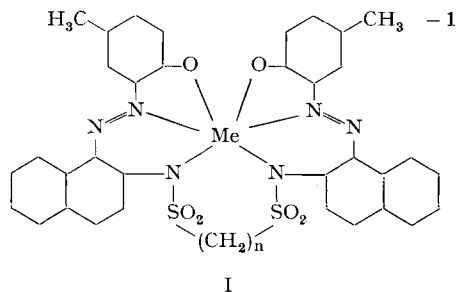
- [1] A. K. FISCHER & G. WILKINSON, *J. inorg. nucl. Chemistry* **2**, 149 (1956).  
 [2] G. W. WATT & L. J. BAYE, *J. inorg. nucl. Chemistry* **26**, 2099 (1964).  
 [3] G. W. WATT, L. J. BAYE & F. O. DRUMMOND, *J. Amer. chem. Soc.* **88**, 1138 (1966).  
 [4] H. H. JAFFÉ, *J. chem. Physics* **21**, 156 (1953); W. MOFFITT, *J. Amer. chem. Soc.* **76**, 3386 (1954); J. D. DUNITZ & L. E. ORGEL, *J. chem. Physics* **23**, 954 (1955); M. YAMAZAKI, *ibid.*, **24**, 1260 (1956); A. D. LIEHR & C. J. BALLHAUSEN, *Acta chem. scand.* **11**, 207 (1957); L. E. ORGEL, «Introduction to Transition Metal Chemistry», Methuen Co. Ltd., New York 1960, S. 161–168.  
 [5] K. SHIKATA, K. YOKOGAWA, S. NAKAO & K. AZUMA, *J. chem. Soc. Japan, Ind. Chem. Sect.* **68**, 1248 (1965).  
 [6] K. NAKAMOTO, «Infrared Spectra of Inorganic Coordination Compounds», J. Wiley, New York 1963, S. 231.  
 [7] E. O. FISCHER & H. SCHUSTER-WOLDAU, *Chem. Ber.* **100**, 705 (1967).  
 [8] T. S. PIPER & G. WILKINSON, *J. inorg. nucl. Chemistry* **3**, 104 (1956).  
 [9] M. J. BENNETT, F. A. COTTON, A. DAVISON, J. W. FALLER, S. J. LIPPARD & S. M. MUREHOUSE, *J. Amer. chem. Soc.* **88**, 4371 (1966).  
 [10] F. CALDERAZZO, J.-J. SALZMANN & P. MOSIMANN, *Inorg. chim. Acta*, **1**, 65 (1967).  
 [11] H. A. MARTIN & F. JELLINEK, *J. organometal. Chemistry* **8**, 115 (1967).  
 [12] K. CLAUSS & H. BESTIAN, *Liebigs Ann. Chem.* **654**, 8 (1962).  
 [13] A. F. REID & P. C. WAILES, *Austral. J. Chemistry* **18**, 9 (1965).  
 [14] R. L. MARTIN & G. WINTER, *J. chem. Soc.* **1965**, 4709.  
 [15] G. A. RAZUVAEV *et al.*, *Z. obsch. Chim.* **36**, 1491 (1966).  
 [16] F. CALDERAZZO, R. PAPPALARDO & S. LOSI, *J. inorg. nucl. Chemistry* **28**, 987 (1966).  
 [17] J. C. W. CHIEN, *J. physic. Chemistry* **67**, 2477 (1963).

## 190. Über die Ringspannung in pentacyclischen Azofarbstoff-Chrom(III)-Komplexen

von G. Schetty

(10. VIII. 67)

In einer vorangegangenen Mitteilung [1] haben wir über pentacyclische Chrom(III)- bzw. Kobalt(III)-Azofarbstoff-Komplexe der Formel I (Me = Cr und Co, n = 3) berichtet und festgestellt, dass ihre Elektronenspektren ziemlich stark von denen der entsprechenden dicyclischen, «offenen Formen», der 1:2-Komplexe II abweichen.



Me = Cr, Co