

AUSTAUSCHREAKTIONEN AN KOMPLEXGEBUNDENEN LIGANDEN VON ELEMENTEN DER IV. HAUPTGRUPPE

III*. DARSTELLUNG VON HALOGEN-, PSEUDOHALOGEN- UND HYDRIDO-KOMPLEXEN DES TYPES $\pi\text{-C}_5\text{H}_5\text{Fe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3$

MATHIAS HÖFLER, JÜRGEN SCHEUREN und DETLEF SPILKER

Institut für Anorganische Chemie der Universität Köln (B.R.D.)

(Eingegangen den 13. Juni 1975)

Summary

The complexes $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$, $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}_3$, $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_2(\text{OMe})$, and $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2$ are prepared by the reaction of $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{-SiR}_3$ ($\text{R} = \text{OMe}, \text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11}$) with HBr , HI and CH_3I . Treating $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{-SiCl}_3$ with a large excess of NaN_3 , KOCN or KSCN yields the first tri-pseudo-halogensilyl-transition-metal-complexes. The compounds are characterized by IR and mass spectra. A new method of preparation of the already known complex $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiH}_3$ is described starting from $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ and LiAlH_4 .

Zusammenfassung

Die Komplexe $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$, $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}_3$, $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_2(\text{OMe})$ und $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2$ werden durch Umsetzung von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{-SiR}_3$ ($\text{R} = \text{OMe}, \text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11}$) mit HBr , HI und CH_3I dargestellt. Die Reaktion von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ mit einem grossen Überschuss von NaN_3 , KOCN oder KSCN führt zu den ersten Tri-pseudohalogen-silyl-Übergangsmetallkomplexen. Die Verbindungen werden anhand ihrer IR- und Massenspektren charakterisiert. Für den bereits bekannten Komplex $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiH}_3$ wird eine neue Darstellungsmethode beschrieben, die von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ und LiAlH_4 ausgeht.

Einleitung

Bei früheren Arbeiten [1,2] war gefunden worden, dass sich Verbindungen des Typs $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3$ infolge der relativ grossen Stabilität ihrer Fe—Si-Bindung gut für nucleophile Austauschreaktionen am komplexgebundenen

* H. Mitteilung vgl. Lit. 1.

Silylliganden eignen. Die im folgenden beschriebenen Austauschreaktionen an der Silylgruppe wurden daher ebenfalls an Komplexen dieses Typs durchgeführt.

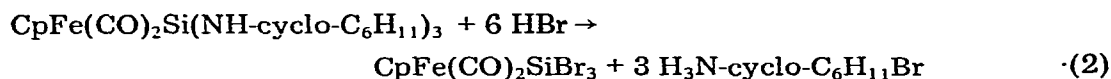
Ergebnisse und Diskussion

Halogenierungsreaktionen

Über die Umsetzung eines Trialkoxysilylkomplexes mit flüssigem Chlorwasserstoff unter Bildung von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}(\text{O}-n\text{-C}_3\text{H}_7)_2$ hatten wir schon früher berichtet [2]. Eine entsprechende Reaktion wurde jetzt in flüssigem Bromwasserstoff bei -80°C durchgeführt:



Dabei entsteht hauptsächlich $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_2(\text{OMe})$ (I), das jedoch bisher nicht von geringen Verunreinigungen an ausserdem gebildetem ein- und dreifachsubstituiertem Produkt befreit werden konnte. Ein weitergehender Austausch, der zu $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$ (II) führt, lässt sich jedoch relativ einfach und in guter Ausbeute erreichen, wenn man $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_3$ bei -80°C mit flüssigem HBr behandelt.



Nach der gleichen Methode kann bei -40°C aus $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_3$ und flüssigem Jodwasserstoff $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiJ}_3$ (III) dargestellt werden. Die sehr zersetzliche Verbindung konnte allerdings nur in geringer Ausbeute isoliert werden. Dagegen kann ein einfacher Austausch unter Bildung von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiJ}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2$ (IV) bei der Umsetzung von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_3$ mit CH_3J erreicht werden.

I, II und IV sind unter Stickstoff einermassen stabil, bei Zutritt von Luft und Feuchtigkeit zersetzen sie sich allmählich. Die Verbindungen I und II lassen sich bei $30^\circ\text{C}/0.01$ mm Hg sublimieren und sind in unpolaren Lösungsmitteln mässig, in polaren Lösungsmitteln gut löslich. IV löst sich dagegen auch in polaren Lösungsmitteln nur mässig. Die schwarzbraune Verbindung III ist sehr instabil. Sie zersetzt sich schon langsam unter Stickstoff im Dunkeln bei -35°C und schnell beim Erwärmen sowie bei Lichtzutritt. Das Hauptprodukt dieser Zersetzung ist $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{J}$. Der Komplex III ist in unpolaren Lösungsmitteln kaum löslich, in polaren Lösungsmitteln zersetzt er sich schnell.

Umsetzungen mit Pseudohalogeniden

Die Versuche zur Darstellung von Pseudohalogenisilylkomplexen mit Azid-, Cyanat- und Thiocyanatgruppen wurden nach den gleichen Methoden durchgeführt, die bei der Darstellung von Silylpseudohalogeniden gebräuchlich sind: Umsetzungen von Chlor-Silicium-Verbindungen mit Alkalimetall- oder Schwermetallpseudohalogeniden [3]. Diese Reaktionen sind Gleichgewichtsreaktionen, bei denen das Gleichgewicht stark vom eingesetzten Kation und vom verwendeten Lösungsmittel abhängt. So führen die Reaktionen von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ mit Schwermetallcyanaten oder -thiocyanaten in verschiedenen Lösungsmitteln immer nur zu Gemischen von unterschiedlich weit substituierten Komplexen

$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_{3-x}(\text{NCX})_x$ ($x = 0-3$, $X = \text{O}, \text{S}$). Erst durch wiederholten Einsatz eines grossen Überschusses (ca. 15-fach molar) von NaN_3 in Tetrahydrofuran bzw. von KOCN oder KSCN in Benzol gelingt es, die dreifach substituierten Komplexe $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{N}_3)_3$ (V), $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCO})_3$ (VI) und $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCS})_3$ (VII) rein darzustellen.

Diese drei Komplexe bilden gelbe bis grüngelbe Kristalle. Sie sind in polaren und aromatischen Lösungsmitteln gut, in unpolaren Lösungsmitteln mässig löslich. Der überraschend stabile Komplex V verpufft bei 65°C . Unter Stickstoff sind die Komplexe VI und VII bei Raumtemperatur längere Zeit haltbar; dagegen beginnt sich V unter diesen Bedingungen bereits nach einem Tag zu zerfallen. An der Luft zersetzen sich alle drei Verbindungen allmählich, schneller in Wasser. Spontaner Zerfall erfolgt in einem Gemisch von Aceton/ H_2O .

Wasserstoffübertragung

Bei der Darstellung der bisher beschriebenen Silyl-Übergangsmetallkomplexe mit Silicium-Wasserstoff-Bindungen wurde die Silicium-Übergangsmetallbindung immer erst im letzten Schritt des Syntheseweges geknüpft. Im Rahmen unserer Arbeiten konnten wir nun einen derartigen Komplex, das $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{-SiH}_3$ (VIII), ausgehend von $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ durch einfachen Chlor-Wasserstoff-Austausch mit LiAlH_4 am bereits komplexgebundenen Silicium darstellen. Damit wird der schon früher aus $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Br}$ und KSiH_3 dargestellte Komplex VIII [4] in erheblich besserer Ausbeute zugänglich.

Infrarotspektren

Wie erwartet, treten im IR-Spektrum der Verbindungen $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3$ zwei CO-Valenzschwingungen auf (Symmetrie C_s , Liganden als Punktgruppen; bzw. C_{2v} lokale Symmetrie) (vgl. Tabelle 1). Ihre Lage hängt innerhalb der Reihe der Komplexe $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3$ von der Elektronegativität der an das Silicium gebundenen Gruppen oder Atome ab. Die bei Komplexen des Typs $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{-SiXX}'_2$ grundsätzlich zu erwartende Aufspaltung der CO-Valenzschwingungsbanden (Lit. 1, 2 und dort angegebene Literatur) konnte bei den hier in Frage kommenden Komplexen I und IV nicht beobachtet werden.

Die mit hoher Intensität auftretenden asymmetrischen Valenzschwingungen der Pseudohalogengruppen sind zu beobachten bei 2125 und 2140 cm^{-1} (Ver-

TABELLE 1

C—O-VALENZFREQUENZEN DER VERBINDUNGEN $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3^a$

Substanz	Gemessen	
	in Cyclohexan	in KBr
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_2(\text{OMe})$ (I)	2025 1982	
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$ (II)	2037 1997	
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}_3$ (III)		2015 1950
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiI}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2$ (IV)		2008 1950
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{N}_3)_3$ (V)	2027 1987	2012 1972
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCO})_3$ (VI)	2017 1979	2022 1985
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCS})_3$ (VII)	2017 1979	2012 1972
$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiH}_3$ (VIII)	2008 1959	

^a Die Spektren wurden mit einem Beckman Infrarot Spektralphotometer IR-10 aufgenommen.

bindung V); 2257 cm^{-1} (Komplex VI); 2045 und 2087 cm^{-1} (Verbindung VII). Ebenfalls in diesen Bereich fällt die Si—H-Valenzschwingung von VIII (2100 cm^{-1}). Die symmetrischen Valenzschwingungen der Pseudohalogengruppen liegen bei 1438 cm^{-1} (Verbindung VI) und 942 cm^{-1} (Verbindung VII); ihre Lage spricht für die Iso-Struktur des Cyanat- und des Thiocyanatkomplexes. Die Si—Br-Valenzschwingung von Komplex I liegt bei 408 cm^{-1} . Für Verbindung II sollte man aufgrund der lokalen C_{3v} -Symmetrie der SiBr_3 -Gruppe zwei Si—Br-Valenzschwingungen erwarten. Es treten jedoch drei Banden bei 410, 425 und 447 cm^{-1} auf; dies weist auf eine Behinderung der Rotation um die Si—Fe-Achse hin.

Massenspektren

Wie bei den Alkoxysilylkomplexen $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{OR})_3$ [2] ist auch bei den Halogensilylkomplexen $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$, $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$ (II) und $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiJ}_3$ (III) die sukzessive Abspaltung der beiden CO-Gruppen der bevorzugte Abbauweg. Der Cp-Ring ist dagegen sehr fest an das Eisen gebunden. Neben bzw. nach der Eliminierung von CO wird die gesamte SiX_3 -Gruppe (X = Cl, Br, J) abgespalten; die Leichtigkeit dieser Eliminierung steigt mit wachsender Ordnungszahl von X. Eine Fragmentierung der Silylgruppe unter Verlust von Halogenatomen wird bei II und III nur in sehr geringem Ausmass beobachtet.

Bei den drei Trihalogensilylkomplexen verläuft im Massenspektrometer sehr leicht die Umlagerung nach Gl. 3 so dass die Bruchstücke CpFeX^+ jeweils mit hoher Intensität auftreten. Durch eine zweite Umlagerung unter Abspaltung



TABELLE 2

MASSENSPEKTRUM VON $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$ (III) BEI 30 eV^a

Massenzahl	Intensität	Bruchstück
444	9	$\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3^+$
416	58	$\text{CpFe}(\text{CO})\text{SiBr}_3^+$
388	57	CpFeSiBr_3^+
323	1	FeSiBr_3^+
200	52	CpFeBr^+
186	1	$\text{SiBr}_2^+/\text{Cp}_2\text{Fe}^+$
150	3	$\text{CpFe}(\text{CO})\text{H}^+$
149	4.5	$\text{CpFe}(\text{CO})^+$
135	6	FeBr^+
121	40	CpFe^+
107	9	SiBr^+
95	4.5	$\text{C}_3\text{H}_3\text{Fe}^+$
94	10	$\text{C}_3\text{H}_2\text{Fe}^+$
93	100	$\text{CpSi}^+/\text{C}_3\text{HFe}^+$
84	1	FeSi^+
79	3	Br^+
65	1	Cp^+
56	3	Fe^+

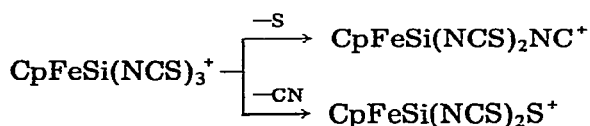
^a Das Spektrum wurde mit einem Atlas CH4-Massenspektrometer aufgenommen. Peaks mit einer geringeren Intensität als 1 sowie metastabile Peaks sind nicht aufgeführt.

von Eisen wird das offenbar sehr stabile Fragment CpSi^+ gebildet. Ein Beispiel für ein Spektrum eines Halogensilylkomplexes gibt Tabelle 2.

Ein diesen Spektren ähnliches Fragmentierungsmuster zeigt das Massenspektrum von I. Auch hier wird das Umlagerungsprodukt CpFeBr^+ leicht gebildet; dagegen wird ein Bruchstück CpFeOMe^+ nicht beobachtet.

Der massenspektrometrische Abbau der Verbindung IV unterscheidet sich wesentlich von dem der Trihalogensilylkomplexe; denn es wird bevorzugt vor der Abspaltung der CO-Liganden eine Alkylaminogruppe abgetrennt. Im Spektrum dieser Verbindung erscheinen die Peaks der Ionen $\text{CpFe}(\text{CO})_n\text{SiJ}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})^+$ mit einer erheblich grösseren relativen Intensität als die von $\text{CpFe}(\text{CO})_n\text{-SiJ}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2^+$ ($n = 0-2$). Durch Umlagerung wird sowohl das Ion CpFeJ^+ als auch $\text{CpFeNH-cyclo-C}_6\text{H}_{11}^+$ gebildet.

Die Massenspektren der Pseudohalogen-silylkomplexe V, VI und VII zeigen ein Fragmentierungsmuster, das in den Grundzügen den Massenspektren der Trihalogen-silylkomplexe entspricht. Die Spektren werden aber dadurch kompliziert, dass sich durch Spaltung der Pseudohalogengruppen zusätzliche Bruchstücke bilden, wobei im Falle der Verbindungen V und VI die Fragmentierungen der Pseudohalogengruppen unter Abspaltung von N_2 bzw. CO von der Abspaltung der CO-Liganden nicht zu unterscheiden sind. Aus den Peaks mit der höchsten relativen Intensität ($\text{CpFeSiX}_2\text{N}^+$, $\text{X} = \text{N}_3, \text{NCO}$) lässt sich jedoch ersehen, dass die Spaltung zumindest einer Pseudohalogengruppe sehr leicht erfolgt. Die Spaltung der Rhodangruppe tritt weniger leicht ein; sie ist auf zwei Arten möglich:



Umlagerungen nach Gl. 3 ($\text{X} = \text{Pseudohalogen}$) finden sich in den Spektren von allen drei Pseudohalogen-silylkomplexen.

Experimenteller Teil

Alle Arbeiten erfolgten in einer Reinstickstoffatmosphäre.

Darstellung von Cyclopentadienyl-dicarbonyl-(dibrommethoxy)silyl-eisen (I)

Auf 0.5 g (1.73 mMol) $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{OMe})_3$ wird bei -190°C 30 g (0.37 Mol) Bromwasserstoff aufkondensiert. Dann lässt man auf -80°C erwärmen, wobei sich der Komplex im Bromwasserstoff löst. Nach 15 min wird die Kühlung entfernt und nicht umgesetzter Bromwasserstoff sowie der bei der Reaktion gebildete Alkohol an der Ölpumpe abgezogen. Es gelang jedoch nicht, von dem so gewonnenen hellbraunen Öl die neben dem Hauptprodukt $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_2\text{-}(\text{OMe})$ gebildeten Bromdimethoxysilyl- und Tribromsilyl-Komplexe durch Umkristallisieren, Sublimieren oder Chromatographieren abzutrennen. Der Nachweis erfolgte durch IR- und Massenspektren.

Darstellung der Cyclopentadienyl-dicarbonyl-trihalogen-silyl-eisen-komplexe $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiBr}_3$ (II) und $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiJ}_3$ (III)

(Angaben zur Umsetzung mit HJ in eckigen Klammern)

Auf 2.5 g (5.0 mMol) [1.2 g = 2.4 mMol] $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_3$ werden innerhalb von 15 min 40 g (0.49 Mol) HBr [34 g = 0.266 Mol HJ] kondensiert. Nach 30 min Reaktionsdauer bei -80 bis -85°C [-40 bis -45°C] wird der überschüssige Halogenwasserstoff bei -35°C abgezogen. Der Rückstand wird in n-Pentan aufgenommen und durch eine Fritte filtriert, die mit einer 1 cm dicken Schicht Silicagel [0.5 cm Al_2O_3] bedeckt ist. Nach Abziehen des Lösungsmittels und Trocknen im Hochvakuum bei Raumtemperatur erhält man 1.66 g (75.3%) bräunlich-gelbe Kristalle [0.23 g (entspr. 18.2%) eines schwer kristallisierbaren dunkelbraunen Öls]. Alle Arbeiten bei der Umsetzung mit HJ müssen im Dunkeln durchgeführt werden. Wegen der Zersetzlichkeit von III erfolgte der Nachweis nur durch IR- und Massenspektren.

Darstellung von Cyclopentadienyl-dicarbonyl-[bis(cyclohexylamino)-jod]silyl-eisen (IV)

Zu einer Lösung von 0.75 g (1.5 mMol) $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_3$ in 8 ml Benzol wird langsam eine Lösung von 1.8 g (12.7 mMol) CH_3J in 10 ml Benzol getropft. Die Lösung wird 1 d im Dunkeln gerührt. Der inzwischen ausgefallene farblose Niederschlag wird abfiltriert. Aus dem Niederschlag wird durch Umkristallisieren in der Kälte in CHCl_3 in einer Ausbeute von 66.9% d.Th. $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiJ}(\text{NH-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2$ als gelbes Pulvers mit einem Schmp. von $199-202^\circ\text{C}$ isoliert. Die Charakterisierung erfolgte durch IR- und Massenspektren.

Allgemeine Vorschrift zur Darstellung der Cyclopentadienyl-dicarbonyl-tripseudohalogen-silyl-eisen-komplexe $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{N}_3)_3$ (V), $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCO})_3$ (VI) und $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{Si}(\text{NCS})_3$ (VII)

2 g (6.42 mMol) $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ werden in 80 ml Tetrahydrofuran oder Benzol (für die Umsetzung mit NaN_3) gelöst; in dieser Lösung wird 0.1 Mol NaN_3 bzw. KOCN bzw. KSCN suspendiert. Die Lösung wird eine Woche lang bei Raumtemperatur unter Lichtausschluss gerührt. Dabei wird nach jeweils einem Tag der Bodensatz abfiltriert und durch 0.1 Mol frisches Pseudohalogenid ersetzt. Nach Ende der Reaktionszeit wird abfiltriert, das Lösungsmittel abgezogen und der Rückstand in n-Pentan aufgenommen. Diese Lösung wird durch eine Fritte filtriert, die mit einer 2 cm dicken Schicht SiO_2 bedeckt ist. Anschlies-

TABELLE 3

ANALYTISCHE DATEN DER VERBINDUNGEN $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiX}_3$ (X = Br (II), N_3 (V), NCO (VI), NCS (VII))

Verbindung	Ausbeute (%)	Schmelzpunkt ($^\circ\text{C}$)	Analyse gef. (ber.) (%)					
			C	H	Fe	N	S	Br
II	75.3	117–119	19.2 (18.9)	0.87 (1.13)	12.3 (12.6)			54.2 (53.9)
V	48.5	48–50	25.7 (25.4)	1.77 (1.52)	16.5 (16.9)	38.0 (38.1)		
VI	53.6	69–70	36.5 (36.3)	1.4 (1.52)	16.4 (16.9)	13.0 (12.7)		
VII	47.2	86–88	32.0 (31.7)	1.5 (1.3)	14.4 (14.7)	10.9 (11.1)	25.1 (25.3)	

send wird wieder das Lösungsmittel abgezogen und das Produkt getrocknet (vgl. Tabelle 3).

Darstellung von Cyclopentadienyl-dicarbonyl-silyl-eisen (VIII)

Eine Lösung von 720 mg (2.31 mMol) $\text{CpFe}(\text{CO})_2\text{SiCl}_3$ in 10 ml Äther wird zu einer Suspension von 83 mg (2.75 mMol) LiAlH_4 in 10 ml Äther bei -100°C gegeben. Man lässt auf Raumtemperatur erwärmen, rührt dann 30 min und schliesslich nochmals 30 min bei 35°C . Der Äther wird abgezogen, der Rückstand in 20 ml n-Pentan aufgenommen und filtriert. Nach dem Abziehen des Lösungsmittels erhält man 0.28 g gelber, nadelförmiger Kristalle, die durch Vergleich mit den von Amberger [4] angegebenen Daten als Cyclopentadienyl-dicarbonyl-silyl-eisen identifiziert wurden (Ausbeute 58% d.Th.).

Dank

Herrn Prof. Dr. Th. Kruck danken wir für das stete Interesse an dieser Arbeit und die grosszügige Unterstützung mit Institutsmitteln. Für die Aufnahme der Massenspektren danken wir Herrn Dr. W. Molls.

Literatur

- 1 M. Höfler, J. Scheuren und G. Weber, *J. Organometal. Chem.*, 78 (1974) 347.
- 2 M. Höfler und J. Scheuren, *J. Organometal. Chem.*, 55 (1973) 177.
- 3 C. Eaborn, *Organosilicon Compounds*, Butterworths Scientific Publications, London, 1960.
- 4 E. Amberger, E. Mühlhofer und H. Stern, *J. Organometal. Chem.*, 17 (1969) P 5.
- 5 J.S. Thayer und R. West, *Adv. Organometal. Chem.*, 5 (1967) 169.