

Übergangsmetallchalkogenverbindungen

Über Dibenzyledithioarsinato-, Dibenzylmonothioarsinato- und Diphenylmonothioarsinato-Komplexe*Achim Müller*, Peter Werle, Peter Christophliemk und Ioannis Tossidis**)*

Institut für Chemie der Universität Dortmund, D-4600 Dortmund-Hombruch, Postfach 500

Eingegangen am 27. Juli 1973

Darstellung und Eigenschaften der Chelatkomplexe des Dibenzyledithioarsinat-Ions mit Co^{II} , Ni^{II} und Cd^{II} , des Dibenzylmonothioarsinat-Ions mit Co^{II} und Zn^{II} und des Diphenylmonothioarsinat-Ions mit Co^{II} , Zn^{II} und Cd^{II} werden beschrieben. Aus Elektronenabsorptionsspektren und magnetischen Messungen kann die Struktur dieser Übergangsmetallkomplexe abgeleitet werden. Die Liganden werden in die spektrochemische und nephelauxetische Reihe eingeordnet. Es wird erstmals über die Säuren $\text{H}[\text{Ph}_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$, $\text{H}[\text{Bzl}_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$ und $\text{H}[\text{Bzl}_2\text{AsS}_2]$ berichtet.

Transition Metal Chalcogen Compounds**About Dibenzyledithioarsinato-, Dibenzylmonothioarsinato-, and Diphenylmonothioarsinato Complexes**

The preparation and properties of the chelate complexes of the dibenzyledithioarsinate ion with Co^{II} , Ni^{II} , and Cd^{II} , of the dibenzylmonothioarsinate ion with Co^{II} and Zn^{II} , and of the diphenylmonothioarsinate ion with Co^{II} , Zn^{II} , and Cd^{II} are reported. The structure of these transition metal complexes can be determined from electronic spectra and magnetic measurements. The position of the ligands in the spectrochemical and nephelauxetic series is given. The acids $\text{H}[\text{Ph}_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$, $\text{H}[\text{Bzl}_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$, and $\text{H}[\text{Bzl}_2\text{AsS}_2]$ were reported for the first time.

1. Einleitung und Allgemeines zur Darstellung

Während zahlreiche Untersuchungen über Dialkyl- und Diaryldithiophosphinato-Komplexe durchgeführt worden sind, liegen bisher nur wenige Angaben über Monothiophosphinato-Komplexe des Typs $\text{M}[\text{R}_2\text{P}(\text{O})\text{S}]_n$ ($\text{R} = \text{Alkyl- bzw. Arylrest}$) vor¹⁻³⁾. Die entsprechenden Arsenverbindungen sind noch nicht beschrieben worden. Wir berichten hier über die Darstellung einiger Dithio- und Monothioarsinato-Komplexe sowie die Messung und Ausdeutung der Elektronenspektren. Interessant erschien besonders die relative Lage der Liganden in der spektrochemischen und nephelauxetischen Reihe.

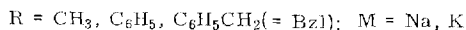
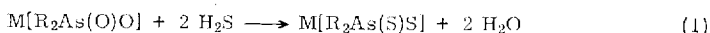
****)** Stipendiat der *NATO-Scientific Affairs Division* aus Griechenland (Univ. Thessaloniki).

1) *W. Kuchen und H. Hertel*, Chem. Ber. **101**, 1991 (1968).

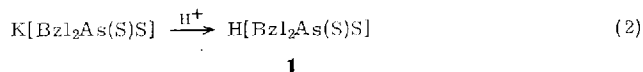
2) *S. Brückner, M. Calligaris, G. Nardin und L. Randaccio*, Chem. Commun. **1969**, 474.

3) *M. Calligaris, A. Ciana, S. Meriani, G. Nardin, L. Randaccio und A. Ripamonti*, J. Chem. Soc. A **1970**, 3386.

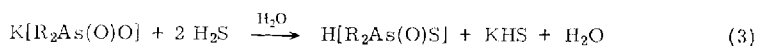
Die Reaktion der Alkalisalze aliphatischer und aromatischer Arsinsäuren mit H_2S in Äthanol führt zu den entsprechenden Salzen der Dithioarsinsäuren^{4,5)}:



Dibenzylidithioarsinsäure (**1**) erhält man bei Ansäuern der wäßrigen Lösung des Kaliumsalzes mit Essigsäure.



Dagegen soll nach Literaturangaben die Umsetzung von wäßrigen alkalischen Lösungen der Dibenzylsäure mit H_2S zum entsprechenden Salz der Dibenzylmonothioarsinsäure führen^{4,6)}. Wir fanden jedoch, daß in wäßriger Lösung die Monothiosäure direkt abgeschieden wird:

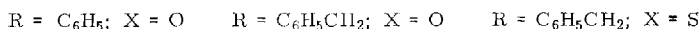


	R
2	C_6H_5
3	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$

Aus den freien Dithiosäuren werden mit KOH die Kaliumsalze dargestellt und aus diesen mit Metallchloriden die entsprechenden Komplexe nach:



4-11



	M	n
4	Co^{II}	2
5	Zn^{II}	2
6	Cd^{II}	2

	M	n
7	Co^{II}	2
8	Zn^{II}	2

	M	n
9	Co^{II}	2
10	Ni^{II}	2
11	Cd^{II}	2

Alle Substanzen sind in Wasser unlöslich und unter Luft- und Lichtabschluß nahezu unbegrenzt haltbar. In Chloroform lösen sie sich relativ gut und ohne Zersetzung. Molekülmasse-Bestimmungen⁷⁾ in CHCl_3 zeigen, daß die Arsinsäuren **1-3** monomer vorliegen.

⁴⁾ M. Förster, H. Hertel und W. Kuchen, Angew. Chem. **82**, 842 (1970); Angew. Chem., Int. Ed. Engl. **9**, 811 (1970).

⁵⁾ A. Müller und P. Werle, Chem. Ber. **104**, 3782 (1971).

⁶⁾ A. Michaelis und U. Paetow, Liebigs Ann. Chem. **233**, 60 (1886).

⁷⁾ Die Molmassen wurden mit einem Dampfdruckosmometer der Fa. Knauer bestimmt.

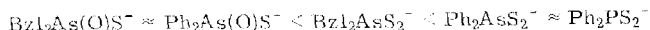
2. Elektronenabsorptionsspektren und magnetische Messungen

Elektronenspektren der Kobalt(II)-Komplexe

Aus den Spektren⁸⁾ und dem beobachteten Paramagnetismus⁹⁾ der Kobalt-Komplexe von $\mu_{\text{eff}} = 4.5$ B. M. für **4** und **7** sowie 4.4 B. M. für **9** folgt eine tetraedrische Anordnung der $\text{Co}^{\text{II}}\text{O}_2\text{S}_2$ - bzw. $\text{Co}^{\text{II}}\text{S}_4$ -Chromophore.

Die Bandenlagen der längstwelligen Übergänge gehen aus Tab. 1 hervor. Die Übergänge $v_3(4A_2 \rightarrow 4T_1(P))$ weisen ausgeprägte Feinstruktur auf. Unter der Annahme, daß es sich hierbei stets um Quartett-Quartett-Übergänge handelt, wurde für die Rechnung der Bandenschwerpunkt zugrundegelegt¹⁰⁾.

Aus Tab. 1 geht hervor, daß die beiden Monothioarsinat-Ionen kleinere Ligandenfeldparameter aufweisen als die Dithioanaloge. Auch ihr nephelauxetischer Effekt ist wesentlich geringer. Bei Anordnung der Liganden nach steigendem Kristallfeldparameter erhält man die spektrochemische Reihe



Elektronenspektrum von $\text{Ni}[(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{AsS}_2]_2$ (**10**)

Tab. 2 enthält die längstwelligen Übergänge im Elektronenabsorptionsspektrum von **10** und ähnlichen Ni^{II} -Komplexen, deren Zuordnung sowie die Ligandenfeldparameter Δ_1 . Aus den Bandenlagen und dem beobachteten Diamagnetismus folgt quadratisch-planare Anordnung der $\text{Ni}^{\text{II}}\text{S}_4$ -Chromophore.

Wir danken dem *Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen* — *Landesamt für Forschung* — und dem *Fonds der Chemischen Industrie* für finanzielle Unterstützung sowie Herrn cand. chem. *Stück* für seine Mitarbeit.

Experimenteller Teil

a) *Dibenzylthioarsinsäure (1)*: In eine äthanolische Lösung von 9.18 g (30 mmol) Dibenzylarsinsäure¹¹⁾ und 1.68 g KOH wird 3 h H_2S eingeleitet und die Lösung i. Vak. auf dem Wasserbad eingedampft. Das so gewonnene Kaliumdibenzylthioarsinat, das auch zur Darstellung der Komplexe **9–11** benutzt werden kann, wird mit verd. Essigsäure versetzt. Die ausfallende Dithiosäure **1** wird abfiltriert und aus Chloroform umkristallisiert. Ausb. 45% farblose Kristalle, Schmp. 208°C.

IR¹²⁾: 3025 s, 2910 s, 1597 m, 1491 st, 1450 st, 1410 s—m, 1214 s, 1165 s, 1151 s, 1141 s, 1061 m—st, 1028 m, 910 s, 818 m, 799 s, 791 s, 780 s, 754 st, 696 st, 486 st, 464 m, 450 s—m, 399 m, 368 cm^{-1} m.

$\text{C}_{14}\text{H}_{15}\text{AsS}_2$ (322.3) Ber. C 52.17 H 4.69 S 19.89

Gef. C 53.8 H 4.75 S 19.7

Mol.-Masse 319 (dampfdruckosmometr. in CHCl_3 ; $c = 0.017$ M)

⁸⁾ Die Spektren wurden mit einem Spektrometer Perkin-Elmer EPS-3T aufgenommen.

⁹⁾ Die magnetischen Messungen wurden mit einer selbstgebauten Gouyschen-Waage bei Raumtemperatur durchgeführt und bezüglich der diamagnetischen Anteile und des TUP korrigiert.

¹⁰⁾ F. A. Cotton und M. Godgame, J. Amer. Chem. Soc. **83**, 1777 (1961).

¹¹⁾ F. Sachs und H. Kantorowicz, Ber. Deut. Chem. Ges. **41**, 2767 (1908).

¹²⁾ Die IR-Spektren wurden mit einem Spektrophotometer Perkin-Elmer 180 an Nujol-verreibungen und CsJ-Preßlingen gemessen (st = stark, m = mittel, s = schwach, br = breit, Sch = Schulter) und werden nach Sicherstellung der Struktur der Verbindungen zugeordnet.

Tab. 1. Bandenlagen ν_{\max} von $\nu_2(4A_2 \rightarrow 4T_1(F))$ und $\nu_3(4A_2 \rightarrow 4T_1(P))$ sowie Ligandenfeldparameter Δ , $Racah$ -Parameter B' und nephelauxetischer Parameter $\beta = B'/B_0$ (Komplex)/ B_0 (Ion) tetraedrischer Komplexe $CoII_{L_2}$ (in Chloroform, Angaben in $10^3/cm$; SP = für die Rechnung benutzter Schwerpunkt ν_3 ; $B_0 = 967\text{ cm}^{-1}$, Sch = Schulter)

Kobalt(II)-Komplex	CoII-Chromophor	ν_2	ν_3	SP	Δ	B'	β
$Co[(C_6H_5)_2As(O)S]_2$ 4	CoO_2S_2	(6.7)	17.8	16.4	3.84	0.77	0.88
			16.0				
			14.4				
			13.7 Sch				
$Co[(C_6H_5CH_2)_2As(O)S]_2$ 7	CoO_2S_2	(6.7)	12.4	16.6	3.83	0.78 ₃	0.81
			17.9				
			16.4				
			14.5				
$Co[(C_6H_5)_2AsS_2]_2$ ^{a)}	CoS_4	(8.0)	13.5 Sch	14.8	4.77	0.56 ₆	0.59
			12.8				
			15.6 Sch				
			14.7				
$Co[(C_6H_5CH_2)_2AsS_2]_2$ 9	CoS_4	(8.0)	15.4 Sch	14.2	4.82	0.51 ₆	0.53
			14.7				
			13.0 Sch				
			14.3				
$Co[(C_6H_5)_2PS_2]_2$ ^{b)}	CoS_4	(8.0)	15.8 Sch	14.9	4.76	0.57 ₄	0.59

a) Vgl. 1. c. ³⁾, b) KBr-Preßling.

Tab. 2. Bandenlagen $\nu_1(1A_g \rightarrow 1A_{2g})$ und $\nu_2(1A_{1g} \rightarrow 1B_{1g})$ sowie Ligandenfeldparameter Δ_1 (für $F = 800\text{ cm}^{-1}$) ^{a)} von $Ni[(C_6H_5CH_2)_2AsS_2]_2$ (**10**) und anderen Komplexen mit quadratisch-planarem $NiII_{S_4}$ -Chromophor (in Chloroform, Angaben in $10^3/cm$)

Komplex	ν_1	ν_2	Δ_1
$Ni[(C_6H_5CH_2)_2AsS_2]_2$ (10)	14.1	18.5 (24.7 Sch) ^{b)} (29.6) ^{b)}	16.9
$Ni[(C_6H_5)_2AsS_2]_2$ ^{a)}	13.7	18.2	16.5
$Ni[(C_6H_5)_2PS_2]_2$ ^{a)}	14.0	17.9	16.8

a) Vgl. Meßwerte bzw. 1. c. ³⁾, b) weitere Banden.

b) *Diphenylmonothioarsinsäure* (**2**): 13.1 g Diphenylarsinsäure¹³⁾ und 2.8 g KOH werden in 100 ml Wasser gelöst, Rückstände gegebenenfalls abfiltriert und etwa 4 h H₂S eingeleitet. Der sich bildende farblose, kristalline Niederschlag wird abfiltriert, mit Wasser gewaschen und aus wenig Äthanol umkristallisiert. Getrocknet wird i. Vak. über P₄O₁₀. Ausb. 50 % farblose Kristalle, Schmp. 106°C.

IR¹²⁾: 3160 br, m, 1478 m, 1038 st, 1308 m, 1178 m, 1080 st, 1066 s, 1021 m, 996 m, (920 s, 885 s), 750 st, 740 st, 604 st, 588 sst, 572 s, ≈ 535 m, br, 499 sst, 470 st, 460 st, 339 st, 310 cm⁻¹ m.

C₁₂H₁₁AsOS (278.2) Ber. C 51.85 H 3.99 As 26.93 S 11.53

Gef. C 51.5 H 3.9 As 26.0 S 11.3

Mol.-Masse 277 (dampfdruckosmometr. in CHCl₃; c = 0.01 M)

c) *Dibenzylmonothioarsinsäure* (**3**): In eine Lösung von 9.18 g (30 mmol) Dibenzylarsinsäure¹¹⁾ und 1.68 g KOH in 50 ml Wasser wird 3 h H₂S eingeleitet. Die ausgefallene Monothiosäure **3** wird abgesaugt und aus Äthanol umkristallisiert. Ausb. 50 % farblose glänzende Blättchen, Schmp. 117°C. **3** ist in Benzol, Chloroform, Eisessig und Alkohol löslich.

IR¹²⁾: 3230 st, 3082 s, 3060 s, 3030 s, 2970 s, 2920 s, 1600 m, 1492 st, 1453 st, 1404 st, 1216 m, 1190 m, 1151 s, 1130 m, 1110 s, 1070 st, 1035/1028 m, 911 m, 828 m, 760 st, 695 st, 628 m, 561/555 m, 489 st, 466/454 m, 295 st, 255 cm⁻¹ m.

C₁₄H₁₅AsOS (306.3) Ber. C 54.91 H 4.94 S 10.47

Gef. C 55.2 H 4.9 S 10.3

Mol.-Masse 298 (dampfdruckosmometr. in CHCl₃; c = 0.0016 M)

d) *Bis(diphenylmonothioarsinato)kobalt(II)* (**4**): Durch Umsetzung von **2** mit der ber. Menge KOH in Äthanol erhält man das Kaliumdiphenylmonothioarsinat, das zur Darstellung der Diphenylmonothioarsinato-Komplexe verwendet wird.

Zu einer Lösung von 0.5 g (2.1 mmol) CoCl₂·6H₂O in 10 ml Wasser gibt man unter Rühren eine wäßr. (oder alkoholische) Lösung von 1.3 g K[(C₆H₅)₂As(O)S]. Der sofort ausfallende Niederschlag wird abgesaugt, mit Wasser und Äthanol gewaschen und i. Vak. über P₄O₁₀ getrocknet. Ausb. 80 % blaues Pulver. Der Komplex ist in Wasser und Alkohol unlöslich; relativ leicht löslich dagegen in Chloroform und Benzol.

IR¹²⁾: 3070 s, 3050 m, 1480 st, 1439 st, 1335 s, 1309 s, 1180 s, 1159 s, 1082 st, 1065 s, 1024 s—m, 996 s—m, 820 st, br (strukturiert), 735 st, 686 st, 500 Sch, 475 st, 340 m, 305 cm⁻¹ m.

CoC₂₄H₂₀As₂O₂S₂ (615.3) Ber. As 24.35 Co 9.58 S 10.42

Gef. As 23.9 Co 9.6 S 10.6

Mol.-Masse 603 (dampfdruckosmometr. in CHCl₃, c = 0.0017 M)

e) *Bis(diphenylmonothioarsinato)zink(II)* (**5**): 0.27 g (2 mmol) ZnCl₂ werden in 10 ml Methanol gelöst und mit einer äthanol. Lösung von 1.3 g K[(C₆H₅)₂As(O)S] versetzt. Der ausfallende farblose Niederschlag wird abgesaugt, mit Äthanol gewaschen und i. Vak. über P₄O₁₀ getrocknet. Ausb. 70 %. **5** ist unlöslich in Wasser und Äthanol, relativ gut löslich in Chloroform und Benzol.

IR (Hauptabsorptionsbanden zwischen 900 und 300 cm⁻¹)¹²⁾: 820 st, 736 st, 698 st, 480 st, 455 m, 344 m, 312 cm⁻¹ m.

ZnC₂₄H₂₀As₂O₂S₂ (621.8) Ber. As 24.10 S 10.31 Zn 10.51

Gef. As 23.7 S 10.4 Zn 10.4

¹³⁾ A. Michaelis, Liebigs Ann. Chem. **321**, 151 (1902).

f) *Bis(diphenylmonothioarsinato)cadmium(II)* (**6**): Zu einer Lösung von 0.37 g (2.0 mmol) CdCl_2 in 10 ml Wasser gibt man eine wäßr. Lösung von 1.3 g $\text{K}[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$. Der ausfallende farblose Niederschlag wird abgesaugt und mit Äthanol gewaschen. Getrocknet wird i. Vak. über P_4O_{10} . Ausb. 70%. **6** ist in Chloroform und Benzol löslich.

IR (Hauptabsorptionsbanden zwischen 900 und 300 cm^{-1})¹²⁾: 840 Sch, 821 st, 735 st, 688 st, 477 st, 455 Sch, 345 m, 306 cm^{-1} s.

$\text{CdC}_{24}\text{H}_{20}\text{As}_2\text{O}_2\text{S}_2$ (668.8) Ber. As 22.40 Cd 16.80 S 9.59

Gef. As 22.7 Cd 16.4 S 9.5

Mol.-Masse 752 (dampfdruckosmometr. in CHCl_3 ; $c = 0.015\text{ M}$)

g) *Bis(dibenzylmonothioarsinato)kobalt(II)* (**7**): Durch Umsetzung von **3** mit der ber. Menge KOH in Methanol erhält man das zur Darstellung der Komplexe verwendbare Kaliumdibenzylmonothioarsinat.

Zu einer Lösung von 0.5 g (2.1 mmol) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 10 ml Wasser gibt man unter Rühren eine wäßr. Lösung von 1.4 g $\text{K}[(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$. Der ausfallende blaue Niederschlag wird behandelt, wie unter d) beschrieben. Ausb. 75%, Schmp. 105°C . **7** ist in Chloroform und Benzol relativ gut und ohne Zers. löslich.

IR¹²⁾: 3065 s, 3030 s, 2920 s, 1600 m, 1495 st, 1454 st, 1405 m, 1065 m, 1031 m, 910 s, 820 br, st, 759 st, 694 st, 610 s, 560 s, 462 st, 409 Sch, 284 cm^{-1} m.

$\text{CoC}_{28}\text{H}_{28}\text{As}_2\text{O}_2\text{S}_2$ (669.4) Ber. C 50.24 H 4.22 Co 8.80 S 9.58

Gef. C 49.8 H 4.2 Co 8.7 S 9.6

Mol.-Masse 1380 (dampfdruckosmometr. in CHCl_3 ;
 $c = 0.0065\text{ M}$)

h) *Bis(dibenzylmonothioarsinato)zink(II)* (**8**): 0.27 g (2.0 mmol) ZnCl_2 werden in 10 ml Methanol gelöst und mit einer äthanol. Lösung von 1.4 g $\text{K}[(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{As}(\text{O})\text{S}]$ versetzt. Der ausfallende Niederschlag wird behandelt wie unter e) beschrieben. Ausb. 65%. **8** ist in Chloroform und Benzol löslich.

IR (Hauptabsorptionsbanden zwischen 850 und 300 cm^{-1})¹²⁾: 845 br, st; 822 st, 759 st, 694 st, 620 s, 565 s, 556 s, 463 st, 443 cm^{-1} m.

$\text{ZnC}_{28}\text{H}_{28}\text{As}_2\text{O}_2\text{S}_2$ (675.9) Ber. As 22.17 S 9.49 Zn 9.67 Gef. As 21.8 S 9.8 Zn 9.6

i) *Bis(dibenzyledithioarsinato)kobalt(II)* (**9**): Das als Ausgangsprodukt dienende Kaliumdibenzyledithioarsinat wird gewonnen, wie unter a) beschrieben.

Zu einer Lösung von 0.5 g (2.1 mmol) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 10 ml Wasser gibt man unter Rühren eine wäßr. Lösung von 1.7 g $\text{K}[(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{As}(\text{S})\text{S}]$. Der ausfallende grüne Niederschlag wird abgesaugt, mit Äthanol sowie Äther gewaschen und i. Vak. über P_4O_{10} getrocknet. Ausb. 70%. **9** ist in Chloroform und Benzol nur wenig löslich.

IR¹²⁾: 3060 s, 3030 s, 2910 s, 1598 m, 1493 st, 1451 st, 1402 s—m, 1062 m, 1029 m, 909 s, 820 m, 756 st, 964 st, 451 st, 410 m, 300 cm^{-1} m.

$\text{CoC}_{28}\text{H}_{28}\text{As}_2\text{S}_4$ (701.6) Ber. C 47.94 H 4.02 As 21.36 Co 8.40 S 18.30

Gef. C 48.1 H 4.1 As 20.9 Co 8.1 S 18.0

Mol.-Masse 1390 (dampfdruckosmometr. in CHCl_3 ;
 $c = 0.0030\text{ M}$)

k) *Bis(dibenzyledithioarsinato)nickel(II)* (**10**): Zu einer Lösung von 0.5 g (2.1 mmol) $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 10 ml Wasser gibt man unter Rühren eine wäßr. Lösung von 1.7 g $\text{K}[(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{As}(\text{S})\text{S}]$. Der ausfallende braune Niederschlag wird mit Wasser, Äthanol

sowie Äther gewaschen und i. Vak. über P_4O_{10} getrocknet. Ausb. 80%, **10** ist in Chloroform und Benzol relativ gut löslich; die Lösungen sind längere Zeit stabil.

IR (Hauptabsorptionsbanden zwischen 900 und 300 cm^{-1})¹²⁾: 762/756 st, 698/692 st, 473 st, 463 st, 435 s, 339 m, 320 cm^{-1} m.

$NiC_{28}H_{28}As_2S_4$ (701.4) Ber. C 47.95 H 4.02 As 21.37 Ni 8.37 S 18.29

Gef. C 47.6 H 3.9 As 21.9 Ni 8.3 S 17.9

l) *Bis(dibenzylthioarsinato)cadmium(II)* (**11**): Zu einer Lösung von 0,37 g (2.0 mmol) $CdCl_2$ in 10 ml Wasser gibt man unter Rühren eine wäßr. Lösung von 1.7 g $K[(C_6H_5CH_2)_2AsS_2]$. Der sofort ausfallende farblose Niederschlag wird abgesaugt, mit Wasser, Äthanol sowie Äther gewaschen und i. Vak. über P_4O_{10} getrocknet. Ausb. 80%. **11** ist in Chloroform und Benzol relativ gut löslich.

IR (Hauptabsorptionsbanden zwischen 900 und 250 cm^{-1})¹²⁾: 757 st, 694 st, 455 st, 417 m, 265 cm^{-1} m.

$CdC_{28}H_{28}As_2S_4$ (755.0) Ber. C 44.54 H 3.76 As 19.58 Cd 14.89 S 16.96

Gef. C 44.0 H 3.6 As 19.0 Cd 15.2 S 17.2

m) *Analytisches*: C und H wurden mikroanalytisch durch Verbrennung bestimmt, Nickel und Kobalt gravimetrisch mit Diacetyldioxim bzw. α -Nitroso- β -naphthol. Arsen, Zink und Cadmium wurden jodometrisch bzw. komplexometrisch titriert, Schwefel als $BaSO_4$ ausgewogen.

[292/73]