

Lösungen zu mehr als 50 % unlöslich. Durch Löseversuche mit Säuren und Komplexbildnern konnte die Verknüpfung dieses Blei-Anteils mit eisenhaltigen Verbindungen nachgewiesen werden. Diese unterscheiden sich durch ihre Löslichkeit in Phenol vom Hämosiderin und sind wahrscheinlich Eisenhydroxyd-Eiweiß-Kolloide mit unterschiedlichen Teilchengrößen.

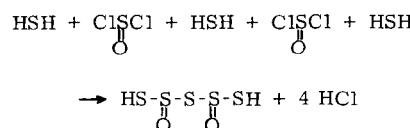
32

### Synthese von Sulfanoxyden

P. W. Schenk, W. Kretschmer, R. Ludwig, R. Steudel und M. Töpert, Berlin

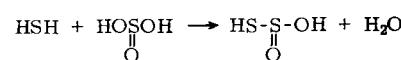
Sulfanoxyde sind kettenförmige Schwefelverbindungen des Typs  $H(S_2O)_xSH$ . Die Struktur folgt aus der Synthese, für die drei Wege gefunden wurden:

1. Kondensation von  $SOCl_2$  mit  $H_2S$  in Äther bei  $-10^\circ C$ :

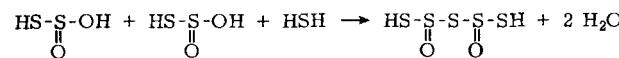


Das Sulfanoxyd fällt als gelber Niederschlag der Zusammensetzung  $S:O:H \approx 4,4:1:0,6$  aus.

2. Polykondensation von thioschwefliger Säure, die aus  $H_2S$  und  $H_2SO_3$  in organischen Lösungsmitteln bei tiefen Temperaturen entsteht und sich isolieren lässt [1]:



Die weitere Kondensation erfolgt spontan und verläuft in Gegenwart von  $H_2S$  nach dem Schema:



Man erhält aus  $H_2S$  und  $SO_2$  in  $CCl_4$  bei  $-10^\circ C$  einen gelben Niederschlag der Zusammensetzung  $S:O:H \approx 2,6:1:0,5$ . Auch bei Verzicht auf ein organisches Lösungsmittel entsteht bei  $-65^\circ C$  aus den flüssigen Komponenten ein Polysulfanoxyd. An Stelle von  $SO_2$  kann auch  $SO_2Cl_2$  (in  $CCl_4$ /Äther bei  $-10^\circ C$ ) eingesetzt werden, das durch  $H_2S$  zu  $SO_2$  reduziert wird, wonach wieder die Komponenten der Wackenroder-Reaktion nebeneinander vorliegen.

3. Vorsichtige Hydrolyse von  $S_2Cl_2$  in  $CCl_4$ /Dioxan führt bei  $-10^\circ C$  zu einem Polysulfanoxyd der Zusammensetzung  $S:O:H \approx 2,6:1:1,0$ . Primärprodukt der Reaktion ist wahrscheinlich wieder thioschweflige Säure:



Die Sulfanoxyde sind wegen ihrer thermischen Empfindlichkeit oft schwefelreicher als der Idealformel entspricht. Sie zerfallen oberhalb  $70^\circ C$  unter stürmischer Gasentwicklung, wobei im Vakuum außer  $SO_2$  auch  $S_2O$  abgegeben wird.

[1] P. W. Schenk u. R. Ludwig, Z. Naturforsch. 20b, 809 (1965).

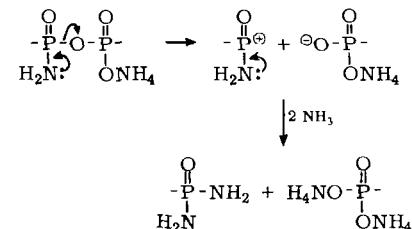
33

### Ammonolyse von Diphosphorpanoxyd

P. W. Schenk und K. Scheffler, Berlin

Das hexagonal-rhomboedrische  $P_4O_{10}$  (H-Form) und wasserfreies flüssiges Ammoniak reagieren bei Atmosphärendruck nicht miteinander. In Gegenwart geringer Mengen Wasser

oder Ammoniumchlorid (in der Größenordnung einiger ppm) tritt dagegen eine Reaktion ein, die durch Messung der protonenmagnetischen Resonanz und durch Analyse der in flüssigem Ammoniak unlöslichen Reaktionsprodukte verfolgt wurde. Wasser wird bei der Reaktion nicht verbraucht. Vielmehr nimmt der Wassergehalt des flüssigen Ammoniaks während der Ammonolyse zu. Während die Ammonolyse der H-Form von  $P_4O_{10}$  schnell verläuft, reagieren die orthorhombischen Modifikationen des Phosphorpanoxyds mit flüssigem Ammoniak nicht oder nur sehr langsam. Der erste Schritt der Ammonolyse besteht in der Anlagerung eines  $NH_4^+$ -Ions an den Sauerstoff der  $\overset{\text{O}}{\underset{\text{P}}{\text{O}}}$ -Gruppe. Anschließend wird  $NH_3$  an das positiviertes Phosphoratom addiert. Als Hauptprodukte der Reaktion wurden Phosphoroxydiamid, Ammoniumdiamidophosphat und verschiedene Ammoniumamido-oligophosphate durch ein- und zweidimensionale Dünnenschichtchromatographie nachgewiesen. Diammoniummonoamidophosphat entsteht nicht. Die Fleckengrößen und -intensitäten im Chromatogramm wurden mit denen aus Lösungen bekannter Konzentrationen verglichen. Die Ausbeuten der Ammonolyseprodukte sind vom Wassergehalt des flüssigen Ammoniaks unabhängig, solange dieser zwischen  $10^{-4}$  und ca.  $8\%$  liegt. Die dirigierende Wirkung der  $NH_2$ -Gruppen führt zu einer Häufung von  $NH_2$ -Gruppen am gleichen Phosphoratom:



34

### Untersuchungen an Triarylphosphinen mit Substituenten zweiter Ordnung

G. P. Schiemenz, Kiel

Nach der Einteilung organischer Gruppen in (+M)- und (-M)-Substituenten wäre der Phosphinphosphor zu den Elektronendonatoren zu rechnen, während, sofern man an der Oktettregel festhalten will, der Phosphor in aromatischen Phosphinoxyden und -sulfiden keinen mesomeren Effekt ausüben sollte. UV-Spektren zeigen jedoch, daß sich der Phosphor im Tris-(p-dimethylaminophenyl)-phosphin, -phosphinoxyd, -phosphinsulfid und in ähnlichen Verbindungen, vermutlich durch d-Orbital-Beteiligung, wie ein (-M)-Substituent verhält [1]. Diesem Befund stehen keine überzeugenden Belege für einen 3p-Donatoreffekt des Phosphinphosphors gegenüber. Der elektronische Effekt des Phosphinphosphors wurde nun mit mehreren, unabhängigen Methoden an Triarylphosphinen ( $C_6H_5)_2PC_6H_4A(p)$  mit Elektronenakzeptor-Substituenten ( $A = COOH, COOCH_3, CONH_2, CON(CH_3)_2, COCH_3, CHO, CN, NO_2$ ) in p-Stellung zum Phosphor untersucht, in denen die Voraussetzungen zu einer 3p-Orbital-Beteiligung besonders gut sein sollten. Danach verhält sich der Phosphinphosphor gegenüber einem Phenylrest mit schwachen Akzeptor-Substituenten in p-Stellung ( $A = COOH, COOCH_3, CON(CH_3)_2, COCH_3$ , in den Amiden durch starke intermolekulare Wechselwirkungen gestört), also wohl auch gegenüber dem unsubstituierten Phenylrest, stets wie ein schwacher, der Phosphinoxyd- und -sulfid-Phosphor wie ein relativ starker (-M)-Substituent [pK-Werte der Säuren und daraus die Hammett-Konstanten; IR-Spektren:  $\nu(C=O)$ ]. Verstärkung des (-M)-Effekts des p-Substituenten ( $A = CHO, CN, NO_2$ ) verkleinert bei den Phosphinoxyden und

[1] G. P. Schiemenz, Angew. Chem. 77, 593 (1965); Angew. Chem. internat. Edit. 4, 603 (1965).

-sulfiden den Akzeptoreffekt des Phosphors, während sich der Phosphinphosphor im Aldehyd wie ein Substituent ohne M-Effekt (NMR-spektroskopisch: Lage des Signals des Formylprotons), im Nitril [IR-spektroskopisch: Lage und Intensität von  $\nu(C\equiv N)$ ] und in der Nitroverbindung [IR-spektroskopisch: Lage von  $\nu_{as}(NO_2)$ ] wie ein (+M)-Substituent mit Donatoreigenschaften von der Größe einer Methylgruppe verhält. Demgegenüber ist die  $(C_6H_5)_2N$ -Gruppe stets ein starker Elektronendonator, und der Phosphoniumphosphor ist selbst gegenüber einem p-Nitrophenylrest noch ein ziemlich starker Akzeptor.

Damit sind sowohl Donatoreigenschaften des Phosphinphosphors als auch die früher postulierte Umkehrung des M-Effekts beim Phosphinphosphor experimentell belegt worden. Faßt man den gemessenen Effekt als Differenz eines 3d-Akzeptor- und eines 3p-Donatoreffekts auf, so ergibt sich aus dem Unterschied zwischen den Phosphinen und den Oxyden und Sulfiden (mit reiner 3d-Orbital-Beteiligung) eine erhebliche 3p-Orbital-Beteiligung auch für die Phosphine, in denen ein Akzeptoreffekt resultiert. Die Vorstellung eines Phosphin-Akzeptoreffekts ermöglicht zusammen mit einer Neuberechnung der Elektronegativität des  $sp^2$ -Kohlenstoffs erstmalig eine Deutung des bekannten Befunds, daß der Phosphor in aromatischen Phosphinen den negativen Pol des P-C-Partialdipols darstellt. Möglicherweise beruht auch die Sonderrolle des Phosphors in der Reihe der Triarylverbindungen der Elemente der 5. Hauptgruppe sowie die mangelnde Neigung der Elemente der 2. Achterperiode,  $p_{\pi}-p_{\pi}$ -Doppelbindungen zu bilden, letztlich auf einer d-Orbital-Beteiligung.

35

### Untersuchungen zur Konstitution von Hydroxokomplexen [1]

H. G. Schnering, Münster

$Na[Zn(OH)_3]$  enthält diskrete ebene  $[Zn(OH)_3]^-$ -Gruppen, die durch starke Wasserstoffbrücken je zu zweit miteinander verbunden sind (tetragonale Nadeln;  $a = 10,86$ ,  $c = 5,35 \text{ \AA}$ ;  $D_{4h}^{13}$ ) [2, 3].

$Na_2Cu[(OH)_4]$  zeigt die typische (4+2)-Koordination für  $Cu^{2+}$ . Die ebenen  $[Cu(OH)_4]^-$ -Gruppen sind nicht vollkommen isoliert, da die  $OH^-$ -Teilchen des komplexen Anions als fernere Partner benachbarter Cu-Atome zu zählen sind (orthorhombisch;  $a = 6,75$ ,  $b = 6,78$ ,  $c = 9,02 \text{ \AA}$ ;  $D_2^4$ ; starke Pseudosymmetrien).

$Ba_2[Zn(OH)_6]$  enthält isolierte  $[Zn(OH)_6]^-$ -Gruppen mit einer stark verzerrten quasioctaedrischen (4+2)-Koordination für Zn. Es handelt sich um eine deformierte  $K_2PtCl_6$ -Struktur, deren Verzerrung offensichtlich nicht durch Wasserstoffbrücken bedingt ist, sondern durch die Verkleinerung der „Lücke“ für die Ba-Teilchen (monoklin;  $a = 6,11$ ,  $b = 6,37$ ,  $c = 10,46 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 125,7^\circ$ ;  $C_{2h}^5$ ) [3].

$Ba_2[Cu(OH)_6]$  ist nach Pulveraufnahmen isotyp mit  $Ba_2[Zn(OH)_6]$  ( $a = 6,09$ ,  $b = 6,50$ ,  $c = 10,45 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 126,0^\circ$ ) [3].

$Ba_2[Mg(OH)_6]$  ist mit Sicherheit isostruktuell mit  $Ba_2[Zn(OH)_6]$  und  $Ba_2[Cu(OH)_6]$ , also eine echte Komplexverbindung. Es kristallisiert pseudotetragonal mit  $a' = 8,72$ ,  $c' = 8,49 \text{ \AA}$  in einem verzerrten  $K_2PtCl_6$ -Gitter. Die genaue Symmetrie der anisotropen „oktaedrischen Kristalle“ ist wegen hoher Pseudosymmetrien noch nicht ganz sicher.

Bei der Darstellung von  $NaSn(OH)_3$  (Nadeln; orthorhombisch mit  $a = 14,45$ ,  $b = 16,79$ ,  $c = 5,89 \text{ \AA}$ ;  $D_2^4$ ) wurde im Ver-

[1] Die beschriebenen Präparate wurden nach den Angaben von R. Scholder et al. dargestellt; vgl. Z. anorg. allg. Chem. 241, 76 (1939); 317, 113 (1962).

[2] H. G. Schnering, Naturwissenschaften 48, 665 (1961).

[3] H. G. Schnering, Habilitationsschrift, Universität Münster, 1963.

lauf von etwa 48 Std. eine vollständige Umwandlung dieser Phase in eine morphologisch sehr ähnliche andere Phase beobachtet (monokline Nadeln;  $a = 17,35$ ,  $b = 8,23$ ,  $c = 22,20 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 101^\circ$ ). Ob es sich um eine zweite Form des  $NaSn(OH)_3$  oder aber um eine etwas wasserärmerre Verbindung handelt, läßt sich analytisch nur schwierig entscheiden.

Die IR-Spektren der komplexen Hydroxyde sind durch die stets vorhandenen geringen Carbonatmengen gestört. Trotzdem lassen sie charakteristische Absorptionen im Bereich von 700 bis 1200  $\text{cm}^{-1}$  erkennen. Vergleichende Betrachtungen von Hydroxyden und Fluoriden gleichen Formeltyps ergeben für den Raumbedarf der  $OH^-$ -Gruppen ein Inkrement von  $13 \text{ cm}^3/\text{Mol}$ . Im übrigen gibt es kaum Beispiele von isostrukturellen Verbindungspaaren.

Ein rechnerisches Verfahren, bei dem die elektrostatischen Potentialprofile in der Umgebung protonentragender Teilchen ermittelt wurden, gibt die Positionen der H-Atome sehr gut wieder, wenn die Lage der anderen Teilchen bekannt ist [3]. Das Verfahren wurde an einigen Verbindungen mit bekannten H-Positionen (Neutronenbeugung) geprüft [ $LiOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $KH_2PO_4$ ].

36

### Raman-Spektren farbiger Kristallpulver durch Anregung mit Laser-Strahlung

B. Schrader und M. Stockburger, Dortmund

Die rote Strahlung des Rubin- (6943  $\text{\AA}$ ) und He-Ne-Gas-Lasers (6328  $\text{\AA}$ ) eignet sich zur Anregung von Raman-schwingungen. Besonders interessant sind die Spektren farbiger, fluoreszierender und lichtempfindlicher Substanzen, bei denen die herkömmliche Anregung durch Hg-Linien versagt. Farbige Substanzen sind bei Zimmertemperatur meist Festkörper und oft schwer löslich. Sie werden als Pulverschicht oder polykristalline Tablette untersucht. Die aus der (unbeleuchteten) Probenrückseite austretende Strahlung wird beobachtet. Die unverschobene Streustrahlung wird durch zweifache Reflexion an einem Interferenzfilter kleiner Bandbreite stark geschwächt bei praktisch ungeschwächter Ramanstrahlung. Ramanlinien in der Nähe der Erregerlinie sind daher noch nachzuweisen. Der Substanzbedarf liegt bei 10–50 mg.

Auch farblose Substanzen lassen sich durch Laser-Strahlung anregen. Hier ist jedoch, wie die Energiebilanz zeigt, der Hg-Niederdruckbrenner dem He-Ne- und Rubin-Laser überlegen. Der Argon-Laser mit einer Strahlungsleistung von je 350 mW bei 4880 und 5145  $\text{\AA}$  ist als universelle Ramanlichtquelle vielversprechend, zur Zeit jedoch noch zu teuer.

37

### Zur Komplexchemie des Technetiums. — Vergleichende Untersuchungen über die Stabilität der Hexahalogeno-technetate(IV) und -rhenate(IV)

K. Schwochau, Köln

Wir haben Komplexbildungskonstanten und Liganden-Austauschgeschwindigkeiten der Hexachloro- und Hexabromotechnetate(IV) und -rhenate(IV) bestimmt. Die durch potentiometrische Messung der Gleichgewichtskonzentration der freien Ligandionen in 3 M  $HClO_4$  bei 15,0  $^\circ C$  ermittelten Bildungskonstanten  $k_6$  betragen für  $[TcCl_6]^{2-}$   $4,6 \cdot 10^4$ , für  $[ReCl_6]^{2-}$   $2,2 \cdot 10^6$ , für  $[TcBr_6]^{2-}$   $3,8 \cdot 10^3$  und für  $[ReBr_6]^{2-}$   $1,8 \cdot 10^5$  1/Mol. Die Konstanten der Tc-Komplexe sind danach etwa um den Faktor 50 kleiner als die der entsprechenden Re-Komplexe. Qualitativ kann die größere Stabilität der Halogenorhenate durch unterschiedliche Ligandenfeld-Stabilisierungsenergien gedeutet werden.

Zur Messung der Austauschgeschwindigkeiten wurden die Komplex-Ionen mit  $^{36}Cl$  bzw.  $^{82}Br$  markiert. Auch hier er-