

Carbenliganden daher, wie in Abbildung 3 angedeutet, in den Positionen **A** und **B**, wobei der große Rest R des Carbens die weniger gehinderte Position einnimmt. Der Angriff des Nucleophils an die Konformationen **A** und **B** erfolgt dabei von der Rückseite. Die beobachtete Stereochemie der Produkte wird verständlich, wenn man in dieses Modell die bevorzugte Orientierung der Reaktionspartner mit ihren C=C-, C≡C- und C-H-Bindungen in den inter- oder intramolekularen Reaktionen einbezieht.

- [1] F. A. Cotton, R. A. Walton, *Multiple Bonds Between Metal Atoms*, Wiley, New York, 1982.
- [2] G. A. Rempel, P. Legzdins, H. Smith, G. Wilkinson, *Inorg. Synth.* **1972**, 13, 90.
- [3] M. P. Doyle, *Chem. Rev.* **1986**, 86, 919.
- [4] M. P. Doyle, *Acc. Chem. Res.* **1986**, 19, 348.
- [5] G. Maas, *Top. Curr. Chem.* **1987**, 137, 75.
- [6] M. P. Doyle, *Recl. Trav. Chim. Pays-Bas* **1991**, 110, 305.

- [7] P. A. Agaskar, F. A. Cotton, L. R. Falvello, S. Hahn, *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, 108, 1214.
- [8] H. Brunner, H. Kluschanzoff, K. Wutz, *Bull. Soc. Chim. Belg.* **1989**, 98, 63.
- [9] D. Arlt, M. Jautlat, R. Lantzsch, *Angew. Chem.* **1981**, 93, 719; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1981**, 20, 703.
- [10] H. Nozaki, S. Moriuti, H. Takaya, R. Noyori, *Tetrahedron Lett.* **1966**, 5239.
- [11] T. Aratani, *Pure Appl. Chem.* **1985**, 57, 1839.
- [12] H. Fritschi, U. Leutenegger, A. Pfaltz, *Angew. Chem.* **1986**, 98, 1028; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1986**, 25, 1005.
- [13] a) R. E. Lowenthal, A. Abiko, S. Masamune, *Tetrahedron Lett.* **1990**, 31, 6005; b) D. A. Evans, K. A. Woerpel, M. M. Hinman, *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 726.
- [14] Kurze Übersicht: C. Bolm, *Angew. Chem.* **1991**, 103, 556; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1991**, 30, 542.
- [15] M. P. Doyle, B. D. Brandes, A. P. Kazala, R. J. Pieters, M. B. Jarstfer, L. M. Watkins, C. T. Eagle, *Tetrahedron Lett.* **1990**, 31, 6613.
- [16] M. P. Doyle, R. J. Pieters, S. F. Martin, R. E. Austin, C. J. Oalmann, P. Müller, *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 1423.
- [17] M. N. Protopopova, M. P. Doyle, P. Müller, D. Ene, *J. Am. Chem. Soc.* **1992**, 114, 2755.
- [18] M. P. Doyle, A. v. Oeveren, L. J. Westrum, M. N. Protopopova, T. W. Clayton, Jr., *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 113, 8982.

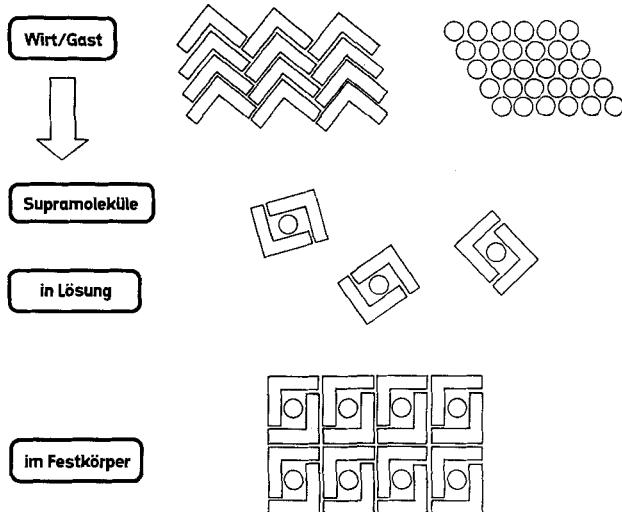
Anorganische Wirt-Gast-Chemie mit neuem Schwung

Von Hans Reuter*

Es ist nun exakt 25 Jahre her, daß das eher zufällige Los-treten eines kleinen Steines – die Synthese der ersten Kronen-ether und die Entdeckung ihrer komplexierenden Eigen-schaften^[1] – eine Lawine – die Supramolekulare Organische Chemie – in Bewegung gesetzt hat. Die rasante Entwicklung der Supramolekularen Organischen Chemie, die einen äußeren Höhepunkt in der Verleihung des Chemie-Nobelpreises 1987 an C. J. Pedersen, J.-M. Lehn und J. Cram fand, röhrt unter anderem daher, daß sie abiotische Pendants zu biologischen Prozessen, z.B. der Enzymkatalyse, studiert. Von da-her ist es nicht verwunderlich, daß hier sehr enge Wechselwir-kungen zwischen Organischer Chemie und Biochemie be-stehen und die Rezeptor-Substrat-Wechselwirkung in der Su-pramolekularen Chemie von grundlegender Bedeutung ist^[2].

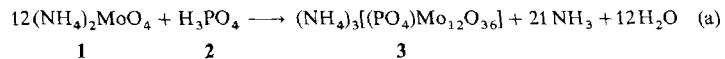
Unter supramolekularen Verbindungen (Übermolekülen, Überkomplexen) versteht man, wie Schema 1 graphisch wie-dergibt, komplexe, sowohl in Lösung als auch im festen Zu-stand beständige Aggregate aus zwei oder mehreren ver-schiedenen Bausteinen, die für sich alleine schon Verbindun-gen mit definierten physikalischen und chemischen Eigen-schaften sind. Kennzeichnend für diese Art der Wirt-Gast-Beziehung ist dabei zum einen, daß die bindenden Wechs-elwirkungen (Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) zwis-chen den Partnern schwach sind, so daß das Übermolekül oder der Überkomplex unter bestimmten Bedingungen auch wieder reversibel in seine Ausgangskomponenten zerfallen kann, zum anderen, daß der Wirt eine solche Struktur auf-weist, daß er den Gast selektiv und fest einzuschließen vermag.

Genau an diesem Punkt braucht sich jedoch die Anorgani-sche Chemie nicht zu verstecken, schließlich kennt sie Wirt-Gast-Einschlußverbindungen bereits seit mehr als 150 Jah-



Schema 1.

ren. So beschrieb J. Berzelius bereits 1826^[3] die in Glei-chung (a) formulierte Umsetzung von Ammoniummolybdat **1** mit Phosphorsäure **2**, bei der er einen gelben Niederschlag erhielt, von dem wir heute wissen, daß es sich dabei um die Verbindung **3**, das Ammoniumsalz der 12-Molybdatophos-phorsäure, gehandelt haben muß. Das Anion von **3** besteht aus einer Hülle von zwölf $\{\text{MoO}_6\}$ -Oktaedern, die nach dem Prinzip des α -Keggin-Strukturtyps miteinander verknüpft sind, wobei sie in ihrer Mitte eine Lücke lassen, in der ein einzelnes Phosphoratom eingelagert ist.



1

2

3

[*] Dr. Hans Reuter

Institut für Anorganische Chemie der Universität
Gerhard-Domagk-Straße 1, W-5300 Bonn

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den typischen supramolekularen Verbindungen der Organischen Chemie besteht jedoch darin, daß in diesem Heteropolyanion die Sauerstoffatome der Phosphatgruppe gleichzeitig auch Bausteine des Wirtes sind, so daß es sich bei 3, legt man die eng gefaßte Definition der Organischen Chemie zugrunde, streng genommen nicht um eine supramolekulare Verbindung handelt. Man spricht in diesem Fall vielmehr von molekularen Materialien^[4].

Diese strenge Unterscheidung ist jedoch für die hier beschriebene Verbindungsklasse der Heteropolysäuren nur von sekundärer Bedeutung^[5], zumal sich diese Verbindungen in Abhängigkeit vom pH-Wert der Lösung auch wieder in die Ausgangskomponenten aufspalten lassen. Dies zeigt ganz deutlich den Einfluß des Lösungsmittels auf die Bildung derartiger Verbindungen, da es selbst – im Sinne obiger Definition – in einer mehr oder weniger starken supramolekularen Wechselwirkung mit den beiden Ausgangsverbindungen steht und somit deren Reaktivität und Verfügbarkeit entscheidend mit beeinflußt.

Dieses Beispiel verdeutlicht darüber hinaus sehr anschaulich einen weiteren Aspekt anorganischer Wirt-Gast-Chemie. Die Struktur des Heteropolyanions ist nur so zu deuten, daß der Wirt im Verlaufe der in Lösung stattfindenden Kondensationsreaktionen um den Gast herum aufgebaut worden sein muß, ein Phänomen, das als *Templateeffekt* bekannt ist.

Sind die Wechselwirkungen zwischen den Einheiten in einem Wirt-Gast-Komplex im Grenzfall extrem schwach, so kann der Überkomplex im kristallinen Zustand durchaus stabil sein, in der Lösung aber wieder in seine Einzelkomponenten zerfallen, da diese dort mit dem Lösungsmittel wesentlich stärkere Wechselwirkungen eingehen. Solche nur im festen Zustand existierende Wirt-Gast-Verbindungen bezeichnet man als Einschlußverbindungen oder Clathrate. Ein bekanntes Beispiel aus dem Bereich der Anorganischen Chemie ist hierfür das in vielen Lehrbüchern aufgeführte Chlorhydrat $\text{Cl}_2 \cdot 7.27\text{H}_2\text{O}$ ^[6].

Ist das Gebiet der Einschlußverbindungen heute im wesentlichen eine Domäne der Organischen Chemie, so finden sich dennoch hierzu in neuerer Zeit auch einige interessante Entwicklungen in der Anorganischen Chemie. Die mit Abstand bemerkenswerteste Entdeckung war dabei sicherlich die Verbindung $\text{CsF} \cdot \text{Br}_2$ ^[7], in der nur wenig verlängerte Br_2 -Hanteln in eine tetragonally verzerrte CsF -Anordnung vom NaCl -Strukturtyp eingebettet sind.

Ein weiteres Beispiel neuerer Entwicklungen auf dem Gebiet anorganischer Clathrate ist $\text{Cd}(\text{CN})_2 \cdot \text{Neopentan}$ 4^[8]. Im Gegensatz zur Schichtstruktur von $\text{Ni}(\text{CN})_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{Benzol}$ ^[9], der ersten strukturell aufgeklärten Einschlußverbindung überhaupt, liegt dem Wirtgitter $[\text{Cd}(\text{CN})_2]$ in 4 eine Raumnetzstruktur zugrunde (Abb. 1), in der Strukturelementen vorhanden sind, wie man sie etwa in SiO_2 - und H_2O -Modifikationen findet. Cadmium ist tetraedrisch von vier Cyanidgruppen umgeben, die ihrerseits zwei Metallatome verbrücken und dabei Hohlräume bilden, in denen die Neopantanmoleküle stöchiometrisch und geordnet eingelagert sind. In dieser Verbindung kehren sich damit die Verhältnisse zwischen Wirt und Gast um: Nicht mehr das organische Molekül bildet den Wirt, sondern die anorganische Verbindung.

Die strukturelle Analogie der beiden hier vorgestellten Clathrattypen zu anderen AB- und AB_2 -Verbindungen läßt

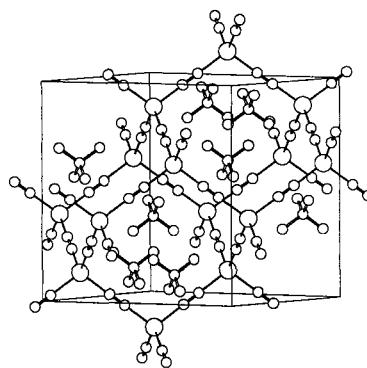


Abb. 1. Ausschnitt aus der Kristallstruktur von $\text{Cd}(\text{CN})_2 \cdot \text{Neopentan}$ (nach [8]).

dabei der Phantasie freien Lauf und läßt erwarten, daß nun, nachdem die Gedankenblockade einmal durchbrochen ist, in Zukunft noch viele originelle Beispiele solcher anorganischer Wirt-Gast-Verbindungen gefunden werden.

Im Gegensatz zu diesen Clathraten waren „echte“ supramolekulare anorganische Verbindungen lange Zeit unbekannt. Es lagen jedoch schon seit geraumer Zeit Hinweise dafür vor, daß große Isopolyvanadate möglicherweise Wassermoleküle im Innern des Vanadium-Sauerstoff-Käfigs eingeschlossen können^[10]. Dennoch war die Überraschung groß, als Day et al. erstmals zeigen konnten, daß derartige Verbindungen auch organische Lösungsmittelmoleküle einschließen. In der von ihnen dargestellten und röntgenographisch untersuchten Verbindung $(\text{Ph}_4\text{P})_4[(\text{CH}_3\text{CN}) \subset \text{V}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 3\text{CH}_3\text{CN} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 5 sind die Wassermoleküle und drei der vier Acetonitrilmoleküle in Lücken des Kristallverbandes eingebaut, während eines, wie aus Abbildung 2 hervorgeht, mit seiner Methylgruppe voraus fast vollständig in das Innere des $[\text{V}_{12}\text{O}_{32}]^{4-}$ -Ions, daß die Form eines Einkaufskorbes hat, eintaucht. Obwohl die Abstände zwischen den Atomen des Gastes und Wirtes sehr groß, und damit die Wechselwirkungen zwischen beiden nur relativ schwach sind, blieb dieses „offene“ Aggregat auch in Lösung erhalten, was NMR-spektroskopisch nachgewiesen wurde^[11].

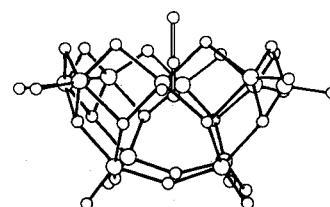


Abb. 2. Struktur des $[\text{V}_{12}\text{O}_{32}]^{4-}$ -Ions im Kristall mit dem darin eingelagerten Acetonitrilmolekül (nach [11]).

Die Überraschung war noch einmal größer, als kurze Zeit später A. Müller et al. anhand der Verbindungen vom Typ $(\text{NMe}_4)_6[\text{X} \subset \text{V}_{15}\text{O}_{36}]$ 6 erstmals nachwiesen, daß auch einfache ($\text{X} = \text{Cl}^-$, Br^-) und komplexe Anionen ($\text{X} = \text{CO}_3^{2-}$) in solche Isopolyvanadate eingelagert werden können^[12]. Aber nicht nur der Einschluß eines Anions in einem Anion ist überraschend, auch die stark unterschiedliche Größe der eingeschlossenen Anionen ist außergewöhnlich. Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, sind im $[\text{V}_{15}\text{O}_{36}]^{5-}$ -Ion von 6 alle Vanadiumatome fünffach, quadratisch-pyramidal von Sauer-

stoffatomen umgeben, wobei alle Pyramidenspitzen nach außen zeigen. Erst diese basale Verknüpfung der 15 Einzelpolyeder führt zu einer in sich geschlossenen Struktur mit einem Hohlraum, der so dimensioniert ist, daß unterschiedlich große Bausteine eingeschlossen werden können.

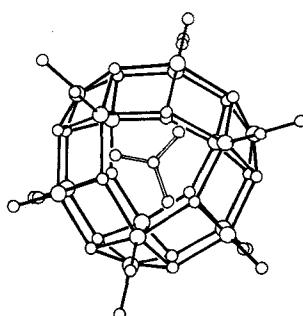


Abb. 3. Struktur des $[V_{15}O_{36}]^{5-}$ -Ions im Kristall mit einem darin eingeschlossenen Carbonat-Ion (nach [12]).

Daß in all den bisher vorliegenden Fällen die Struktur und die Ladung des Gastes die Geometrie des Hohlraums und damit auch die Konstitution des Isopolyvanadats bestimmen, demonstrierte der gleiche Arbeitskreis nur wenig später anhand der Verbindungen $(NEt_4)_6[(ClO_4) \subset V_{22}O_{53}(OH)]$ 7 und $(NEt_4)_5[(N_3) \subset V_{18}O_{42}(OH)_2]$ 8. In 7 ist ein tetraedrisches Perchlorat-Ion Gast in einem $[V_{22}O_{53}(OH)]^{5-}$ -Wirt, in 8 ein lineares Azid-Ion Gast in einem $[V_{18}O_{42}(OH)_2]^{4-}$ -Wirt, was darauf hindeutet, daß die Bildung der Isopolyvanadat-Schalen über die molekulare Erkennung des Templates gesteuert wird. Bemerkenswert ist dabei auch, daß beide Wirte in einem direkten Strukturzusammenhang zueinander stehen, und es sich, wie auch in den vorherigen Fällen, um gemischtsvalente $V^{IV}-V^V$ -Verbindungen handelt^[13].

Damit jedoch noch nicht genug. In diesem Heft beschreiben A. Müller et al. die Verbindung $(Me_2NH_2)_5(NH_4) \cdot [(NH_4Cl)_2 \subset V_{14}O_{22}(OH)_4(H_2O)_2(PhPO_3)_8] \cdot 5H_2O \cdot 4DMF$ 9, bei der erstmals zwei Anionen gleichzeitig in einem großen, durch zwei koordinativ gebundene Wassermoleküle zweigeteilten Hohlraum eingeschlossen sind. Die Hülle die-

ses Käfigs wird, wie Abbildung 4 verdeutlicht, von zwei Halbschalen gebildet, in denen Isopolyvanadat-Baueinheiten über Phenylphosphonat-Gruppen mit- und untereinander verknüpft sind. Mehr noch, der Käfig ist durch die Kombination apolarer organischer Reste (Phenylgruppen) und polarer anorganischer Liganden (endständige Sauerstoffatome) so geformt und polarisiert, daß zwei Nischen entstehen, in denen zwei Ammonium-Ionen wie in einem Coronanden eingenistet werden. Die Anionen (Cl^-) und Kationen (NH_4^+) sind dabei nicht nur ähnlich weit voneinander entfernt wie im Ionenkristall, sondern auch wie dort quadratisch-planar angeordnet^[14].

Es scheint nur noch eine Frage der Zeit und des Fingerspitzengefühls der Synthetiker, bis es gelingt, nicht nur mehr einzelne Ionen, Ionenpaare oder wie im Falle von 9 zweidimensionale Ausschnitte aus Ionenkristallen in supramolekularen anorganischen Verbindungen einzubauen, sondern ganze dreidimensionale Ausschnitte. Dem Einstß und damit der gezielten Synthese von Nanokristallen wäre man damit ein ganzes Stück näher gerückt.

Naturgemäß stehen bei der Suche nach solchen supramolekularen anorganischen Verbindungen die Hetero- und Isopolysäuren im Vordergrund der Forschungsaktivitäten, da man hier auf eine jahrzehntelange präparative Erfahrung zurückgreifen kann. Daß aber auch in anderen Bereichen der Anorganischen Chemie supramolekulare Effekte auftreten können, darf nicht vergessen werden. So fanden wir erst kürzlich ein Beispiel dafür, daß auch in metallorganischen Verbindungen unter Ausnutzung des Templateffektes Ionen eingeschlossen werden können^[15]. In der Verbindung $[(Na) \subset (iPrSn)_{12}O_4(OH)_{24}] [Ag_7I_{11}]Cl \cdot 10DMSO \cdot H_2O$ 10 sind alle Metallatome des zinnorganischen Kations verzerrt oktaedrisch von fünf Sauerstoffatomen und einem Isopropylrest umgeben. Die einzelnen Oktaeder sind untereinander entsprechend dem γ -Keggins-Strukturtyp verknüpft. Hierdurch entsteht in der Mitte ein Hohlraum, der so dimensioniert ist, daß er ein Natrium-Ion aufnehmen kann, das dann von vier μ_3 -O-Atomen tetraederförmig koordiniert wird.

Erinnert der Aufbau und die Art der Oktaederverknüpfung in dem Kation von 10 noch sehr stark an ein nach außen von organischen Resten umhülltes Heteropolykation, so hat die supramolekulare Einheit in der von S.-P. Huang und M. G. Kanatzidis erst kürzlich beschriebenen Verbindung $(NH_4)_3[(Na) \subset Au_{12}Se_8]$ 11 keine entfernte Ähnlichkeit mehr damit^[16]. Im Kristallverband liegen neben den Ammonium-Ionen zentrosymmetrische $[Au_{12}Se_8]^{4-}$ -Ionen vor, die die Form eines nahezu regulären Würfels besitzen, wobei die Selenatome die acht Ecken und die Goldatome die zwölf Kantenmitten besetzen. Exakt in der Mitte dieses Goldselenids befindet sich ein Natriumatom, daß somit zwölf kurze Abstände zu den Goldatomen und acht lange zu den Selenatomen hat (Abb. 5).

Ähnlich ungewöhnliche Wirt-Gast-Beziehungen finden sich auch in der Verbindung $Ph_4P[\{(\eta^5-C_5Me_5TiF_3)_4F_2\}Na]$ 12, die von Roesky et al. kürzlich beschrieben wurde^[17]. In 12 bilden zwei $[(\eta^5-C_5Me_5TiF_3)_4F_2]^-$ -Fragmente den nucleophilen Wirt, über dessen Fluoridoberfläche ein Na^+ -Ion ähnlich wie in sauerstoffanalogen Kronenethern eingeschlossen wird. Das Natrium-Ion ist hierbei von acht Fluoratomen umgeben.

Aus all dem wird deutlich, daß sich die anorganische Wirt-Gast-Chemie im Aufschwung befindet. Die Palette der be-

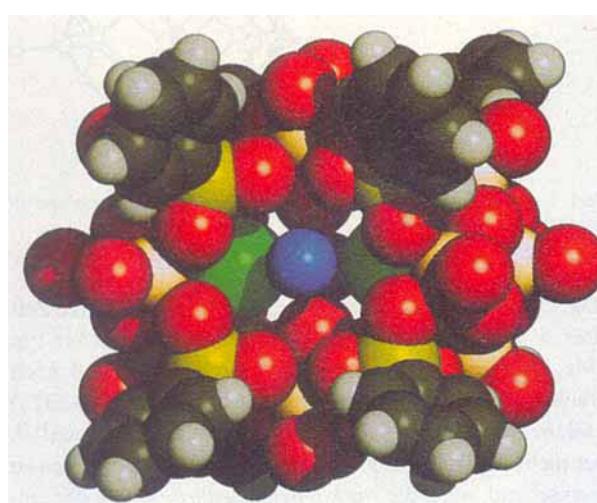


Abb. 4. Struktur des $[V_{14}O_{22}(OH)_4(H_2O)_2(PhPO_3)_8]^{6-}$ -Ions im Kristall mit den darin eingelagerten Chlorid- und Ammonium-Ionen (nach [14]). Farbcodes: V hellbraun, O rot, P gelb, C schwarz, H weiß, Cl grün, NH_4 blau.

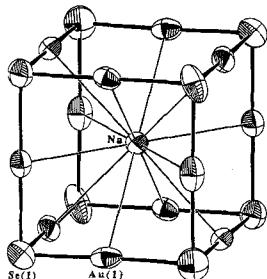
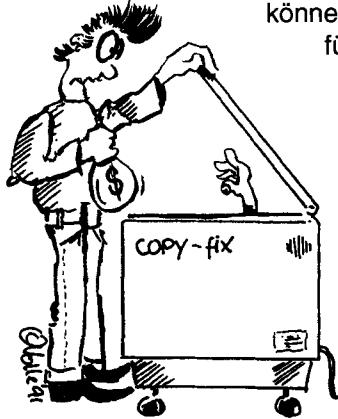


Abb. 5. Struktur des würfelförmigen $[Au_{12}Se_8]^{4-}$ -Ions im Kristall mit dem darin eingeschlossenen Natrium-Ion (nach [16]).

reits jetzt vorliegenden Einzelbeobachtungen demonstriert schon die ganze Bandbreite dieses Arbeitsgebietes.

- [1] C. J. Pedersen, *J. Am. Chem. Soc.* **1967**, *89*, 2495, 7017; C. J. Pedersen, H. K. Frensdorff, *Angew. Chem.* **1972**, *84*, 16; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1972**, *11*, 16.
- [2] J.-M. Lehn, *Pure Appl. Chem.* **1980**, *52*, 2441; *Science* **1985**, *227*, 849; *Angew. Chem.* **1988**, *100*, 91; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1988**, *27*, 89; *ibid.* **1990**, *102*, 1347 bzw. **1990**, *29*, 1304.
- [3] J. Berzelius, *Ann. Phys. (Leipzig)* **1826**, *6*, 369, 380.
- [4] Vgl. F. Vögtle, *Supramolekulare Chemie*, Teubner, Stuttgart, **1989**, S. 15 ff.
- [5] Aufgrund der relativ langen Bindung zwischen den Übergangsmetallatomen und den Sauerstoffatomen am Phosphoratom ist auch eine alternative Beschreibung für dieses Heteropolyanion vorgeschlagen worden (C. J. Clark, D. Hall, *Acta Crystallogr. Sect. B* **1976**, *32*, 1545), bei der die Hülle aus zwölf quadratisch-pyramidalen $\{MoO_5\}$ -Einheiten aufgebaut ist, die über ihre basalen Sauerstoffatome miteinander verknüpft sind. In diesem Fall liegt dann im Innern des Anions eine weitgehend isolierte Phosphatgruppe vor, so daß man dann tatsächlich von einer supramolekularen Verbindung sprechen könnte; ausführliche Diskussion der Bindungsverhältnisse: G. M. Brown, M.-R. Noe-Spirlet, W. R. Busing, H. A. Levy, *Acta Crystallogr. Sect. B* **1977**, *33*, 1038.
- [6] K. W. Allen, *J. Chem. Soc.* **1959**, 4131.
- [7] D. D. DesMarteaum, T. Grelbig, S.-H. Hwang, K. Seppelt, *Angew. Chem.* **1990**, *102*, 1519; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1990**, *29*, 1448.
- [8] T. Kitazawa, S. Nishikiori, A. Yamagishi, R. Kuroda, T. Iwamoto, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* **1992**, 413.
- [9] H. J. Powell, J. H. Rayner, *Nature* **1949**, *163*, 566.
- [10] G. J. Johnson, E. O. Schlempfer, *J. Am. Chem. Soc.* **1978**, *100*, 3645.
- [11] V. W. Day, W. G. Klemperer, O. M. Yaghi, *J. Am. Chem. Soc.* **1989**, *111*, 5959.
- [12] A. Müller, M. Penk, R. Rohlfing, E. Krickmeyer, J. Döring, *Angew. Chem.* **1990**, *102*, 927; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1990**, *29*, 926.
- [13] A. Müller, E. Krickmeyer, M. Penk, R. Rohlfing, A. Armatage, H. Bögge, *Angew. Chem.* **1991**, *103*, 1720; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1991**, *30*, 1674.
- [14] A. Müller, K. Hovemeier, R. Rohlfing, *Angew. Chem.* **1992**, *104*, 1214; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1992**, *31*, Nr. 9.
- [15] H. Reuter, *Angew. Chem.* **1991**, *103*, 1487; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1991**, *30*, 1482.
- [16] S.-P. Huang, M. G. Kanatzidis, *Angew. Chem.* **1992**, *104*, 799; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1992**, *31*, 787.
- [17] H. W. Roesky, M. Sotoodeh, M. Noltemeyer, *Angew. Chem.* **1992**, *104*, 869; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1992**, *31*, 864.

Nur Kopieren ist teurer...



... und zudem mühsamer! Diplomanden und Doktoranden können als studentische Mitglieder der GDCh die "Angewandte" für zehn Mark und ein paar Zerquetschte jeden Monat druckfrisch frei Haus erhalten. Das sind weniger als acht Pfennige pro Seite!

Interessiert?
Dann rufen Sie doch einfach bei Beate Geiß an (Tel. 0 62 01 / 6 06 - 1 99) oder schicken ihr ein Fax (0 62 01 / 6 06 - 1 84).
Aber natürlich können Sie ihr auch schreiben:

VCH-Leserservice, Postfach 10 11 61, 6940 Weinheim

