



### Structural Crystallography of Inorganic Oxyals

Die Strukturchemie anorganischer Oxyals hat sich schon im letzten Jahrhundert stark weiterentwickelt, und in den vergangenen zehn Jahren hat die Vielfalt an bekannten Strukturtypen durch Fortschritte im Bereich von Synthesemethoden und Einkristall-Röntgenbeugungsmessungen noch zugenommen. Dies ist am Beispiel der Uranylverbindungen abzulesen, bei denen sich die neuen Anionen-Topologien allein in den letzten acht Jahren verdoppelten. Heute genügt es nicht mehr, einen neuen Strukturtyp vorzustellen – man muss ihn auch mit bekannten Strukturen in Beziehung setzen können. Die wichtigste Entwicklung in dieser Hinsicht erwuchs aus der Einteilung von Strukturen in topologische Familien.

In seinem Buch *Structural Crystallography of Inorganic Oxyals* versteht es Sergey V. Krivovichev ausgezeichnet, die Graphentheorie vorzustellen und auf niederdimensionale Strukturen ebenso wie Heteropolyeder-Netzwerke anzuwenden. Dadurch wird es möglich, zahlreiche komplexe Topologien miteinander zu vergleichen. Dieses Einteilungssystem hat zu vielen überraschenden Erkenntnissen geführt. So können zum Beispiel auch Verbindungen mit deutlich verschiedenen Zusammensetzungen über dieselbe Topologie verfügen.

Sind wir durch die Untersuchung und Klassifizierung anorganischer Oxyals nun in der Lage, eine Struktur anhand der Zusammensetzung genau vorherzusagen? Oder – besser noch: Können wir voraussehen, wie sich Strukturen bei chemischen Reaktionen verändern? Die Antwort auf die erste Frage lautet: vermutlich nicht. Es ist noch ein weiter Weg, bis die Festkörperchemie von Oxoanion-Verbindungen grundlegend aufgeklärt ist. Es besteht aber Hoffnung für das Verständnis und die Vorhersage von Strukturwandlungen mithilfe des Prinzips der Dimensionsreduktion, das in der Festkörperchemie grundsätzlich schon seit vielen Jahren bekannt ist, doch erst in den 1990er Jahren von R. H. Holm und J. R. Long formuliert und auf Rheniumchalkogenid-Clusterverbindungen angewendet wurde. Dieses Prinzip hat eine große Anwendungsbreite, die auch so komplexe Verbindungen wie Uranylmolybdate umfasst.

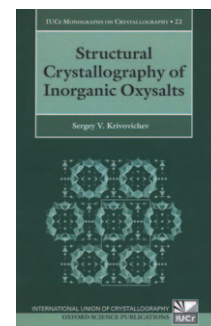
Ich empfehle dieses Buch stark für zwei Lesergruppen. Zum einen ist es unersetzlich für Forscher, die sich mit der Synthese und Struktur von Oxyals beschäftigen. Das Buch enthält zahlreiche Einteilungen topologischer Verbindungsfamilien, sodass es die schnelle Klassifizierung neuer Strukturen erleichtert. Die zweite Gruppe liegt ebenfalls auf der Hand: Auch Forscher, die nach

Struktur-Eigenschafts-Beziehungen suchen, werden das Werk sehr nützlich finden. Bei vielen Strukturen drängt sich die Frage nach Anwendungen auf; mögliche Gebiete reichen von Ionenleitern bis hin zu nichtlinearer Optik.

In vielerlei Hinsicht wandelt das Buch in den Fußstapfen von A. F. Wells' *Structural Inorganic Chemistry*, es ist aber besser durchdacht.

Thomas Albrecht-Schmitt

Department of Civil Engineering and Geological Sciences and  
Department of Chemistry and Biochemistry  
University of Notre Dame (USA)



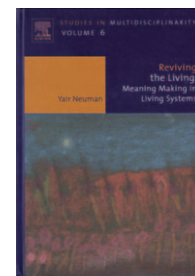
**Structural Crystallography of Inorganic Oxyals**  
IUCr Monographs on Crystallography No. 22. By Sergey V. Krivovichev. Oxford University Press, Oxford 2009. 320 S., geb., \$ 130.00.—ISBN 978-0199213207



### Reviving the Living

In seinem aktuellen Buch gibt Yair Neuman (Ben-Gurion University of the Negev, Israel) eine Einführung in die Eigenheiten der belebten Natur. Biologische Systeme, in Abgrenzung zu unbelebter Materie, zeichnen sich vor allem durch ihre hierarchische Organisation und ihre Fähigkeit zur Unterscheidung aus. Dies bedeutet, dass (ein- oder mehrzellige) lebende Organismen spezifisch mit ihrer Umgebung wechselwirken; so macht das Vorhandensein eines Hormons für eine Zelle, die den entsprechenden Rezeptor ausbildet, einen Unterschied, nicht aber für Zellen, denen ein entsprechender Rezeptor fehlt. „Lebende Systeme“ sind gewissermaßen in der Lage, Entscheidungen zu treffen und aus Umgebungsreizen eine Bedeutung abzuleiten. Es stellt sich also die Frage, wie die Evolution Systeme entstehen lässt, die aus einem „Rauschen“ an dargebotenen Reizen immer spezifischer auswählen. Letztlich markiert dies den Übergang von Protozellen, also rein chemischen Systemen, zu lebenden Systemen. Neuman gibt Einsichten in diese Problematik, sensibilisiert den Leser bezüglich solcher Fragen und weist die Grenzen reduktionistischen Denkens auf.

Durch einen Vergleich des genetischen Codes mit einer Sprache begibt er sich ins Reich der Semiotik. In dieser Zeichentheorie, einer Subdisziplin der Linguistik, geht es darum, wie zwischen zwei Entitäten eine Verbindung über eine dritte Entität (Zeichen) hergestellt wird. Die Herstellung einer solchen Verbindung hat konventionellen Charakter – man denke nur an Verkehrsschilder – und ist auf zellulärer Ebene nur bedingt durch rein chemische Wechselwirkungen zu erklären. Auf molekularer Ebene finden sich solche vermittelnde Zeichen in Form von Adaptermolekülen. Dies wären im Fall



**Reviving the Living**  
Meaning Making in Living Systems. Von Yair Neuman. Elsevier Science, 2008. 320 S., geb., 185.00 \$.—ISBN 978-0444530332

des genetischen Codes die tRNAs, die zwischen der „Nucleinsäurewelt“ und der „Aminosäurewelt“ vermitteln. Die Fähigkeit von Zellen und Organismen, solche Mechanismen zu implementieren, unterscheidet sie in besonderer Weise von Systemen reiner Signalverarbeitung und lässt deutlich werden, dass es sich hierbei um echte Repräsentationsvorgänge handelt. Neben der Einführung zeichentheoretischer Betrachtungen erläutert Neuman Konzepte biologischer Information in Abgrenzung zu mathematischen Ansätzen (Shannon-Weaver). Organismen differenzieren selbst immer weiter aus, indem sie Unterschiede im Sinne algorithmischer Entscheidungen generieren, und somit komplexe, selbstreferentielle Systeme bilden. Im Verlauf dieser Vorgänge entsteht Information *per se* oder systeminhärente Information.

Nachdem der Leser mit den Punkten Information und Bedeutung ausreichend vertraut ist, kommt Neuman auf das Immunsystem zu sprechen, in dem die Unterscheidung zwischen „Selbst“ und „Nicht-Selbst“ das wohl faszinierendste Beispiel für die Generierung von Bedeutung darstellt. Das Immunsystem arbeitet rein kontextabhängig, wie er mit Beispielen erklärt: Für eine Immunzelle ist also nur von Bedeutung, was zu einer bestimmten Zeit und in einer definierten Umgebung stattfindet („...being out-of-context is being meaningless.“). Zugleich spielt dabei die evolutionäre Entwicklung des Gesamtsystems eine wichtige Rolle, d. h. mit der Zeit hat sich eine Art Gedächtnis herausgebildet. Wie Neuman darlegt, ist Gedächtnis, respektive das Speichern von Information, aber nur möglich, wenn auch die Fähigkeit zum Vergessen besteht. Er beruft sich dabei auf Beispiele aus der

Informatik („Landauers Erasure Principle“), die im Einklang mit den Hauptsätzen der Thermodynamik stehen und eine Brücke zwischen Biologie, Chemie und Physik schlagen. Ein wichtiger Punkt für den Autor ist die Frage nach der Entstehung und dem Erhalt des „Selbst“ einer Zelle oder eines Organismus. Erklärungsmodelle, die auf zeichenvermittelten Prozessen beruhen, erscheinen als plausibler Ansatz, wie Organismen sich von ihrer Umgebung abgrenzen können.

Das Buch ist in drei Abschnitte unterteilt und umfasst insgesamt siebzehn Kapitel. Neuman schafft es durchweg, verschiedene Disziplinen wie Linguistik, Philosophie (Erkenntnistheorie), Physik, Informatik, Biologie und Chemie zu vereinen, ohne in den jeweiligen Jargon zu verfallen. Damit eignet sich das Buch für eine breite Leserschaft aller Fachrichtungen und ist insbesondere auch für Studenten zu empfehlen. Neumans Ansatz besteht darin, in ein Feld einzuführen, indem er benennt, was nicht bekannt ist. Als Fachfremder erfährt man möglicherweise mehr über ein Gebiet, wenn man weiß, wo dort die Schwierigkeiten liegen. Darüber hinaus zeigt Neuman in dem Buch auch einige Ansätze auf, wie Erklärungsschwierigkeiten überwunden werden können. Obwohl das Buch an den meisten Stellen nicht ins Detail geht, ist es eine durchaus gelungene Synthese spannender Themen und Theorien, die die Einzigartigkeit lebender Systeme verdeutlichen.

Robert Prinz

Rechenkraft.net e.V. (Marburg)

DOI: 10.1002/ange.200901225