

Eine natürliche Selektion

The Natural Selection of the Chemical Elements. Von R. J. P. Williams und J. J. R. Frausto da Silva. Oxford University Press, Oxford, 1996. 646 S., geb. 75.00 £. – ISBN 0-19-855843-0

Evolution ist ein universelles Geschehen, das in speziellen Erscheinungsformen auftritt, darunter die chemische Evolution, um die es in dem vorliegenden Buch geht. R. J. P. Williams und J. J. R. Frausto da Silva untersuchen die Frage, wie der Evolutionsfaktor „Selektion“ im Bereich der chemischen Elemente wirkt: Die Elemente – als solche oder in Verbindungen – verhalten sich unterschiedlich gegenüber äußeren Einflüssen und werden dadurch „selektiert“. Ihre Verteilung und Funktion in der Natur sind also auf ihre Eigenschaften zurückzuführen. Dieser zunächst trivial erscheinende Zusammenhang erweist sich in seinen Details als außerordentlich komplex!

Der erste Teil des Buches besteht aus sieben Kapiteln, in denen die Prinzipien erläutert werden, die der natürlichen Selektion der chemischen Elemente zugrunde liegen. Die Autoren wiederholen zunächst im wesentlichen Basiswissen aus den Bereichen Allgemeine, Anorganische und Physikalische Chemie. Sie wenden sich dann ausführlich verschiedenen Aspekten von Phasen und Kompartimenten zu, auf die in späteren Diskussionen häufig zurückgegriffen wird. Hier zeigen sich bereits der interdisziplinäre Ansatz



und die thematische Breite, die das Buch auszeichnen. So bedarf es nur zehn Seiten innerhalb eines Kapitels, um vom klassischen Trennungsgang der Anorganischen Chemie zur Struktur einer bakteriellen Ribosomen-Untereinheit und des DNA-Histoneoctamer-Komplexes zu gelangen. Teil I schließt mit einem Kapitel über kinetische Kontrolle, Umwandlungsbarrieren, Feedback und Organisation.

Im Teil II wird in neun Kapiteln die natürliche Selektion der Elemente behandelt, wie sie uns in belebten und unbelebten Systemen begegnet. Man erfährt, daß die Selektion allgemein erfolgt durch die Einstellung thermodynamischer Gleichgewichte, durch kinetische Fallen, aufgrund des funktionellen Wertes des betreffenden Elements für organisierte Systeme (wie Organismen) und schließlich bewußt nach dem funktionellen Wert für Überleben, Schutz, Wohlergehen und Vergnügen (menschliche Aktivitäten). Der Leser wird dabei auch auf eine Reise durch die Zeit geschickt: von der Entstehung unseres Planeten und der Evolution organischer Verbindungen, über frühe anaerobe Organismen und deren mögliche Biochemie bis zu den heutigen Organismen und dem Einfluß des Menschen auf die Elementkreisläufe. Chemische Elemente in Lebewesen bilden den Schwerpunkt, womit die Autoren an ihr voriges Buch „The Biological Chemistry of the Elements. The Inorganic Chemistry of Life“ anknüpfen (Rezension: *Angew. Chem.* **1993**, 105, 315). Und wohl nicht zufällig schmückt Botticellis Venus den Einband, die zugleich auch das Logo der Society of Biological Inorganic Chemistry ist.

Aus den Erkenntnissen verschiedener Fachrichtungen entwickeln die Autoren zahlreiche neue Ideen und Konzepte mit teilweise hypothetischem Charakter. Interessante Überlegungen betreffen z. B. die Konsequenzen, die sich aus Veränderungen der Verfügbarkeit eines Elementes oder einer Verbindung ergeben. Ein neu verfügbarer Stoff ist für Organismen zunächst ein externes Gift; es werden daher interne Schutzmechanismen aufgebaut; diese wandeln sich im Laufe der Entwicklungsgeschichte in Systeme, die das „Gift“ als Botenstoff nutzen; in der letzten Stufe erfolgt der Einbau als körpereigener Be-

standteil. Beobachten wir gegenwärtig den Beginn einer solchen Entwicklung für das Element Aluminium, das durch sauren Regen zunehmend verfügbar wird? Auch das Kupfer – heute ein essentielles Element für alle Lebewesen – war bis vor etwa 2.5 Mrd. Jahren nicht verfügbar, da es, sulfidisch gebunden, äußerst schwerlöslich war. Erst die Umwandlung von Sulfid in Sulfat mit Beginn der photosynthetischen Sauerstoffproduktion überführte es in löslichere Formen.

Die Sachverhalte werden durch mehrere Hundert Abbildungen und Tabellen veranschaulicht. Am Ende jedes Kapitels findet man eine Auswahl weiterführender Literatur und am Schluß des Buches ein umfangreiches Sachregister. Es wurden nur wenige erwähnenswerte Fehler gefunden: Manganit ist $MnO(OH)$, nicht MnO_2O_3 (Fig. 5.17); in Fig. 6.24 ist die Balkenlänge 0.1 Mikron, nicht 10 Mikron; der Druck im Sonnenzentrum ist um viele Größenordnungen zu niedrig angegeben (Fig. 7.2); das Formelbild von Glutathion ist falsch (Fig. 11.24); Galilei wurde im Jahre 1564, nicht 1524, geboren (S. 598). Das Buch geht in seiner Bedeutung über die Chemie hinaus, indem es zu einer ganzheitlichen Sicht der Natur und einer respektvollen Haltung gegenüber belebten und unbelebten Formen auffordert. Unter diesem Aspekt ist es schade, daß in der Regel wohl nur graduierte Chemiker mit solider naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung als Leser in Frage kommen. Wer sich aber in dieser Kategorie sieht, dem sei das Buch umso nachdrücklicher empfohlen.

Henry Strasdeit
Fachbereich Chemie
(Anorganische Chemie)
der Universität Oldenburg

Qu'est-ce que l'alchimie? Von P. Laszlo. Hachette, Paris, 1996. 144 S., Broschur 59.00 Ffr. – ISBN 2-01-235190-5

Das in der populärwissenschaftlichen Reihe *Questions de science* erschienene Taschenbuch will eine Geschichte der Alchemie nicht ersetzen, zumal der Autor einleitend zugibt, die alchemischen Texte nicht

Diese Rubrik enthält Buchbesprechungen und Hinweise auf neue Bücher. Buchbesprechungen werden auf Einladung der Redaktion geschrieben. Vorschläge für zu besprechende Bücher und für Rezessenten sind willkommen. Verlage sollten Buchankündigungen oder (besser) Bücher an die Redaktion Angewandte Chemie, Postfach 101161, D-69451 Weinheim, Bundesrepublik Deutschland, senden. Die Redaktion behält sich bei der Besprechung von Büchern, die unverlangt zur Rezension eingehen, eine Auswahl vor. Nicht rezensierte Bücher werden nicht zurückgesandt.

wirklich zu verstehen. Auf Sekundärliteratur gestützt, von der die Hälfte der Eso-terik und der Tiefenpsychologie angehört, führt das Bändchen von der Antike über das Mittelalter und die Renaissance bis ins 17./18. Jahrhundert - ein Spaziergang im Plauderton, nicht uniformiert, was die Ergebnisse neuerer Forschung angeht, doch ohne Tiefenschärfe und Wichtung.

Fehler wie ein falscher Titel und das falsche Erscheinungsjahr von Robert Boyles *The Sceptical Chymist* (S. 104) sind dabei noch nicht einmal das Ärgste. Schwerer wiegt, daß zentrale Elemente der Alchemie wie etwa ihr naturphilosophischer Hintergrund, ihre praktisch-metallurgische Tradition oder ihre reiche Bilderwelt ausgeblendet bleiben und daß alle historischen Unterschiede verschwimmen, wenn z.B. die Konzepte von Yin und Yang, Sulfur und Mercurius, Säure und Base, Anion und Kation, Elektrophilie und Nucleophilie sich in ein universales Komplementaritätsprinzip auflösen. Und wenn das Schlußkapitel schließlich den Bogen von Mary Shelleys *Frankenstein* über Jules Verne bis zu Ernst Jünger spannt, dürfte sich ein historisch begründbarer Begriff von Alchemie vollends verflüchtigt haben. Das als Anhang beigelegte Interview, das der Herausgeber Dominique Lecourt mit dem Autor geführt hat, ist ein Plädoyer dafür, sich auch als moderner Naturwissenschaftler mit früheren und andersartigen Formen des Wissens zu befassen. Daß dies aber mit diesem Büchlein geschehen sollte, hat mich nicht überzeugt.

Christoph Meinel

Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte
Universität Regensburg

Metal Complexes in Aqueous Solution. (Modern Inorganic Chemistry. Serienherausgeber: J. P. Fackler, Jr.) von A. E. Martell und R. D. Hancock. Plenum Press, New York, 1996. 253 S., geb. 59.00 \$. - ISBN 0-306-45248-0

Beide Autoren haben sich durch ihre langjährige Forschertätigkeit große Verdienste in der Koordinationschemie erworben. Sie befaßten sich ausführlich mit der Ermittlung thermodynamischer Daten von Metallkomplexen und deren Interpretation im Hinblick auf sterische und elektronische Effekte bei Metall-Ligand-Wechselwirkungen. Dies ist auch der eigentliche Inhalt des neuen Buches.

Nach einer Einleitung mit einem kurzen historischen Rückblick und einer knappen Zusammenstellung wichtiger Kenngrößen von Metallionen werden in den drei folgenden Kapiteln die thermodynamischen Aspekte der Metall-Ligand-

Wechselwirkung ausführlich diskutiert. Die Autoren verwenden einen begrenzten Satz von repräsentativen einzähnigen Liganden, um wesentliche Gesetzmäßigkeiten der Komplexbildung in der Gasphase und anschließend in wässriger Lösung darzustellen. Der Stabilitätszuwachs bei mehrzähligen Liganden (Chelateffekt) und bei Makrocyclen (makrocyclischer Effekt) wird anhand von Konformationsanalysen mittels Molecular-Mechanics-Rechnungen erläutert. Die Autoren zeigen insbesondere, daß gängige Vorstellungen, wie z.B. die Deutung des Chelateffektes als reiner Entropieeffekt oder die Beurteilung der Selektivität von Makrocyclen aufgrund des Hohlraumdurchmessers unzutreffend oder zumindest zu vereinfachend sind. In einem zweiten Teil werden aktuelle Beispiele aus der Biologie und Medizin (Chelatherapie, Kontrastmittel für MRI, radiopharmazeutische Anwendungen) vorgestellt. Die Autoren geben einen Überblick über Liganden, die heute eingesetzt werden und zeigen Konzepte für das Design neuer maßgeschneiderter Liganden auf. Das Buch schließt mit einer kurzen Darstellung experimenteller Methoden zur Bestimmung von Stabilitätskonstanten. Jedes Kapitel wird durch ein ausführliches Verzeichnis der Primärliteratur ergänzt. Dabei stehen allerdings eigene Arbeiten der Autoren im Vordergrund.

Aufgrund der großen Bedeutung, die Metallkomplexe heute im Bereich der Medizin, der Biologie und der Umweltchemie gewonnen haben, ist eine kompetente Darstellung dieses Themas von zwei ausgewiesenen Fachleuten sehr zu begrüßen. Allerdings umfaßt der überaus allgemeine Titel mehr als das, was die Autoren hier präsentieren. Reversible Elektronenübertragungen spielen z.B. in der Chemie der Übergangsmetallkomplexe eine entscheidende Rolle (man denke z.B. nur an die Atmungskette), doch findet man in diesem Buch über Redoxreaktionen (und die Art und Weise wie z.B. die Ligandhülle das Redoxpotential beeinflußt) überhaupt keine Angaben. Ebenso fehlt eine Diskussion der hydrolytischen Vernetzung. Die Bildung oxo- oder hydroxoverbrückter mehrkerniger Aggregate ist ein wesentliches Reaktionsmuster von Metallkomplexen und sollte zumindest erwähnt werden (z.B. bei der Zusammensetzung möglicher Reaktionstypen Seite 221–222). Die Kinetik der Ligandensubstitution wird in der Einleitung nur kurz gestreift, später jedoch nicht weiter ausgeführt. Begriffe wie „Transeffekt“ oder „Basenkatalyse“ sucht man vergeblich. Bei der Diskussion experimenteller Methoden wird vor allem auf potentio-

metrische Verfahren eingegangen (dabei wurden die Abschnitte 7.4–7.7 aus „A. E. Martell, R. J. Motekaitis, *Determination and Use of Stability Constants*, VCH, 1988“ zum großen Teil wortwörtlich übernommen). Andere Methoden (NMR, ESR) werden kurz erwähnt, aber nicht weiter erläutert.

Die meisten der Druckfehler beeinträchtigen das Verständnis des Buches kaum. Doch ist z.B. die fehlerhafte Legende und Beschriftung von Abbildung 2.19 bedauerlich. In den Kapiteln 5.5–5.9 wird für die Liganden ein Nummerierungsschema verwendet, bei dem die Zahlen im Text und in der erklärenden Grafik nicht übereinstimmen. Wasserliganden sollten gemäß IUPAC mit „aqua“ und nicht mit „aquo“ bezeichnet werden. Der gesamte Text hätte noch etwas kompakter formuliert werden können, auch verliert das Buch durch häufige Wiederholungen an Übersichtlichkeit. Die Tabellen 5.1 und 6.4 sind z.B. identisch. Die Gleichung 6.1 „ $\log K_1(\text{multidentate}) = \log \beta_n(\text{unidentate}) + (n-1) \log 55.5$ “ entspricht Gleichung 3.1 „ $\log K_1(\text{polydentate}) = \log \beta_n(\text{unidentate}) + (n-1) \log 55.5$ “; der deutsche Leser weiß jetzt jedoch nicht mehr, ob „mehrzählig“ im englischen „multidentate“ oder „polydentate“ heißt. In Abbildung 3.16 und 6.10 wird jeweils dieselbe lineare freie Energiebeziehung $\log K(\text{DFO})$ vs. $\log K(\text{OH}^-)$ dargestellt (allerdings mit unterschiedlichen Werten für Pu^{4+} !). Die Ausführungen im einleitenden Kapitel eins sind dafür manchmal etwas zu kurz geraten. In Abbildung 1.5 wird z.B. die Einteilung der Metallzentren in die Kategorien „hart“ und „weich“ nach dem HSAB-Prinzip von Pearson gezeigt. Man findet ohne jede Angabe einer Oxidationszahl die Klassifikation „borderline“ für Fe und Cu, „soft“ für Ag und „hard“ für Ga. Diese Einteilung ist für Fe^{II} , Cu^{II} , Ag^{I} und Ga^{III} sinnvoll, nicht aber für Fe^{III} , Cu^{I} , Ag^{II} und Ga^{I} .

Fazit: Das Buch kann Studierenden in den höheren Semestern, aber auch dem Forscher/der Forscherin im Bereich Koordinationschemie, aquatische Chemie, medizinische Chemie oder bioanorganische Chemie wertvolle Anregungen zum Verständnis der Selektivität von Metallkomplexbildnern sowie zum Design neuer, maßgeschneiderter Chelatliganden geben. Es werden allerdings ausschließlich thermodynamische Konzepte für einkernige Komplexe (aus eigenwilliger und auch etwas einseitiger Warte) diskutiert. In diesem Sinne wird das Buch seinem Titel nicht ganz gerecht.

Kaspar Hegetschweiler
Institut für Anorganische Chemie der
Universität des Saarlandes