



### Coordination Chemistry in Protein Cages

Diese Buch gibt einen Überblick über (im weitesten Sinne) käfigartige Proteinstrukturen, die Metallionen oder -verbindungen einschließen. Der Schwerpunkt ist dabei klar gelegt auf nichtnatürliche, also chemisch modifizierte oder vollsynthetische Systeme. Das Forschungsgebiet ist sehr aktuell und dynamisch, das dokumentieren unter anderem die vielen Zitate neuerer Publikationen in Top-Journalen. Teilbereiche des Gebiets wurden in den letzten Jahren durch Übersichtsartikel abgedeckt, aber meines Wissens wird die Thematik erstmals in einem Buch übergreifend zusammengefasst. Die Herausgeber haben die Materie in sechs Teilbereiche strukturiert; diese sind wiederum in Kapitel gegliedert, die von unterschiedlichen Autoren beigesteuert wurden.

Teil I, „Coordination Chemistry in Native Protein Cages“, stellt in der Natur vorkommende Hohlraumproteine mit Metalloxid-Kernen vor. Zunächst wird das gut untersuchte, auch für den Menschen wichtige Eisenspeicherprotein Ferritin beschrieben, das in einer Hohlkugel bis zu 4500 Eisen-Ionen aufnehmen kann und das vielleicht wichtigste Vorbild für die Entwicklung bioinspirierter Proteinkäfige ist. Weniger bekannt sind die im Folgekapitel diskutierten Proteine, die andere Metallionen wie Vanadium, Molybdän oder Wolfram in Form ihrer Oxide akkumulieren.

Teil II, „Design of Metalloprotein Cages“, beschreibt zunächst synthetische Helixbündel, die Metall-Cofaktoren aufnehmen und als einfache Modelle für Metalloproteine dienen. Ein weiteres Kapitel ist auf Häm-Proteine fokussiert und stellt dar, wie entweder durch Mutationen der Proteinkomponente oder chemische Veränderung (z.B. Austausch durch Metallkomplexe) des Häm-Cofaktors neue, etwa katalytische Funktionen hervorgerufen werden können (Beispiel: Myoglobin als Peroxidase). Anschließend wird das Engineering von Metalloproteinen in einem breiteren Kontext vorgestellt. Es gibt spektakuläre Beispiele wie die Oxygenierung von Methan zu Methanol mit Luftsauerstoff durch modifizierte Cytochrom-P450-Enzyme, aber nach wie vor gelingt es offenbar nur selten, gewünschte Enzymfunktionen und insbesondere eine hohe katalytische Aktivität durch gezieltes Design zu erhalten.

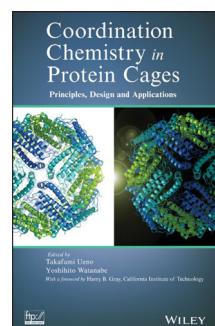
Auf Käfigstrukturen, die durch die Assoziation von Proteinen gebildet werden, konzentriert sich Teil III, „Coordination Chemistry of Protein Assembly Cages“. Zunächst wird aufgezeigt, wie Metalle (vor allem Zink) als Template für die Assoziation von Proteinen zu Superstrukturen einge-

setzt werden können. In der Folge lässt Herausgeber Ueno den Leser staunen, wie gut metallorganische Katalyse, z.B. Pd-katalysierte Olefinhydrierungen oder die Suzuki-Miyaura-Kupplung, im Inneren modifizierter Ferritine funktionieren. Die beeindruckenden Ward'schen Arbeiten zur enantioselektiven Katalyse durch metallorganische Komplexe, die durch Biotin-Funktionalisierung in einer Kavität (und asymmetrischen Umgebung) des Proteins Streptavidin verankert werden, hätte ich eher in Teil II des Buches angesiedelt, zumal das Screening von Proteinmutanten hier eine zentrale Rolle spielt.

Teil IV, „Applications in Biology“, beginnt mit einem Kapitel über die Fluoreszenzmarkierung von Proteinen mit Metallverbindingen. Ohne Zweifel haben solche Markierungsreagentien heute einen wichtigen Stellenwert in den Lebenswissenschaften – wie dieses Kapitel im Kontext käfigartiger Proteinstrukturen steht, hat sich mir allerdings nicht erschlossen. Die in der Folge beschriebenen maßgeschneiderten Magnetosomen sind genau genommen (natürlicherweise von Bakterien produzierte) Eisenoxid-Partikel in Membranvesikeln, aber gerade die in die Membran eingelagerten Proteine eröffnen unter anderem durch gentechnische Modifikation einen Zugang z.B. zur Kontrolle von Partikelmorphologie oder Oberflächenfunktionalisierung. Aufgrund vorteilhafter Eigenschaften wie der Einzeldomänenstruktur und der guten Kompatibilität mit wässrigen Medien könnten maßgeschneiderte Magnetosomen sich zu einer ernstzunehmenden Alternative zu klassischen magnetischen Nanopartikeln entwickeln.

Anwendungen in der Nanotechnologie (Teil V) werden zunächst unter dem Aspekt Hybridmaterialien beleuchtet: Züchtung von Metalloxid-Nanopartikeln in Ferritinen und Viruskapsiden, Bildung von (Koordinations)polymeren in Proteinkäfigen. Völlig neue Perspektiven in der Herstellung nanostrukturierter elektronischer Bauteile könnte die Möglichkeit eröffnen, proteinumhüllte Nanopartikel gezielt auf strukturierten Oberflächen zu positionieren. Beispielsweise können Ferritine mit kleinen Peptiden ausgestattet werden, die selektiv an Titan- oder Silberoberflächen binden. Das abschließende Kapitel zeigt das Potenzial maßgeschneiderter Proteinkäfige für die großen- und formkontrollierte Bildung von Nanopartikeln sowie die Herstellung nanostrukturierter Oberflächen.

Einen schönen Abschluss bildet Teil VI, „Coordination Chemistry inspired by protein cages“. Im Mittelpunkt stehen hier Fujitas spektakuläre synthetische Käfigstrukturen – viele davon aufgebaut durch spontane Selbstorganisation von polytopen Liganden mit Pyridyl-Donoren und Palladium(II)-Ionen oder -Komplexfragmenten. Die



**Coordination Chemistry in Protein Cages**  
Principles, Design and Applications  
Edited by Takafumi Ueno  
Yoshihito Watanabe  
With a foreword by Harry B. Gray, California Institute of Technology  
**WILEY**

Käfige sind heute so groß, dass selbst Proteine darin Platz finden. Ein eindrucksvolles Beispiel ist ein Pd<sub>12</sub>-Wirtkäfig, der das 8500-Dalton-Protein Ubiquitin einschließt – ein Protein im Metallkomplexkäfig!

*Coordination Chemistry in Protein Cages* gibt einen aktuellen und umfassenden Überblick über ein spezialisiertes, aber spannendes und sehr dynamisches Forschungsgebiet. Die Strukturierung

des Inhalts ist gewöhnungsbedürftig. Zielgruppe sind Forscher in den Bereichen bio(an)organische Chemie und Nanowissenschaften.

Roland Krämer

Anorganisch-Chemisches Institut  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

DOI: [10.1002/ange.201309112](https://doi.org/10.1002/ange.201309112)

## Höhere Mathematik leicht gemacht

WILEY-VCH

RAINER WÜST

### Mathematik für Physiker und Mathematiker

3. Auflage

**Band 1:**  
**Reelle Analysis und Lineare Algebra**

ISBN: 978-3-527-40877-1  
2009 600 S. Broschur € 49,90

**Band 2:** Analysis im Mehrdimensionalen  
und Einführungen in Spezialgebiete

ISBN: 978-3-527-40878-8  
2009 672 S. Broschur € 54,90

Eine Zusammenstellung aller relevanten Themen aus der Höheren Mathematik.

Von der Analysis, der Linearen Algebra bis hin zur Funktionentheorie und Differentialrechnung in der Physik. Das Buch vermittelt präzise das für Physiker und Mathematiker erforderliche Grundwissen.

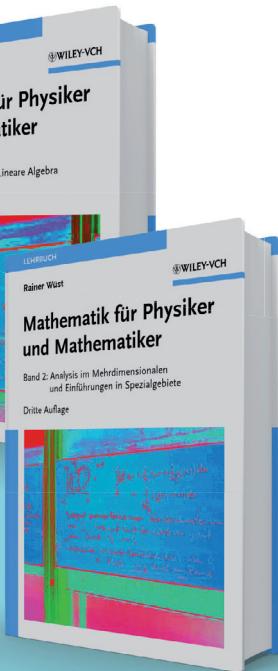
#### Stimmen zur zweiten Auflage:

„... Mit Herz und Verstand gemacht. Bestes Buch zum Gegenstand momentan.“

N. Latz, TU Berlin

„... Wer sich der Mühe unterzieht, dieses zweibändige Werk Schritt durchzuarbeiten, der hat, das kann man ohne Übertreibung sagen, Zeit seines Lebens im produktiveren Umgang mit der Mathematik keine Probleme mehr.“

Physikalische Blätter



Besuchen Sie uns unter  
[www.wiley-vch.de](http://www.wiley-vch.de)

Wiley-VCH • Postfach 10 11 61 • D-69451 Weinheim  
Tel. +49 (0) 62 01-60 64 00 • Fax +49 (0) 62 01-60 61 84 • E-mail: [service@wiley-vch.de](mailto:service@wiley-vch.de)  
Irrtum und Preisänderungen vorbehalten. Stand der Daten: November 2012