



Statistische Mechanik



Eine Einführung für Physiker, Chemiker und Materialwissenschaftler. Von Reinhard Hentschke. Wiley-VCH, Weinheim 2004. 348 S., Broschur 39.90 €.—ISBN 3-527-40450-3

Statistische Mechanik lautet der Titel des neuen, bei Wiley-VCH erschienenen Lehrbuchs von Reinhard Hentschke. Beim raschen Querlesen hinterbleibt auf Anhieb ein äußerst positiver Eindruck, obwohl der Autor nicht den Anspruch erhebt, ein vollständiges Lehrbuch der statistischen Mechanik vorzulegen, sondern sich auf einige spezielle Gebiete konzentriert, die insbesondere in der Materialforschung von zentraler Bedeutung sind. Endlich wird damit ein Lehrbuch zur statistischen Physik und statistischen physikalischen Chemie vorgelegt, das sich an ein breites Leserspektrum richtet, gleichzeitig aber über das übliche Niveau von Standardwerken oder Lehrbüchern zur statistischen Thermodynamik hinausgeht. Damit reiht es sich in einen begrüßenswerten Trend ein, die statistische Mechanik, insbesondere im Zusammenspiel mit moderner Computertechnik, auch eher angewandt arbeitenden Chemikern und Materialwissenschaftlern näherzubringen. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf das Lehrbuch *Statistical Mechanics for Chemists* von Jerry Goodisman verwiesen.

Statistische Mechanik beginnt zunächst auf elementarem Niveau. Im ersten Kapitel wird ein kurzer, aber in-

haltlich vollständiger Überblick über die klassische Thermodynamik gegeben, wovon ausgehend die „Brücke zur statistischen Mechanik“ geschlagen wird. Auf den folgenden ca. 80 Seiten werden dann die statistischen Ensembles ausführlich diskutiert. Die nötigen Herleitungen sind knapp und elegant und orientieren sich nach Angaben des Autors an dem bekannten Lehrbuch *Introduction to Modern Statistical Mechanics* von David Chandler. Großer Wert wird auf den praktischen Nutzen der unterschiedlichen Ensembles gelegt, und das Erlernte kann an einem praktischen Beispiel einer Molekulardynamiksimulation überprüft werden. Überhaupt sticht das gesamte Buch durch eine auffällende Praxisnähe hervor, was nicht zuletzt in den vielen Mathematica-Skripten zum Ausdruck kommt, mit deren Hilfe der Leser sofort erlernte Theorie in numerische Praxis umsetzen kann.

Gründlich besprochen wird der Einfluss der Quantenmechanik, von der Definition des Dichteoperators bis hin zur direkten Behandlung von Fermionen und Bosonen. Während die meisten Lehrbücher der Physikalischen Chemie nacheinander Gase, Festkörper und Flüssigkeiten abhandeln, betrachtet Hentschke der Reihe nach das Photonen- und das Phononengas innerhalb eines Kapitels, gefolgt von einer Diskussion des Elektronengases und des molekularen Gases. Dies ist didaktisch klug und sorgt für eine klare Strukturierung des Stoffes.

In den folgenden Kapiteln werden Fluide erörtert, einschließlich einer etwas knappen Übersicht zur molekularen Dynamik. Sehr ausführlich besprochen werden Fluktuationen und Phasenübergänge, die in chemischen Lehrbüchern oft nur am Rande auftauchen. Im Kapitel über kritische Phänomene findet sich eine interessante Darstellung der Renormierungsgruppentheorie. Natürlich darf in einem praxisorientierten Lehrbuch der statistischen Mechanik ein Kapitel über Monte-Carlo-Methoden nicht fehlen, das sich, wie nicht anders zu erwarten, ebenfalls anwendungsnahe präsentiert. Im abschließenden Kapitel des Buches gibt der Autor einen Überblick über die Anwendung statistischer Methoden im Umfeld seines eigenen Forschungsgebietes, der

statistischen Behandlung großer Moleküle.

Statistische Mechanik ist ein gelungenes Lehrbuch, das für die praktische Anwendung statistisch-mechanischer Konzepte von großem Nutzen sein kann. Allerdings sei eine Bemerkung gestattet: Laut Untertitel soll es sich um einen Einführungstext handeln, der gemäß dem Vorwort aus einer einsemestrigen Vorlesung für Studenten der Physik, Chemie und Materialwissenschaften hervorgegangen ist. Angesichts dessen ist das Buch aber auf einem sehr anspruchsvollen Niveau gehalten, und es dürfen Zweifel angebracht sein, ob es für Studenten im Fortgeschrittenenstudium Physik, Chemie oder Materialwissenschaften tatsächlich als Lehrbuch seinen Platz finden wird. Die tatsächliche Zielgruppe lässt sich vielmehr unter Doktoranden und aktiven Wissenschaftlern ausmachen, die eine einschlägige Vorbildung mitbringen und auf statistische Methoden, z. B. im Zusammenhang mit Computersimulationen, zurückgreifen wollen. Hierfür ist das Buch in der Tat eine begrüßenswerte Bereicherung.

Wolf-Christian Pilgrim
Institut für Physikalische, Kern- und Makromolekulare Chemie
Philipps-Universität Marburg

Bioelectrochemistry of Membranes



Band 6 der Reihe Bioelectrochemistry: Principles and Practice. Herausgegeben von Dieter Walz, Justin Teissié und Giulio Milazzo. Birkhäuser Verlag, Basel 2004. 240 S., geb., 118.00 €.—ISBN 3-7643-2166-0

Die unter der Schirmherrschaft der Bioelectrochemical Society herausgegebene Buchreihe *Bioelectrochemistry*:

Principles and Practice hat zum Ziel, gemeinsame Themen aus der Biologie und Elektrochemie in einer für beide Disziplinen verständlichen Sprache zu präsentieren. Der vorliegende Band widmet sich dem interdisziplinären Gebiet der biologischen Membranen, denn gerade in der Elektrochemie spielen Grenzflächen eine überragende Rolle. In einer kurzen Einleitung verweisen die Herausgeber auf membranbezogene Themen, die bereits in den vorherigen Bänden der Reihe behandelt wurden. Im aktuellen Band werden vorrangig die elektrischen Eigenschaften von Lipiddoppelschichten erörtert, Membranproteine sind dagegen nur ein Randthema.

In den beiden ersten Kapiteln werden unter elektrochemischen bzw. biologischen Gesichtspunkten die wichtigsten elektrischen Eigenschaften biologischer Membranen erläutert. Zunächst definiert Y. A. Chimadzev die unterschiedlichen Membranpotentiale und ihre Beziehungen untereinander. Die Transmembranpotentialdifferenz wird ausgehend von der selektiven Permeabilität der Membran abgeleitet, während das Oberflächenpotential auf der Grundlage der Elektrostatik der aus Membran und Grenzfläche gebildeten, seriellen Kondensatoren diskutiert wird. Es folgt ein Abschnitt über elektrochemische und spektroskopische Methoden zur Messung von Membranpotentialen. In Kapitel 2 diskutiert P. O’Shea den molekularen Ursprung der unterschiedlichen Potentiale und deren Effekte in der Biologie. Das Dipolpotential, das auf die Lipid-Kopfgruppen (und die benachbarten Wassermoleküle) zurückgeht, wird eingehend erörtert. Einige sehr aktuelle Forschungsrichtungen werden vorgestellt, z.B. die Abbildung von Membranpotentialen auf Zelloberflächen. Auf der Grundlage der allgemein gebräuchlichen elektrochemischen Praxis führen beide Kapitel einen einheitlichen Formalismus ein, was aber fehlt ist ein Glossar der physikalischen Einheiten und Symbole. Gelegentliche Wiederholungen stören meist nicht, lediglich die doppelte Herleitung des Gouy-Chapman-Modells der Doppelschicht wirkt unnötig.

In Kapitel 3 berichtet A. Blume sehr umfassend über die reiche Vielfalt der Lipide und geht dabei tiefer in die Mate-

rie ein als Standardlehrbücher der Biochemie. Vorgestellt werden die unterschiedlichen Phasen von Lipiden in Wasser sowie Modelle von biologischen Membranen wie schwarzen Lipidmembranen oder Liposomen. Einen breiten Raum nimmt die Beschreibung von physikalischen Methoden zur Untersuchung von Lipiddoppelschichten ein.

Das Kapitel 4 von T. Y. Tsong beschäftigt sich mit dem Effekt eines oszillierenden elektrischen Feldes auf das Membranenzym Na^+/K^+ -ATPase. Anhand von Experimenten zur elektrisch stimulierten Aufnahme von K^+ durch Erythrozyten wird das Konzept der elektrokonformativen Kopplung beschrieben. Es werden Bedingungen zur Gewinnung von Energie aus oszillierenden oder fluktuierenden elektrischen Feldern analysiert und mögliche biologische Funktionen diskutiert. Der Beitrag wirkt recht speziell und präsentiert vor allem Arbeiten des Autors. Nach dieser sehr ausführlichen Diskussion von Lipiden hätte man eigentlich ein ähnlich umfassendes Kapitel über den zweiten wichtigen Bestandteil biologischer Membranen, die Proteine, erwartet. Dies bleibt das Buch jedoch schuldig.

Gegenstand der Kapitel 5 und 6 ist das Thema Elektroporation. Die vorübergehende und reversible Schwächung der Absperreigenschaften biologischer Membranen durch elektrische Felder wird mittlerweile routinemäßig zur Einschleusung von Substanzen in Zellen genutzt. Y. A. Chizmadzhev, J. Teissié und D. Walz berichten in Kapitel 5 über die reversible und irreversible Elektroporationsplaner Lipiddoppelschichten. Der lokale Ursprung dieses Effekts wird aus theoretischen Überlegungen ermittelt, die durch neuere Messungen der elektrischen Leitfähigkeit einzelner Poren gestützt werden. Die Beschreibung alternativer Theorien ist etwas langatmig geraten, zumal sich diese in sehr ähnlicher Form in einem früheren Übersichtsartikel eines der Autoren findet. Das Kapitel 6 von J. Teissié dehnt die bisherigen Untersuchungen auf biologische Zellen aus. Diskutiert werden Themen wie das uneinheitliche Potential über einer geschlossenen Membran oder die Verformbarkeit von Zellen in einem elektrischen Feld. Dieser eher technisch orientierte Beitrag liefert viele Hinweise für

die Untersuchung und Steuerung elektrisch induzierter Permeabilität biologischer Membranen. Einige mit unterschiedlichen Techniken durchgeführte Experimente werden sorgfältig analysiert, mit dem Ziel, dieses auf molekulärer Ebene schwer zu erfassende Phänomene besser zu verstehen. Beide Kapitel verwenden einen konsistenten und klaren mathematischen Formalismus, wie übrigens das gesamte Buch. Vermisst wird vielleicht ein aktuelles Beispiel aus der Biologie oder aus dem klinischen Bereich, anhand dessen die Thematik insbesondere für Biochemiker hätte besser illustriert werden können. Aktuellste Literaturhinweise fehlen in beiden Kapiteln, was ihren Wert deutlich schmälert.

Bioelectrochemistry of Membranes kann für Elektrochemiker, Biologen, Biochemiker und Biophysiker eine lohnende Lektüre sein. Die Themen werden klar und hinreichend detailliert abgehandelt, sodass das Buch sowohl bei fortgeschrittenen Studenten als auch bei Forschern Anklang finden wird. Die Beiträge verwenden eine einheitliche Terminologie und sind durch viele sinnvolle Querverweise verknüpft. Das Buch schafft zwar eine gute gemeinsame Basis für die Elektrochemie und Biologie, zeigt aber insgesamt zu wenig moderne Ansätze für interdisziplinäre Zusammenarbeiten auf. Als gravierende Schwäche verbleibt das Fehlen eines Kapitels über Membranproteine und Anwendungen, hier wird der Leser auf andere Bände der Reihe zurückgreifen müssen.

Samuel Terrettaz
Institut für Physikalische Chemie
EPFL, Lausanne (Schweiz)

DOI: 10.1002/ange.200485233