



## What is Chemistry?

Dieses wunderbare Büchlein erweist der Chemie einen großen Dienst, da viele ihrer faszinierenden Seiten dargestellt werden. Nur wenige Chemiker und Wissenschaftsautoren beschrieben die Faszination, den Nutzen und die große Bedeutung der Chemie und haben dadurch das Ansehen der Chemie in der Öffentlichkeit gesteigert. Roald Hoffmann tat dies z.B. in *The same and not the same, Chemistry imagined* und in vielen anderen Büchern und Aufsätzen. Philip Ball schrieb über die schönen chemischen Experimente in seinem Buch *Elegant Solutions*. Hugh Aldersey-Williams beschrieb die kulturelle Geschichte der Elemente in *Periodic Tales*. In *The Canon* beschäftigte sich Natalie Angier mit der Chemie und der Struktur des Atoms. Mit dem Aufsatz „Die Chemie – eine zentrale Säule der menschlichen Kultur“<sup>[1]</sup> leistete auch ich einen Beitrag.

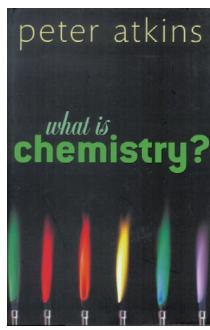
In dem vorliegenden Buch verwendet der Autor ein besonderes Stilelement: Er agiert wie ein Redner oder Anwalt, der vor Geschworenen – der Öffentlichkeit – sein Plädoyer hält. Im Vorwort stellt Atkins fest, dass die Chemie in der breiten Bevölkerung mit den Attributen stinkend und schrecklich belegt ist. Er will diesen schlechten Ruf korrigieren und zeigen, dass die Chemie zur Kultur gehört und ein Leben ohne Chemie für die Menschen katastrophal wäre. Atkins beschließt seine Ausführungen am Ende des Buchs mit „*I hope these pages have erased to some extent those memories that might have contaminated your vision of the extraordinary subject, and that you have shared a little of that pleasure [that modern chemistry inspires]*“. Seine „Rede“, in einer schlanken Sprache gehalten, ist reich an Informationen. Das Ganze ist wie lyrischer Sprengstoff: spannend, intensiv und wunderbar.

Das Buch enthält sieben Kapitel, ähnlich den „sieben Säulen der Weisheit“ (Die Sprüche Salomos, Kapitel 9, Vers 1), in denen die Chemie von den Ursprüngen bis hin zu zukünftigen Entwicklungen beschrieben wird. Kapitel 1 handelt von der Alchemie, die den Nährboden für die wahre Wissenschaft lieferte. Atkins erörtert die Rolle des Gleichgewichts und wie man daraus schließlich zu den Atomen, die „Währung der Chemie“, gelangte. Anschließend erklärt er das, was er in „Look at a tree: you are seeing atoms. Look at this page: you are seeing atoms. Touch your face: you are touching atoms. All is chemistry ...“ ausdrücken will. Außerdem erläutert er in knappen Worten die verschiedenen Verzweigungen der Chemie. Die von Atkins vertretene Hierarchie der Wissenschaften – die Chemie übernimmt von der Physik, und Bio-

logie ist eine „elaboration of chemistry“ – könnte für Verärgerung sorgen, denn ich möchte bezweifeln, dass viele Biologinnen und Biologen diese Ansicht teilen werden. Meiner Meinung nach ignoriert dieser reduktionistische Ansatz die speziellen Aspekte der Biologie, die sie von der Chemie unterscheiden. Chemiker wie Pauling haben zwar viel zur Entstehung der chemischen Biologie beigetragen, aber die Biologie ist ebenso wenig eine nähere Erklärung der Chemie, wie die Chemie eine nähere Erklärung der Physik ist.

In Kapitel 2 stehen grundlegende Prinzipien und Konzepte der Chemie im Mittelpunkt. Atkins beginnt mit der Erläuterung des Periodensystems der Elemente, das Beziehungen zwischen Elementen zusammenfasst und wichtige Informationen über sie organisiert. Danach veranschaulicht er das Atommodell mit dem Bild des Fußballs in einem Fußballstadion – eine Metapher, die bereits von Angier und dem Rezensenten benutzt wurde. Atkins erklärt, wie das Proton zur ordnenden Größe des Periodensystems wurde. In diesem Punkt stimme ich nicht mit ihm überein, denn ich halte das Elektron für die ordnende Größe nicht nur des Periodensystems sondern der gesamten Chemie. Anschließend wechselt Atkins in die Quantenmechanik und mit wenigen kühnen Pinselstrichen skizziert er das Atom unter den Aspekten der Wahrscheinlichkeitswolken und der Schalenstruktur, die letztlich die Periodizität und Gemeinsamkeiten erklärt. Aufbauend auf der Schalenstruktur beschreibt er die verschiedenen Bindungstypen: ionisch (elektrostatische Anziehung zwischen Ionen); kovalent („spin locking“); metallisch (Wellen des „Elektronensees“).

In Kapitel 3 beschäftigt sich Atkins mit der Energie und der Entropie. Er bezeichnet die Energie als „a river of understanding in chemistry“ und kommt zum 1. Hauptsatz der Thermodynamik (die Energie des Universums ist konstant) und zum 2. Hauptsatz der Thermodynamik (in jedem Prozess erfolgt eine Energiedegradation (Energieentwertung) und die Entropie nimmt zu). Er stellt fest, dass nur Reaktionen, die mit Degradation der Energie einhergehen, von Natur aus stattfinden können und korrigiert damit die Formulierung vieler Chemiker, wenn diese behaupten, dass Reaktionen stattfinden, wenn die Energie verringert wird. Obwohl Atkins seine Interpretation der treibenden Kraft eines chemischen Prozesses bevorzugt, gibt er zu, dass die Faustregel der Chemiker funktioniert. Außerdem ist die Energie, wegen der Schalenstruktur des Atoms, auch das Organisationsprinzip des Periodensystems. Er erörtert endotherme, auf dem 2. Hauptsatz basierende Reaktionen und fügt hinzu: „often the two [energy and entropy] lead to the same conclusion, but in all cases entropy is the property to consider“. Der Stoff ist in diesem Abschnitt des Buchs meines



What is Chemistry?  
Von Peter Atkins. Oxford University Press, Oxford, 2013. 144 S., geb., 11.99 £.—ISBN 978-0199683987

Erachtens zu dicht gedrängt, der im übrigen Teil des Buchs so gefällige Informationsfluss wird hier zäh. Am Ende des Kapitels geht Atkins auf die Reaktionskinetik und die Reaktionsmechanismen ein. Er erklärt, wie mittels Temperaturänderungen eine Energiebarriere nachgewiesen werden kann. Danach wendet er sich den Katalysatoren zu und meint, das Leben sei die Verkörperung der Katalyse. Das Reaktionsgleichgewicht beschreibt er als dynamischen Prozess. In der Erörterung der Ammoniaksynthese stellt er fest, dass Haber und Bosch die Welternährung sicherten, indem sie dieses Reaktionsgleichgewicht verschoben haben.

In Kapitel 4 definiert Atkins vier elementare Prozesse als Grundlagen aller chemischen Reaktionen: Elektronen-, Protonen- und Radikaltransfer sowie Zweielektronenreaktionen (wie die Lewis-Basen-Reaktionen). Das ist meines Erachtens zu einfach, denn wo bleiben die Cycloadditionen? Das Kapitel endet mit einer Diskussion über die chemische Synthese in der organischen Chemie.

Kapitel 5 handelt von den Techniken, die in der Chemie angewendet werden und wurden. Atkins beschreibt sowohl Verfahren der Alchemisten als auch moderne Techniken wie Chromatographie, Spektroskopie, Massenspektrometrie, Röntgenkristallographie, Rastertunnelmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Kombinatorische Chemie und quantenmechanische Berechnungen klar und anschaulich in einem oder zwei Sätzen. Über die IR-Spektroskopie schreibt er: „... is very helpful for analyzing groups of atoms in a complex molecule, because a CH<sub>3</sub> group, for instance, can waggle around with one energy and a CO group ... with a different energy“. Zur Röntgenkristallographie meint er: „In biology, structure is crucial to function. Structure is almost everything in chemistry ...“ und die kombinatorische Synthese erläutert er mit den Worten: „[in former times.] chemists were proud to have made and identified 10,000,000 compounds. Now they might make several times that number in a month, and only occasionally bother to determine what they have made. Such is progress.“

Seinen Bericht über die Leistungen der Chemie in Kapitel 6 beginnt Atkins mit den Worten: „Without chemistry we are back to the Stone Age“. In seiner Aufzählung der besonderen Leistungen der Chemie orientiert er sich an den vier Elementen des Altertums – Erde, Luft, Feuer und Wasser. Die Chemie hat es ermöglicht, die Bodenschätze zu unserem Vorteil zu nutzen, z. B. Erdöl zu fördern und daraus Heizöl und Benzin zu gewinnen, Produkte, die heutzutage als Quelle vieler Übel verteufelt werden. Chemikern ist es gelungen, den Stickstoff der Atmosphäre in Düngemittel umzuwandeln und damit die Erde fruchtbarer zu machen und die Ernährung der Weltbevölkerung sicherzu-

stellen. Chemiker extrahierten Chlor aus dem Meer und nutzen es zur Reinigung von Wasser, ohne das das Leben undenkbar wäre, geschweige denn Städte und Gesellschaften. Mit seiner Schilderung der herausragenden Leistungen der Chemie fördert Atkins auch das Verständnis für die uns umgebende Welt. Er beendet das Kapitel mit pathetischen Worten: „We understand, through chemistry, the flavours of foods, the colours of fabrics, ... the changing colours of foliage ... Not every moment in our lives do we need to turn on understanding ... But chemistry adds a depth to this delight, for ... we can look beneath and enjoy the knowledge that we know how things are.“

In Kapitel 7 gibt Atkins einen Ausblick auf interessante künftige Entwicklungen in der Chemie. Er erörtert das Potential der Femto- und Attosekundentechniken zur Untersuchung einzelner oder weniger Moleküle. Der Leser erfährt zum Beispiel, dass 275 Moleküle H<sub>2</sub>O notwendig sind, um Eis zu erhalten. Atkins berichtet über neue Materieformen im Bereich der Kältechemie und über Substanzen mit quantenchemischem Verhalten in den Nanowissenschaften. Er erzählt, dass einige dieser Materialien bereits synthetisiert wurden und in Solarzellen oder als Sensoren für Blutzucker verwendet werden. Ferner stellt er Nanostäbe, Nanodrähte und Nanoröhren vor, die in der Zukunft zur Produktion von Nanomaschinen und Nanocomputer genutzt werden könnten. In seiner Schilderung wie Chemiker bereits zur Miniaturisierung von Computern beigetragen haben, meint er, dass die Zeit nun reif sei für molekulare Rechenmaschinen. Die Fähigkeit von Molekülen, verschiedene Gestalten einzunehmen, wird dabei als neue Form der Speicherung genutzt. Reaktionen können als Ein- und Ausgabe dienen, z. B. durch Lichtemission – ich würde noch hinzufügen: Warum sollte nicht auch die Wärmeemission in Quantencomputern genutzt werden? Als Paradebeispiel der Datenspeicherung nennt Atkins die DNA: Wenn ihre Daten abgerufen werden, entsteht ein Organismus. In meinen Augen speichert die DNA nicht nur Daten, sie speichert auch die gesamte Software für die Produktion des Organismus. Die jüngsten Erfolge der Venter-Gruppe, die diese Software synthetisierten, in eine Zelle einführten und so den Organismus produzierten (wie kürzlich in der *Angewandten Chemie* publiziert<sup>[2]</sup>), sind ein riesiger Fortschritt – Biologen und Chemiker spielen Gott. Atkins fährt fort, indem er die Rolle der Chemiker bei der Entzifferung und Kodierung von Speicherdaten, die sicher chemischer Natur sein werden, beschreibt. Er diskutiert Entwicklungen in der Proteom-Entschlüsselung mit dem Ziel, Krankheiten auszurotten, und in der Katalyse. Meines Erachtens wird der hier nur am Rande, als Werkzeug der Proteom-Analyse erwähnten Computerchemie eine maßgebliche Rolle in vielen wichtigen Ent-

wicklungen der Chemie zukommen. Zur Bedeutung der Grundlagenforschung in der Chemie erklärt Atkins: „Fundamental research is absolutely vital ... for it leads on to unforeseen discoveries, ... and unforeseen applications of extraordinary brilliance“. Er erwähnt die jüngste Entdeckung von molekularen „triple-4-knots“ in der Natur und schließt mit „Such is the joy, the intellectual pleasure, that modern chemistry inspires“.

Meine Bemerkungen, die ich hier und da eingefügt habe, bitte ich nicht als Kritik zu sehen. Der

einige Nachteil dieses wundervollen Büchleins ist, dass Literaturhinweise fehlen.

*Sason Shaik*

Department of Organic Chemistry  
Hebrew University, Jerusalem (Israel)

DOI: [10.1002/ange.201400523](https://doi.org/10.1002/ange.201400523)

[1] S. Shaik, *Angew. Chem.* **2003**, *115*, 3326; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2003**, *42*, 3208

[2] U. T. Bornscheuer, *Angew. Chem.* **2010**, *122*, 5357; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 5228



# Neugierig?

## Sachbücher von WILEY-VCH

 Jetzt auch als E-Books unter:  
[www.wiley-vch.de/ebooks](http://www.wiley-vch.de/ebooks)



PETER ROTHE, VOLKER STORCH  
und CLAUDIA VON SEE (Hrsg.)

### Lebenssspuren im Stein

Ausflüge in die Erdgeschichte  
Mitteleuropas

ISBN: 978-3-527-32766-9  
November 2013 300 S. mit  
80 Farabb.

Gebunden ca. € 24,90

Sie heißen Perm, Karbon, Jura, Kreide oder Silur und stehen für geologische Bezeichnungen von Erdzeitaltern. Die faszinierende Wissenschaft der Paläontologie – eine Disziplin zwischen Biologie und Geologie – beschäftigt sich mit den Lebenswelten der Erdzeitalter. Die Autoren stellen die biologische Vielfalt Mitteleuropas während der Erdgeschichte auf einen Blick dar und bieten so eine herausragende und bisher nicht dagewesene Übersicht.

Das Sachbuch basiert auf der höchst erfolgreichen Serie des Magazins *Biologie in unserer Zeit* und ist sowohl die ideale Einführung für Studenten als auch ein fachkundiger Begleiter für alle von der Paläontologie Begeisterten.

Irrtum und Preisänderungen vorbehalten. Stand der Daten: August 2013

5878961309\_bu

Wiley-VCH • Postfach 10 11 61  
D-69451 Weinheim  
Tel. +49 (0) 62 01-606-400  
Fax +49 (0) 62 01-606-184  
E-Mail: [service@wiley-vch.de](mailto:service@wiley-vch.de)

[www.wiley-vch.de/sachbuch](http://www.wiley-vch.de/sachbuch)

WILEY-VCH