



Neue Kohlenstoffmaterialien



Eine Einführung.
Von Anke Krüger.
Teubner Verlag,
Wiesbaden 2007.
469 S., Broschur,
39,90 €.—ISBN
978-3-319-00510-0

Vorliegende Monographie beschäftigt sich mit vielfältigen Aspekten moderner Kohlenstoffmaterialien, d.h. Fullerenen, Kohlenstoffnanoröhren, Kohlenstoffzwiebeln, Nanodiamanten und Diamantfilmen. Sehr nützlich sind das einführende Kapitel über Kohlenstoff mit allgemeinen Informationen und das abschließende Kapitel mit kurzen Resümees aktueller und künftiger Entwicklungen. Ebenfalls gelungen sind die Zusammenfassungen am Ende jedes Kapitels, die, didaktisch sinnvoll, die wichtigsten Sachverhalte nochmals wiederholen.

Kapitel 1 („Kohlenstoff“) gibt einen Überblick über Bindung und Strukturen unterschiedlicher Kohlenstoffallotrope, die bereits vor der Entdeckung von Fullerenen, Kohlenstoffnanoröhren usw. bekannt waren, sowie über die Herstellung verschiedener Kohlenstoffformen und deren physikalische und chemische Eigenschaften. Als Grundlage einer detaillierten Diskussion dient das Phasendiagramm des Kohlenstoffs. Die Beschreibung der chemischen Reaktivität konzentriert sich vor allem auf die stufenweise Oxidation zu Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Das Kapitel schließt mit einem Überblick über

praktische Anwendungen, insbesondere des Graphits und Diamants.

In Kapitel 2 stehen Fullerene im Mittelpunkt. Zunächst wird geschildert, wie theoretische Vorhersagen der Entdeckung der Fullerene vorausgingen. Es folgen Ausführungen zur Struktur und Bindung, die sehr gut helfen, die faszinierenden Eigenschaften von C_{60} , höheren Fullerenen, kleinen Kohlenstoffclustern und Heterofullerenen zu verstehen. In der Folge werden Synthesemethoden wie Kohlenstoffpyrolyse, partielle Verbrennung von Kohlenstoff, Bogenentladung und lokales Erhitzen vorgestellt, bewertet und miteinander verglichen. Auch auf die Reinigung der Produkte wird eingegangen. Die Beschreibung der physikalischen Eigenschaften beschränkt sich auf Löslichkeit, spektroskopische und thermodynamische Eigenschaften, was eine naheliegende Auswahl ist, die sinnvoll zu den in den folgenden Abschnitten diskutierten chemischen Funktionalisierungen von Fullerenen überleitet. Hierbei werden zunächst regioselektive Mono- und Mehrfachadditionen an Fullerene besprochen, bevor auf die Elektrochemie und Redoxchemie eingegangen wird, die die chemische Reaktivität der Fullerene im Wesentlichen erklärt. Die Funktionalisierungsmethoden, die in einer Reihe von Einzelabschnitten erläutert werden, umfassen klassische anorganische und organische Reaktionen (Halogenierungen, nucleophile Additionen, Cycloaditionen, radikalische Additionen) zur Synthese von endohedralen und exohedralen Fullerenen sowie Methoden der supramolekularen Chemie. Das Kapitel schließt mit Anwendungen und Perspektiven der Fullerenchemie.

In Kapitel 3 über Kohlenstoffnanoröhren werden zunächst die verschiedenen Arten einwandiger Kohlenstoffnanoröhren – Zickzack-, Armchair- und chirale Nanoröhren – vorgestellt. Der Aufbau dieser Strukturen wird durch Aufrollen von Graphenschichten zu nahtlosen Zylindern mit variierenden Chiralitätsvektoren und Chiralitätswinkeln veranschaulicht. Die verwandten mehrwandigen Kohlenstoffnanoröhren werden ebenfalls umfassend besprochen. Weitere Einblicke in die Strukturen erhält man im Abschnitt über Syntheseverfahren. Hier werden die Vor- und Nachteile der gängigen Verfahren

wie Bogenentladung, Laserverdampfung, HiPCo und chemische Gasphasenabscheidung bei der Synthese von ein-, doppel- und mehrwandigen Kohlenstoffnanoröhren gegenübergestellt und kritisch diskutiert. Auch die typischen Nebenprodukte solcher Synthesen wie bambusartige, gestapelte und helicale Kohlenstoffnanoröhren oder einwandige Nanohörner werden erwähnt. Wichtig ist hierbei, dass die Bildung dieser Materialien durch die Wahl der Reaktionsbedingungen wie Temperatur, Gas oder Katalysator gesteuert werden kann. Während sich die Bildung von Kohlenstoffnanoröhren dank detaillierter Kenntnisse der zugrundeliegenden Prozesse relativ gut steuern lässt, sind Trennungs- und Reinigungsprozesse noch nicht ausgereift. Vor allem die Abtrennung von Verunreinigungen wie katalytischen Metallpartikeln oder kohlenstoffhaltigem Material, die Trennung von metallischen und halbleitenden Nanoröhren und die Spaltung von Kohlenstoffnanoröhren in kleinere Segmente bereiten noch immer große Schwierigkeiten. Allerdings gibt es bereits deutliche Fortschritte bei der Suspendierung oder Auftrennung von Nanoröhrenbündeln.

Im nächsten Abschnitt werden die elektronischen Bandstrukturen von Kohlenstoffnanoröhren erörtert, wobei zunächst die Brillouin-Zonen des Graphens sowie metallischer und halbleitender Kohlenstoffnanoröhren eingeführt werden. Die elektrische Leitfähigkeit und Feldeffektemission von Nanoröhren wird diskutiert – zwei wichtige physikalische Eigenschaften, die experimentell zugänglich sind und genutzt werden, um Bandstrukturenrechnungen zu verifizieren. Es folgen Ausführungen über spektroskopische Eigenschaften und gängige Untersuchungsmethoden wie Absorptions-, Emissions-, Raman-, ESR-, NMR- und Elektronenenergieverlust-Spektroskopie, die den Abschnitt über physikalische Aspekte beschließen. Im weiteren Verlauf des Kapitels werden die chemischen Eigenschaften von Kohlenstoffnanoröhren beschrieben, wobei eine Einteilung nach der allgemeinen Reaktivität von Kohlenstoffnanoröhren, ihrer Redoxchemie und der Funktionalisierung von Röhrenenden und Seitenwänden vorgenommen wird. Im letzten Fall werden

kovalente und nichtkovalente Reaktionen separat behandelt, was sinnvoll ist, da beide Modifizierungsarten sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die elektronischen Eigenschaften von Kohlenstoffnanoröhren haben. Den Abschluss bilden Anwendungen von Kohlenstoffnanoröhren, insbesondere als Kraftmikroskopspitzen, in Feldeffekttransistoren sowie in der Biologie und Katalyse.

Kapitel 4 behandelt Kohlenstoffziebeln und verwandte Materialien. Nach einer kurzen Einleitung werden die Strukturen dieser Spezies, die aus konzentrischen Kohlenstoff-Kugelschalen bestehen, erläutert. Ein Schwerpunkt des Kapitels liegt auf den Syntheseverfahren, wobei neben chemischen und physikalischen Methoden auch die Umwandlung anderer Kohlenstoffstrukturen zum Einsatz kommt. Sehr interessant und detailliert sind die Ausführungen über Bildungsmechanismen. Anschließend werden die physikalischen, insbesondere die spektroskopischen, thermodynamischen und elektronischen Eigenschaften zusammengefasst. Das Kapitel schließt mit einigen Erläuterungen zur noch weitgehend unerforschten Chemie dieser Kohlenstoffverbindungen und mit Anwendungen, etwa für tribologische und katalytische Zwecke.

Nanodiamanten sind das Thema von Kapitel 5, das mit einem kurzen historischen Abriss und Angaben über das natürliche Vorkommen dieser Spezies beginnt. Es folgen Ausführungen zur Struktur, zum Kristallgitter und zu den Oberflächeneigenschaften. Die Beschreibung der Syntheseverfahren führt einem die extremen Bedingungen vor Augen, die zur Erzeugung dieser Kohlenstoffmodifikation nötig sind. Nach einer kurzen Beschreibung der Isolierung und Reinigung der synthetisierten Nanodiamanten werden ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften ausführlich erörtert. Es folgen Ausführungen über Funktionalisierungsstrategien zur kovalenten oder nichtkovalenten Anbindungen von chemischen Gruppen an die Oberfläche von Nanodiamanten. Die spezifische Funktionalisierung der Diamantoberflächen ist der Schlüssel zu speziellen mechanischen, thermischen und biologischen Anwendungen.

Kapitel 6 ist schließlich Diamantfilmen gewidmet, wobei nach einigen allgemeinen Bemerkungen Oberflächenstrukturen, Defektstellen, Dotierungen und die Herstellung der Filme im Mittelpunkt stehen. Ferner werden spektroskopische Charakterisierungsmethoden erläutert, und die elektronischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften der Filme sowie ihr chemisches Verhalten werden beschrieben.

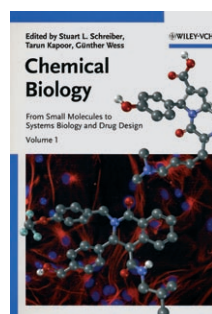
Das vorliegende Buch ist sowohl für Studierende als auch für Forscher sehr informativ und nützlich. Insbesondere Physikochemikern und allen, die sich für Kohlenstoffmaterialien interessieren, möchte ich die Lektüre empfehlen.

Dirk M. Guldi

Department für Chemie und Pharmazie
Universität Erlangen-Nürnberg

DOI: 10.1002/ange.200785532

Chemical Biology



Vol. 1–3. From Small Molecules to Systems Biology and Drug Design. Herausgegeben von Stuart L. Schreiber, Tarun Kapoor und Günther Wess. Wiley-VCH, Weinheim 2007. 1206 S., geb., 479.00 €.—ISBN 978-3-527-31150-7

Der noch relativ neue Begriff der Chemischen Biologie beschreibt die Bestrebungen, mit Mitteln der chemischen Synthese und chemischen Methodik biologische Prozesse zu untersuchen. Dabei steht die gezielte Veränderung des biologischen Systems durch chemischen Eingriff im Vordergrund, z.B. durch die Inhibierung oder Aktivierung biologischer Makromoleküle, Signalwege, zellulärer Prozesse oder ganzer Organismen. Mit dieser Definition spiegelt sich in der Breite der Chemischen Biologie auch die Vielfältigkeit der zu studierenden Prozesse wider.

Schreiber, Kapoor und Wess machen mit dieser Ausgabe den ersten umfassenden Versuch, die der Chemischen Biologie zugeordneten Forschungsgebiete unter einem (Buch-)Deckel zu vereinen. Der Schwerpunkt des Buches liegt auf der Identifizierung und Anwendung von niedermolekularen Liganden zur Bindung an zelluläre Proteine. Dies entspricht den Forschungsgebieten der Herausgeber und auch dem prominentesten Ansatz der Chemischen Biologie. Gegenüber genetischen und molekularbiologischen Methoden liegen die Vorteile des direkten Angriffs der Proteine als Vermittler der meisten biologischen Prozesse unter anderem in der schnellen zeitlichen Antwort, der Reversibilität und der Dosierbarkeit der Wirkungen, die der Experimentator ausüben kann. Diese pharmakologische Vorgehensweise, in ihrer systematischen Anwendung neuerdings auch als Chemische Genetik und Chemische Proteomik bezeichnet, ist als Forschungswerkzeug aus der Grundlagenforschung nicht mehr wegzudenken und ist nahtlos verknüpft mit der Wirkstoffsuche der pharmazeutischen Industrie.

Das vorliegende Buch enthält 39 Beiträge in Form von Übersichtsartikeln. Im Rahmen des Schwerpunktes zur Entwicklung biologisch wirksamer Liganden werden den Konzepten der Synthese und der Zielidentifizierung, den wichtigsten zellulären Targets, der Chemie-Informatik und der industriellen Wirkstoffentwicklung gleichermaßen Platz eingeräumt. Es finden sich zahlreiche Beispiele, wie solche Inhibitoren zur Entschlüsselung komplexer biologischer Zusammenhänge eingesetzt wurden. Ein Leitmotiv vieler Kapitel ist auch der Versuch, die Entwicklung erfolgsträchtiger Moleküle auf eine rationale Basis zu stellen und damit besser vorhersagbar zu machen. So sollen die Grundlagen geschaffen werden, um Strukturen aus den praktisch unendlichen Möglichkeiten des chemischen Strukturraums (Chemical Space) einerseits und geeignete Proteine, Proteinfamilien und Bindungsstellen andererseits (Druggability) durch mathematische Modelle beschreibbar zu machen. Eine mathematische Beschreibung der Gesamtheit der komplexen zellulären Prozesse ist die Herausfor-