

fließenden Flüssigkeit, der kontinuierlichen Messung, der Unterdrückung der Lösungsmittelsignale und der Automatisierung werden klar und umfassend erörtert. Weitere, komplexere Kombinationen wie die LC-NMR-MS-Technik werden ebenfalls behandelt, und es entsteht ein übersichtliches Gesamtbild von den verschiedenen Anwendungen dieser nützlichen Analysemethoden. Der Leser erfährt in dieser Einführung alle Details, die bei der praktischen Durchführung der LC-NMR-Spektroskopie zu berücksichtigen sind.

Der Hauptteil des Buchs ist dem Einsatz von LC-NMR- und LC-NMR-MS-Verfahren gewidmet. J. C. Lindon beschreibt in seinem Beitrag Anwendungen in der Biomedizin und Pharmazie. Insbesondere werden hier einige interessante Erkenntnisse bei der Charakterisierung eines Gemischs aus 27 Tripeptiden diskutiert, das durch kombinatorische Synthese hergestellt wurde. Strategien zum Nachweis von Verunreinigungen oder zur Reaktivitätsuntersuchung von als Arzneimittel verwendeten Glucuroniden werden ebenfalls erläutert. Außerdem werden bemerkenswerte Anwendungen mit überhitztem Wasser im LC-NMR-MS-Verfahren zum Nachweis von Pharmazeutika vorgestellt: ein interessanter Weg, um Probleme hinsichtlich der Lösungsmittelsignale zu vermeiden.

J. P. Shockcor geht in seinem Beitrag auf die Anwendung von LC-NMR-Spektroskopie bei der Untersuchung des Arzneimittelstoffwechsels ein. Am Beispiel der Lokalisierung von Metaboliten eines fluorierten Arzneimittels durch das LC- $^{19}\text{F}$ -NMR-MS-Verfahren und des anschließenden Nachweises durch „stop-flow 2D analysis“ demonstriert er das große Potenzial dieser analytischen Methode.

Der Beitrag von M. Sandvoss ist eine Zusammenfassung der Anwendungen der LC-NMR auf dem Gebiet der Naturstoffe. Er betont die Notwendigkeit des Online-Betriebs für das Screening biologisch aktiver Fraktionen und für Dereplikationen. Es wird deutlich gezeigt, wie hervorragend sich die LC-NMR-Spektroskopie und die LC-Massenspektrometrie (LC-MS) bei der Strukturbestimmung im Online-Betrieb ergänzen. Eine interessante Untersuchung, in der verschiedene Asteroapo-

nine nach Probenanreicherung durch „matrix solid phase dispersion“ (MSPD) mithilfe des „on flow“-LC-NMR-MS-Verfahrens nachgewiesen werden, wird vorgestellt. Außerdem werden praktische Lösungen für den H/D-Austausch im massenspektrometrischen Nachweis diskutiert. Im selben Abschnitt berichten T. Laser und K. Albert über die Kombination von LC-NMR mit modernen Extraktionsverfahren. Diese Kopplungstechnik wird bei der Analyse geometrischer Isomere von Carotinoiden angewendet.

Der Einsatz von LC-NMR-Spektroskopie in der Umweltchemie steht im Beitrag von A. Preiss und M. Godejohann im Mittelpunkt. Hier zeigt sich besonders das Interesse an einem Verfahren zur nichtgezielten Analyse organischer Verbindungen in Probengemischen. Auf der Basis des LC-NMR- und LC-MS-Technik kann die Analyse identifizierter Schadstoffe effizient in einem zweiten Schritt mittels empfindlicherer Methoden weiterentwickelt werden.

Im letzten Teil des Buchs wird auf mit der LC-NMR verwandte Techniken eingegangen: Kombinationen der NMR-Spektroskopie mit der Gelpermeationschromatographie (GPC-NMR), der Chromatographie mit überkritischen Phasen (SFC-NMR), der Kapillar-Hochleistungsflüssigchromatographie und der Kapillarelektrophorese (CE-NMR). Die Möglichkeiten der GPC-NMR-Methode zur Charakterisierung von Polymeren werden von H. Handle und K. Albert an mehreren ausgewählten Beispielen veranschaulicht. Die SFC wird sehr oft als sehr spezielle Trenntechnik gesehen, aber gekoppelt mit der NMR-Spektroskopie zeigt sich ein großer Vorteil: Es treten keine Probleme mit Lösungsmittelsignalen auf. Unter diesem Aspekt werden einige Anwendungen dieser Technik mit nichtpolaren Analyten diskutiert. In einem weiteren Beitrag beleuchten M. Lacey et al. das Thema NMR-Spektroskopie im Mikroprobenbereich unter allen Aspekten. Strategien zur Signalerhöhung und Rauschunterdrückung werden eingehend erläutert. Obwohl die Messung von Proben im Nanoliterbereich sich noch in der Entwicklungsphase befindet, sind die bisher erreichten Empfindlichkeiten beeindruckend. Mithilfe dieser Technik werden in

begrenzten Mengen zur Verfügung stehende Analyte NMR-spektroskopisch charakterisiert werden können. Das große Potenzial der gekoppelten CE-NMR-Spektroskopie wird anhand der Analyse eines Käferextraktes verdeutlicht. Aussagekräftige  $^1\text{H}$ -NMR-Spektren der beiden chinoiden Hauptbestandteile wurden nach einer Injektion von nur 5  $\mu\text{L}$  Extrakt erhalten.

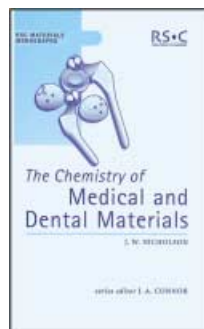
Zusammenfassend ist festzustellen, dass dieses faszinierende Buch nicht nur ein unschätzbares Nachschlagewerk für Forscher ist, die sich derzeit mit LC-NMR beschäftigen, sondern auch eine reiche Informationsquelle für Wissenschaftler darstellt, die sich Problemen der Strukturaufklärung von Substanzen in Gemischen gegenübersehen. Angesichts der erst kürzlich publizierten Erfolge hinsichtlich der Miniaturisierung und der 2002 vorgestellten Prototypen der LC-NMR-Spektrometer mit sehr hoher Empfindlichkeit steht es so gut wie fest, dass neue eindrucksvolle Anwendungen der LC-NMR-Spektroskopie bald eine zweite Ausgabe dieses Buchs erforderlich machen werden.

Jean-Luc Wolfender

Institut de Pharmacognosie et  
Phytochimie

Université de Lausanne (Schweiz)

### **The Chemistry of Medical and Dental Materials**



Von John W. Nicholson. Aus der Serie Materials Monographs 2002. Royal Society of Chemistry, Cambridge 2002. XII + 242 S., geb. 69.50 £.— ISBN 0-85404-572-4

Materialforschung und Medizin: Eine Schnittstelle beider Bereiche ist das Gebiet der Biomaterialien, die mittlerweile eine große klinische und wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. Als „normal gesunder“ Mensch kommt

man in jungen Jahren in der Regel nur mit Zahnersatz und Kontaktlinsen in Berührung, sodass vielen nicht bewusst ist, wie sehr die moderne klinische Medizin auf künstlichen Materialien angewiesen ist. Bekannte Beispiele sind künstliche Hüftgelenke und Zahnimplantate, aber wer weiß schon, dass täglich Tausende von Stiften, Nägeln, Platten, Schrauben, künstlichen Herzklappen und Knochenersatzmaterialien implantiert werden? Chemische Gesichtspunkte spielen bei der Materialauswahl und bei der Beurteilung der Wechselwirkung mit Gewebe eine entscheidende Rolle.

Das Buch von J. W. Nicholson greift die stoffliche Breite der eingesetzten Werkstoffe aus chemischer Sicht auf. Dies führt zu einer Organisation des Buches nach Stoffklassen und nicht nach klinischen Einsatzgebieten – einem chemisch vorgebildeten Leser kommt dies vermutlich entgegen.

Dementsprechend folgen nach einer allgemeinen Übersicht über synthetische Materialien in der Medizin drei Kapitel, die sich mit den grundlegenden Werkstoffklassen in der Medizin befassen, nämlich Polymeren, Keramiken und Metallen. Dabei werden jeweils allgemeine Aspekte behandelt, worauf sich eine eingehende Diskussion von geeigneten Beispielen anschließt. Der Autor setzt dabei durchaus Schwerpunkte. Im Kapitel über Polymere werden Polyethylen, eingesetzt in Gelenkkapseln von Endoprothesen, und Knochenzemente auf PMMA-Basis (für Endoprothesen) ausführlich behandelt, in geringerem Umfang biodegradierbare Polymere, Polyurethane, Hydrogele und Silicone. Der Autor ist von Haus aus Polymerchemiker, was man beim Lesen dieses Kapitels klar erkennt.

Calciumphosphate stehen im Kapitel über Keramiken im Mittelpunkt, wobei im Wesentlichen Calciumphosphat-Zemente für den Knochenersatz und Hydroxylapatit-Beschichtungen auf

Endoprothesen vorgestellt werden. Über die häufig eingesetzten Knochenersatzmaterialien auf Hydroxylapatit-Basis erfährt man wenig, über die ebenso wichtigen Knochenersatzmaterialien auf  $\beta$ -Tricalciumphosphat-Basis nichts. Sehr eingehend wird anschließend auf Biogläser und Glaskeramiken eingegangen, vielleicht auch aufgrund der Tatsache, dass sowohl der Autor als auch der Erfinder der Biogläser (Hench) schon lange in London tätig sind. Das Kapitel schließt mit kurzen Abschnitten über Aluminiumoxid, Zirconiumdioxid (beide im Einsatz in Hüftgelenken) und pyrolytischen Kohlenstoff. Einige Fehler in diesem Kapitel, die hier nicht aufgezählt werden sollen, sind vermutlich der anderweitigen Spezialisierung des Autors zuzuschreiben.

Im Kapitel über Metalle werden die gängigen Werkstoffe beschrieben, wie sie insbesondere in der Endoprothetik zum Einsatz kommen: Cobalt-Chrom-Legierungen, rostfreie Stähle sowie Titan und seine Legierungen. Des Weiteren geht es um Edelmetalle und Amalgame für den Zahnersatz. Vermisst habe ich hier Ausführungen zu dem besonders in der Koronarchirurgie (Stents zum Öffnen blockierter Arterien) und in der Kieferorthopädie (Zahndrähte) häufig eingesetzten Nitinol, einer Formgedächtnislegierung.

Nach diesen stofflich orientierten Kapiteln folgt ein Beitrag über Dentalmaterialien. Hier werden diverse, vor allem polymerbasierte Klebstoffe, Zemente und Füllmaterialien vorgestellt. Gebrannte Keramiken (für Kronen) werden nicht behandelt. Im folgenden Kapitel, übersetzt mit „Biologische Wechselwirkung mit Materialien“, beschreibt Nicholson ausführlich und kompetent die Grundlagen von Biokompatibilität und Bioaktivität bis hin zu Sensibilisierung, Entzündung und Krebserregung. Etwas angehängt wirkt das letzte Kapitel „Tissue Engineering“, in dem auf fünf Seiten die Entwicklungen auf dem Gebiet der künstlichen

Gewebezüchtung (Haut, Knorpel, Knochen) dargestellt werden. Die Materialfrage steht hier nicht direkt im Vordergrund, gleichwohl erschien es dem Autor und dem Verlag wohl wichtig, dieses hochaktuelle Gebiet einzubinden.

Das Buch enthält ca. 1000 Literaturzitate. Es liest sich daher eher wie ein langer Übersichtsartikel als wie ein Lehrbuch. Dies erleichtert sicher den Einstieg in die Fachliteratur, führt aber auch zur Aufzählung von Fakten (jeweils mit Zitat), die das lockere Lesen manchmal unterbrechen. Eine Reihe von Schwarzweißbildern illustriert den Text – es wäre von Vorteil gewesen, man hätte ein paar mehr aufgenommen. Die Abbildungsqualität ist nicht immer befriedigend (z. B. auf Seite 74 und 77). Neben einem ausführlichen Stichwortverzeichnis ist noch ein Glossar (vor Kapitel 1) vorhanden, das allerdings nur neun (!) Begriffe umfasst: Arthropastie, Embolie, Bruchmechanik, Bruchzähigkeit, „Hank's balanced salt solution“, Ringer-Lösung, Stammzellen, Festigkeit und Abrieb. Ich vermute, dass dies zu wenige Begriffe sind, um unterschiedlich vorgebildete Leser an Fachtermini heranzuführen. Auch die Auswahl dieser neun Begriffe ist nicht ganz einleuchtend. Das Buch erfordert mindestens Vordiplom-Niveau. Auch dann wird der Leser noch gelegentlich Fachbegriffe nachschlagen müssen.

Zusammenfassend handelt es sich um ein lesenswertes Buch, das den Leser kompetent an den Stand der Technik von Biomaterialien heranführt. Dabei setzt der Autor deutliche Schwerpunkte, wobei aber alle wesentlichen Punkte besprochen werden. Es kann Chemikern und Materialwissenschaftlern als Einstiegslektüre und z. T. als Nachschlagewerk empfohlen werden.

Matthias Eppler  
Anorganische Chemie  
Ruhr-Universität Bochum