

tionen über diese Verzerrungen lassen sich durch Simulation von Beugungskontrastbildern, Verwendung von Verfahren zur Peaksuche oder die Methode der geometrischen Phase erhalten.

Auf Nitriden der Gruppe-III-Elemente basierende Bauteile finden sich in vielen Produkten des täglichen Lebens. Leuchtdioden und Laserdioden sind wichtige Bestandteile von lumineszierenden Anzeigen und optischen Datenspeichersystemen. Einen historischen Abriss der Entwicklung auf diesem Gebiet gibt H. Amano in seinem Beitrag. Er spricht auch die aktuellsten Themen in der Nitrid-Halbleiterforschung an, beispielsweise die weiße Leuchtdiode, die in Zukunft die Leuchtstoffröhre ersetzen könnte. Die Kombination einer blauen Leuchtdiode mit gelben Phosphoren ist beispielsweise einfach, und die Herstellung bereitet keine Schwierigkeiten.

Aufgrund der breiten Bandlücke sind GaN sowie Heterostrukturen auch für Hochleistungs-/Hochtemperatur-Feldeffekttransistoren interessant. Derartige Transistoren können hohe Spannungen und hohe Stromstärken aushalten, sodass ihre Leistung 10- bis 100-mal größer ist als die von Silicium- oder Galliumarsenid-Transistoren. Beispiele für mögliche Anwendungen sind preisgünstige, kompakte Verstärker für die Radar- und Satellitentechnik und die kabellose Kommunikationstechnik.

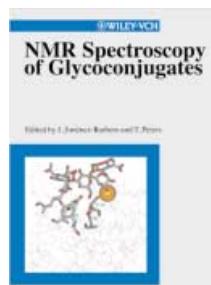
Die Anwendungen auf dem Gebiet der UV-Photodetektoren beruhen auf dem Photostrom, der durch direkte Bandlückenübergänge in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -basierten Materialien induziert wird. Die breite Bandlücke hat einen hohen Kontrast zwischen UV- und sichtbarem Licht zur Folge, und die Zunahme der Bandlücke (bis zu 6.2 eV) mit wachsender Al-Molfraktion ermöglicht die Herstellung filterfreier UV-Photodetektoren. Dies sind vielversprechende Bauteile für biologische und chemische Sensoren, Flammensensoren, optische Kommunikationssysteme und Geräte zum Messen des UV-Anteils des Sonnenlichts.

Insgesamt ist dieses neue Handbuch ein wichtiges Nachschlagewerk für Materialwissenschaftler. Es ist für den Einstieg in dieses Gebiet ebenso geeignet wie für Experten und Hersteller, die neue Halbleiter-Bauteile oder epitakti-

sche Abscheidungstechniken entwickeln.

**Stefan Kaskel**  
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung  
Mülheim an der Ruhr

## NMR Spectroscopy of Glycoconjugates



Herausgegeben von Jesús Jiménez-Barbero und Thomas Peters. Wiley-VCH, Weinheim 2003. XV + 320 S., geb., 139.00 €.—ISBN 3-52-30414-2

Das vorliegende Buch mit Beiträgen mehrerer Autoren will einen aktuellen Überblick über die Anwendungen der NMR-Spektroskopie auf dem Gebiet der Kohlenhydrate und der Glycokonjugate geben. NMR-Untersuchungen von Biopolymeren sind ein rapide wachsendes Forschungsgebiet. Allerdings ist die Anwendung der NMR-Spektroskopie bei den Kohlenhydraten und Glycokonjugaten aus mehreren Gründen, beispielsweise wegen der schwierigen Herstellung geeigneter markierter Verbindungen, weniger weit fortgeschritten als bei den Proteinen und Nucleinsäuren. Deshalb ist es dringend notwendig, den Wissenschaftlern, die sich mit Glycokonjugaten befassen, das Potenzial neuester NMR-Techniken aufzuzeigen, mit deren Hilfe strukturelle Details dieser Biomoleküle erforscht werden können. Die enormen Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Proteomik und die Tatsache, dass viele Säugetierproteine glycosyliert sind, fordern praktisch eine ständige Weiterentwicklung des Repertoires an analytischen Methoden zur Charakterisierung der Struktur der Kohlenhydratkomponente, besonders hinsichtlich der Empfindlichkeit und des Durchsatzes. Nicht nur bei Glycoproteinen, auch bei anderen Glycokonjugaten wie Glycolipiden und

Glycosaminoglycanen stellen sich grundlegende Fragen hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Kohlenhydratstruktur und biologischer Funktion. Außerdem ist die biologische Wirkung der Kohlenhydrate in verschiedenen Organismen viel komplexer und essentieller als bisher angenommen. In dieser Hinsicht ist es besonders wichtig, die dreidimensionale Struktur dieser Moleküle zu kennen. Da viele Polysaccharide ihre Wirkung durch Wechselwirkung mit komplementären Molekülen und Ionen entfalten, sind die Untersuchungen dieser intermolekularen Wechselwirkungen sehr aufschlussreich. Auch auf diesem Gebiet trägt die NMR-Spektroskopie Bedeutendes zum Fortschritt bei.

Mehrere Autoren berichten in diesem Buch über Umfang und Grenzen der Anwendungen moderner NMR-Techniken zur Lösung der sie interessierenden Probleme. Es ist deshalb weniger ein Lehrbuch als vielmehr eine Sammlung interessanter Übersichtsartikel, die in drei Teile eingeteilt ist.

Teil A umfasst fünf Kapitel, in denen NMR-Parameter, -techniken und -Experimente behandelt werden. In Kapitel 1 geht G. Widmalm auf die Relaxation und dynamische Phänomene ein. Er setzt voraus, dass der Leser mit den zugrundeliegenden Prinzipien vertraut ist, denn die Theorie wird nur kurz zusammengefasst. Einige seiner Untersuchungen über die Flexibilität und das dynamische Verhalten von Oligosacchariden werden beschrieben. Besonders interessant ist die Schlussfolgerung, dass mithilfe von Relaxationsmessungen räumlich aufgelöstes dynamisches Verhalten von verschiedenen Abschnitten eines Moleküls nachgewiesen werden kann.

Manuel Martin-Pastor und C. Allen Bush berichten in Kapitel 2, wie Rest-Dipol-Dipol-Kopplungen zur Untersuchung der Struktur und Konformation von freien und gebundenen Oligosacchariden herangezogen werden können. Die Messung dieser Kopplungen erfordert eine Orientierung der Oligosaccharide im Magnetfeld, die durch die Verwendung bestimmter Mischungen, die zu Flüssigkristallen führen, erreicht werden kann. Die Experimente zur Messung der Rest-Dipol-Dipol-Kopplungen werden kurz und prägnant beschrieben.

Der Beitrag von Hans-Christian Siebert et al. befasst sich mit der Detektion von Hydroxyprotonen. Obwohl Kohlenhydrate von Natur aus viele Hydroxygruppen tragen, geht bei NMR-Messungen in  $D_2O$  die Information über die Struktur aufgrund des Austausches mit dem Lösungsmittel verloren. In aprotischen Lösungsmitteln wie DMSO oder wässrigem DMSO können Kohlenhydrate NMR-spektroskopisch untersucht werden. Die Autoren erörtern die Möglichkeit, mithilfe von Messungen der  $^1H$ -chemischen Verschiebungen der Hydroxyprotonen neue Konformationsbeschränkungen für Liganden zu erklären.

Auch eindimensionale  $^1H$ -NMR-Spektren von Rezeptor-Ligand-Mischungen können sehr aufschlussreich sein, wie Jean-Robert Brisson et al. in ihrem Beitrag zeigen. Sie berichten über selektive homonukleare eindimensionale Methoden und ihre erfolgreiche Anwendung auf Kohlenhydrate. Diese Methoden können Informationen liefern, die aus zweidimensionalen Messungen nicht abgeleitet werden können. Die Theorie dieser Verfahren und einige neue selektive Anregungstechniken werden beschrieben, und die Vorteile, die diese Methoden in bestimmten Situationen bieten, werden klar herausgestellt.

In Kapitel 5 erläutert S. J. F. Vincent NMR-Untersuchungen großer Kohlenhydrate. Während auf die Zuordnung der Signale in  $^1H$ -NMR-Spektren von Polysacchariden nur knapp eingegangen wird, wird die Theorie und die Messung der „cross-correlated“ Dipol-Dipol-Relaxation eingehend abgehandelt.

Sieben Kapitel über die Struktur- und Konformationsanalyse von Kohlenhydraten bilden den Teil B. Thomas Weimar und Robert J. Woods haben eine hervorragende Einführung in die Konformationsanalyse von Oligosacchariden mithilfe der kombinierten Technik NMR/Simulation verfasst. Systematisch werden die einzelnen Schritte des „Molecular Modeling“ erläutert und die Möglichkeiten und Grenzen dieser Methode aufgezeigt.

Dabei sollten möglichst viele Strukturparameter NMR-spektroskopisch bestimmt werden und in Verbindung mit dem Ergebnis von Moleküldynamik-Rechnungen und Monte-Carlo-Simulationen interpretiert werden.

In ihrem Beitrag fassen Mark Nitz und David R. Bundle einige Ergebnisse ihrer Forschungen über  $\beta$ -1,2-Mannopyranan aus der Zellwand von *Candida albicans* zusammen. Ein weiterer Schwerpunkt in diesem Kapitel bildet die Beschreibung der Konformationsanalyse von Mannooligomeren mittels NMR-Spektroskopie und „Molecular Modeling“.

Eine umfassende Übersicht über NMR-Untersuchungen sulfatierter Oligo- und Polysaccharide präsentieren Milos Hricovini et al. Das Interesse an sulfatierten Kohlenhydraten ist in den letzten Jahren enorm gestiegen, da ihre Bedeutung in vielen biologischen Prozessen erkannt worden ist. Die Wirkungen der Sulfatgruppen auf die Struktur und die NMR-Parameter werden eingehend erörtert. Großen Raum nimmt dabei die Diskussion der Konformationen und des dynamischen Verhaltens von sulfatierten Kohlenhydraten in Lösung ein. Auch die Wechselwirkungen mit Ionen und Proteinen werden angesprochen.

James H. Prestegard und J. Glushka zeigen, wie aus Rest-Dipol-Dipol-Kopplungen auf die Struktur und das dynamische Verhalten von Glycolipiden in Membranen geschlossen werden kann. Die theoretischen Grundlagen und die NMR-Experimente werden sorgfältig erläutert. In ihrem Bericht über aktivierte Zucker liefern Céline Monteiro und Catharine Hervé du Penhoat eine Datensammlung von Zuckernucleotiden und beschreiben die Verwendung paramagnetischer Kationen.

Teil C ist der NMR-spektroskopischen Charakterisierung von Wechselwirkungen von Kohlenhydraten mit Biomolekülen gewidmet. Thema des Aufsatzes von Armin Geyer sind Kohlenhydrat-Kohlenhydrat-Wechselwirkungen. Diese Interaktionen sind im

Vergleich zu Kohlenhydrat-Protein-Wechselwirkungen schwach und deshalb schwierig zu messen. Für kovalent gebundene Lewis $\chi$ -Strukturen konnten homophile Wechselwirkungen in Zusammenhang mit der  $Ca^{2+}$ -Konzentration nachgewiesen werden. Dies scheint eine recht vielversprechende Methode zum Nachweis von Konformationen mit multivalenteren Kohlenhydrat-Kohlenhydrat-Wechselwirkungen zu sein.

Abschließend beschreiben Jesús Jiménez-Barbero und Thomas Peters Transfer-NOE-Experimente zur Untersuchung von Kohlenhydrat-Protein-Wechselwirkungen. Da solche Wechselwirkungen in der Natur weit verbreitet sind, ist es äußerst wichtig, Methoden zur Erforschung von Details dieser Prozesse auf molekularer Ebene zur Verfügung zu haben. Anhand einer Einführung in die Transfer-NOE-Technik und der Darstellung der experimentellen Details erhält der Leser einen Eindruck davon, wie diese Methode, die Informationen über die Konformation eines gebundenen Liganden liefern kann, anzuwenden ist.

Fazit: Das Buch behandelt Anwendungen der NMR-Spektroskopie auf Polysaccharide unter theoretischen und praktischen Gesichtspunkten, allerdings ist es weniger für das Studium als vielmehr für die Forschung geeignet. Am Ende eines jeden Kapitels stehen dem interessierten Leser Listen mit weiterführender und tiefer gehender Literatur zur Verfügung. Die Lektüre ist allen Wissenschaftlern zu empfehlen, die sich mit Kohlenhydraten und Glykogenen beschäftigen. Sie erhalten einen einprägsamen Eindruck von den Möglichkeiten der NMR-Spektroskopie zur Lösung von Strukturproblemen.

Hans Vliegenthart  
Bijvoet Center, Utrecht University  
Utrecht (Niederlande)

DOI: 10.1002/ange.200385954