

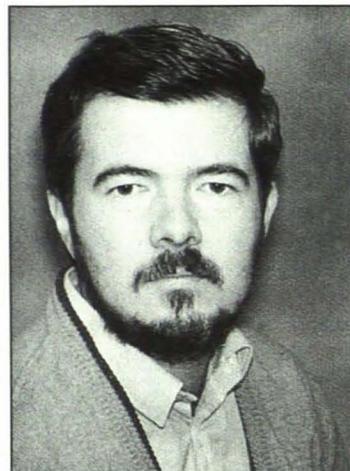


Prof. Richard R. Ernst

Zum Nobelpreis für Chemie 1991

Univ.DoZ. Dr. Norbert MÜLLER, geboren 1956 in Wien, Studium der Chemie und Promotion bei Prof. Heinz Falk an der Universität Wien, seit 1980 Universitätsassistent am Institut für Chemie der Johannes Kepler Universität Linz, 1984/85 Forschungsaufenthalt an der ETH-Zürich in den Arbeitsgruppen von Prof. Richard R. Ernst und Prof. Kurt Wüthrich. 1989 Habilitation im Fach Physikalische Organische Chemie, 1990 Forschungsaufenthalt an der Universität Lausanne.

Forschungsthemen: Kernresonanzspektroskopie, Computermethoden in der Chemie, Protein-Substratwechselwirkungen.



Univ.DoZ. Dr. Norbert Müller

Der Nobelpreis für Chemie ergeht in diesem Jahr ungeteilt an den 58-jährigen Schweizer Professor Richard R. Ernst für seine hervorragenden Leistungen auf dem Gebiet der magnetischen Kernresonanzspektroskopie (englisch Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, abgekürzt NMR). Richard Ernst, der 1962 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich promovierte, beschäftigt sich schon seit seiner Dissertation mit der Weiterentwicklung dieser Methode, für deren Entdeckung bereits 1952 ein Nobelpreis für Physik an die amerikanischen Forscher Block und Purcell vergeben wurde. In der Folge setzte Ernst bei einem kommerziellen Hersteller von Kernresonanz-Spektrometern in den USA diese Entwicklungsarbeit fort. Nach fünf Jahren kehrte er an die ETH-Zürich zurück, wo er bis heute als Forscher und Lehrer wirkt.

Der Name dieser Chemikern geläufigen Methode kann bei Fachfremden zu der irrigen Annahme führen, daß es sich um ein Verfahren der Radiochemie oder Kernphysik handelt. Die NMR-Spektroskopie beruht aber auf der Beobachtung von Absorption und Emission im Radiofrequenzbereich, die durch das Umlappen von in einem äußeren Magnetfeld orientierten Atomkernen zustandekommen. Das magnetische Moment von Atomkernen ist eine Konsequenz ihres Eigendrehimpulses bzw. Spins. Die große Bedeutung dieser spektroskopischen Methode für Chemie, Pharmazie, Molekularbiologie, Medizin und neuerdings auch für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung beruht im Wesentlichen auf der Abhängigkeit der sogenannten Resonanzfrequenz eines Atomkernes von seiner molekularen Umgebung. Prinzipiell findet man für jedes magnetisch aktive Atom in einem Molekül eine unterschiedliche spektrale Linie. Zudem ist es möglich, mit Hilfe spezieller Verfahren auch paarweise Nachbarschaft von Atomen in einem Molekül nachzuweisen und sogar ihre Abstände zu messen. Die NMR-Spektroskopie ist somit bis heute die einzige Methode, mit der dreidimensionale Strukturen von Makromolekülen wie Proteinen und DNS sowie von supramolekularen Komplexen in Lösung bestimmt werden können. Diese Technik, die in einer

Kooperation der Forschungsgruppen von Richard Ernst und dem Biophysiker Kurt Wüthrich an der ETH entwickelt wurde, gewinnt vor allem für die Untersuchung gentechnisch modifizierter Proteine sowie für das Wirkstoffdesign zunehmend an Bedeutung. Weiters können auch dynamische Vorgänge wie chemische Reaktionen und molekulare Bewegungen qualitativ und quantitativ untersucht werden. Auch bei der Untersuchung von Festkörpern liefern NMR-Spektren Informationen über Zusammensetzung und Dynamik, die mit anderen Verfahren nicht zugänglich sind.

Ein anderer Zweig der magnetischen Resonanzverfahren, der auch wesentlich von den Erkenntnissen des Laureaten profitiert, ist die Kernspintomographie, auch bekannt unter dem Namen „MR-Imaging“. Dieses bildgebende Verfahren, das vorwiegend in der Medizin, zunehmend aber auch in der Werkstoffprüfung und Biologie, eingesetzt wird, hat gegenüber der mit Röntgenstrahlen arbeitenden Computertomographie zwei wesentliche Vorteile: Es kommt keine ionisierende Strahlung zum Einsatz, und man kann Weichteile ohne Kontrastmittel untersuchen. Für die Materialuntersuchung besteht ein wesentlicher Vorteil auch darin, daß die Analyse zerstörungsfrei und komponentenspezifisch erfolgen kann.

Ein wesentlicher Unterschied der NMR-Techniken gegenüber anderen spektroskopischen Methoden (wie etwa Infrarot- oder UV-vis-Spektroskopie) besteht außerdem in der Möglichkeit, die atomaren Elementarmagneten (Spins) zu manipulieren und Magnetisierung zwischen in einer Struktur benachbarten Atomkernen zu übertragen. Diese vorwiegend von Ernst entwickelte „Spin-Technologie“ bildet die Grundlage der Vielzahl der heute bekannten NMR-Verfahren. (Es wurden bisher mehr als 500 sogenannte Pulstechniken publiziert). Lesern, die an weiteren Informationen über diese Techniken interessiert sind, sei ein Übersichtsartikel des Nobelpreisträgers aus dem Jahr 1987 empfohlen [1].

Moderne Kernresonanzspektrometer und Kernspintomographen sind Hi-Tech Anlagen, die Spitzentechnologien aus unterschiedlichsten Bereichen einsetzen: Supraleitende Hochfeldmagneten, Gallium-Arsenid-Hochfrequenztechnik, Hochleistungscomputer für die Echtzeitsteuerung und Datenverarbeitung. Diese Tatsache schlägt sich natürlich auch in einem relativ hohen Preis von ca. 2 Mio. S für Routinegeräte bis etwa zum Zehnfachen für Spitzengeräte nieder. Weltweit gibt es nur etwa fünf Hersteller kompletter NMR-Spektrometer.

Die Beiträge von Richard Ernst zur



Verbesserung der Methodik der Kernresonanz hier aufzuzählen, würde den Rahmen eines solchen Beitrages bei weitem sprengen. Seine Arbeiten umfassen essentielle Neuentwicklungen, die alle theoretischen und methodischen Aspekte der magnetischen Kernresonanz betreffen. Ernsts Publikationen und Patente decken sowohl quantenmechanische Grundlagen als auch deren Anwendung und Umsetzung in Hard- und Softwarekonzepten ab. Wesentliche Meilensteine stellen dabei die Erfindung der Puls-Fourier-Transformations-Technik sowie die Entwicklung der zwei- und mehrdimensionalen NMR-Spektroskopie und des Fourier-Imaging (d.i. ein auf der mehrdimensionalen Fourier-Transformation beruhendes Verfahren zur NMR-Tomographie). Die breite Streuung der Wissenschaftsgebiete, deren Beherrschung für diese Errungenschaften nötig war, unterstreicht den interdisziplinären Charakter von Ernsts Forschungsarbeiten.

Die Konsequenzen der theoretischen Arbeiten von Richard Ernst gehen weit über den unmittelbaren Bereich der NMR-Spektroskopie und der Tomographie hinaus. Die Ergebnisse sind auch voll für die verwandte Technik der Elektronenspinresonanz (ESR) und die kohärente Laserspektroskopie gültig.

Ein wesentliches und nicht hoch genug einzuschätzendes Merkmal der Publikationen des Nobelpreisträgers ist die hohe Genauigkeit, Seriosität und Klarheit der Darstellung, die es ermöglicht, daß neue Kenntnisse von Anwendern in Wissenschaft und Technik rasch in die Praxis umgesetzt werden können. Wissenschaftler und Techniker in aller Welt können heute - oft auf Knopfdruck - Methoden einsetzen, die im Laboratorium Ernsts entwickelt wurden. Dies ist mit einer Konsequenz der steten Bereitschaft des Forschers mit der einschlägigen Industrie zu kooperieren, wodurch die rasche Umsetzung der neuen Konzepte in kommerziell verfügbare Instrumente gewährleistet ist. Viele seiner herausragenden Forschungsergebnisse wurden in interdisziplinärer Zusammenarbeit, wie zum Beispiel mit dem Institut für Molekularbiologie und Biophysik der ETH, dem Institut für organische Chemie der Universität Frankfurt und dem Max-Planck-Institut für Biochemie in München erzielt.

Richard Ernst kann auch als Idealbild der Kombination eines Spitzenforschers und exzellenten Lehrers gelten. Die internationale Zusammensetzung

seines (Post-) Doktoranden- und Diplomandenteams sowie die Beliebtheit seiner Vorlesungen und Qualität der wissenschaftlichen Vorträge geben ein deutliches Zeugnis davon. Er ist auch Hauptautor einer Monographie [2], die als Standardreferenzwerk der modernen NMR-Spektroskopie gilt. In der Führung seines Forschungsteams zeichnet er sich durch die seltene Kombination von persönlicher Bescheidenheit und auf Fachkompetenz beruhender Autorität aus.

Ein Nobelpreis ehrt nicht nur den Preisträger selbst, er zeichnet natürlich auch die Institution und das Land des Geehrten aus. Im Falle von Richard Ernst sind das die ETH Zürich und die Schweiz, die in ideeller und materielle Hinsicht Arbeitsbedingungen bieten, in denen ein großer Wissenschaftler, der vorwiegend Grundlagenforschung betreibt, sich voll entfalten kann.

Literatur:

- [1] Ernst, R.R.: *Chimia* 41, 323 (1987)
- [2] Ernst, R.R.; Bodenhausen, G.; Wokaun, A.: *Principles of Magnetic Resonance in One and Two Dimensions*, Clarendon Press, Oxford 1987

Ein kurzer Blick auf den Status der Kernresonanzspektroskopie in Österreich: NMR-Spektren werden von einigen größeren Industriebetrieben und Forschungsinstituten vorwiegend als Instrument der Routineanalytik in der Forschung (primär für die organisch-chemische Synthese) und der Qualitätskontrolle in der Produktion eingesetzt. Die Firma Chemserv in Linz bietet NMR-Spektroskopie als eine ihrer Dienstleistungen an. Allen Universitäten mit chemischer Forschung stehen Kernresonanzspektrometer zur Verfügung. Die meisten NMR-Spektrometer an den Universitäten sind allerdings mit Routineanalytik derart überlastet, daß für methodische Entwicklungen kaum Zeit verfügbar ist. Trotzdem existieren kleine Forschungsgruppen, die auch an der Entwicklung neuer NMR-Techniken arbeiten, an den Universitäten Graz, Linz und Wien. NMR-Spektrometer der höchsten Leistungsstufe (600 MHz) existieren in Österreich (im Gegensatz zu den meisten Nachbarländern) allerdings nicht. Im medizinischen Bereich sind nach dem Wissen des Autors NMR-Tomographen an großen Kliniken in Graz, Innsbruck, Linz, Wels und Wien verfügbar.



Helft den Kroaten helfen. Spenden Sie!

Ihre Spende wird zu 100% an die Hilfsbedürftigen in Kroatien in Form von Sachwerten und Medikamenten übergeben.

Für Rückfragen steht Ihnen

Werner Mörth Tel: 0316/46 55 19

geme zu Verfügung.