



## NMR

Die Kernspinresonanz (NMR) ist heute eine der wichtigsten spektroskopischen Methoden in Physik, Chemie, Biologie und Medizin. Sie gibt Auskunft über die elektronische Umgebung einzelner Atome und die Wechselwirkung mit den Nachbaratomen. Diese Information ermöglicht die Aufklärung der Struktur und der Dynamik der Probe. Anhand eines einfachen Spektrometers wird das Messprinzip von cw- und gepulster NMR verdeutlicht und an einigen ausgewählten Proben die charakteristischen Messgrößen  $T_1$  (Spin-Gitter-Relaxationszeit) und  $T_2$  (Spin-Spin-Relaxationszeit) bestimmt.

### I. Erforderliche Kenntnisse

Klassische und quantenmechanische Beschreibung der Kernspinresonanz für Einzelspins und die gesamte Magnetisierung (Larmorfrequenz, Rabi-Frequenz, Bloch'sche Gleichungen)

Puls-NMR (Rotierendes Koordinatensystem, FID, Spinecho, Meiboom-Gill- und Carr-Purcell-Sequence, Inversion Recovery), Pulsfolgen, Messung von  $T_1$  und  $T_2$ , 50Ω Technik, Resonanzkreis

Relaxationsmechanismen (Spin-Spin-Relaxation, Spin-Gitter-Relaxation), Resonanzlinienform, homogene und inhomogene Linienverbreiterung, Fouriertransformation, Diffusion

### II. Literatur

- (1) Kuzmany H.: Solid state spectroscopy, Springer-Verlag, 1998
- (2) Canet D.: NMR - Konzepte und Methoden, Springer-Lehrbuch, 1994
- (3) Slichter CP.: Principles of Magnetic Resonance, Springer-Verlag, 1996
- (4) Carrington, McLachlan: Introduction to Magnetic Resonance, Harper and Row, New York, Evanston, London 1988, Kap.: 1-4.2, 11
- (5) Hennel, Klinowski: Fundamentals of NMR, Langman Scientific & Technical, 1993

### III. Experimentelle Aufgabe

1. Messen Sie zuerst das RF-Signal direkt mit der „RF pickup probe“. Optimieren Sie die Anpassung mit Hilfe der beiden „tuning capacitors“.
2. Messen Sie das FID-Signal von Mineralöl. Optimieren Sie das Signal mit Hilfe des „Field Gradient Controllers“.
3. Führen Sie ein 2-Pulse Spin Echo Experiment durch. Führen Sie ein Multi-Pulse Echo Experiment mit Mineralöl einmal mit einer Carr-Purcell- und einmal mit einer Meiboom-Gill-Sequence durch. Bestimmen Sie  $T_1$  und  $T_2$  dieser Probe.
4. Messen Sie das FID-Signal von destilliertem Wasser. Bestimmen Sie  $T_1$  und  $T_2$  von destilliertem Wasser.
5. Bestimmen Sie  $T_1$  und  $T_2$  für verschiedene Glycerin-Wasser-Mischungen.
6. Messen Sie das FID-Signal von zwei fluorinierten Proben. Was lernt man aus dem FFT-Signal?

### IV. Versuchsauswertung

1. Diskutieren Sie die gewonnenen Zeiten  $T_1$  und  $T_2$ . Welche Effekte sind in den Relaxationszeiten jeweils enthalten?
2. Vergleichen Sie die verschiedenen Methoden zur Bestimmung von  $T_2$  auf ihre Genauigkeit.
3. Was sind die Vorteile der gepulsten FT-NMR Spektroskopie? Interpretieren Sie die gewonnenen Spektren der Fluorproben.

### V. Anmerkungen

Das Ziel des Versuches soll sein, die NMR zu verstehen. Das FP ist oft die einzige Gelegenheit um Erfahrungen im Umgang mit magnetischer Resonanz zu sammeln. Nutzen Sie also die Chance und versuchen Sie, nicht nur Messreihen möglichst schnell abzuarbeiten. Experimentieren Sie mit dem Spektrometer und probieren Sie auch selbstständig etwas aus.

## VI. Schema des Teachspin NMR-Spektrometers

