

# $^1\text{H}$ -NMR ohne Formeln

## Didaktische Hinweise

Dr. Philipp Reiß  
Fb. Chemie der Philipps-Universität  
Marburg  
[reiss@chemie.uni-marburg.de](mailto:reiss@chemie.uni-marburg.de)

## Einleitung

Diese „Didaktischen Hinweise“ dienen als Hilfe zum Skript „<sup>1</sup>H-NMR ohne Formeln“ und stellen Hinweise zur Bearbeitung, Tipps zur Durchführung und die Lösung der Aufgaben bereit. Das Skript und diese Didaktischen Hinweise können auf der Seite [www.chids.de](http://www.chids.de) (Chemie in der Schule) herunter geladen werden.

Zielgruppe des Skripts sind Schüler der gymnasialen Oberstufe, bei denen (wie z.B. in Hessen) NMR-Spektroskopie auf dem Lehrplan steht. Wir laden häufig entsprechende Kurse an den Fachbereich Chemie der Philipps-Universität Marburg ein, um im Rahmen eines Außerschulischen Lernortes NMR in Theorie und Praxis zu besprechen.

## Vorbereitung

Um das gesamte Skript durchzuarbeiten und um das NMR zu besichtigen, werden ca. vier bis fünf Stunden benötigt. Um den Zeitbedarf zu reduzieren, können einzelne Kapitel in Absprache mit dem Lehrer ausgelassen werden. Kernstücke sind die Kapitel 1 (Grundlagen) und 2.1 bis 2.4 (Propanol), während Besonderheiten wie Aromaten oder Messtechnik nicht unbedingt besprochen werden müssen.

Trotz allem ist die Zeit aber noch knapp bemessen, so dass die Schüler zu Beginn einen Ausdruck eines modifizierten Skriptums bekommen. Dieses entspricht dem Original Skriptum mit allen Erklärungen, es sind aber die Zeichnungen (bis auf gemessene Spektren) und Fazits herausgenommen worden, so dass die Schüler diese noch einfügen müssen.

Für die Zuordnung der Signale des Propanols verwenden wir verschiedene Farben um die Wiedererkennung zu fördern. Da die wenigsten Schüler diese Farbstifte dabei haben, stellen wir ihnen einen Klassensatz an Stiften des Typs Stabilo point 88 fine 0,4 zur Verfügung, und zwar in den Farben gold/braun (Nr. 54 oder 89), grün (Nr. 36), rot, blau (Nr. 41) und schwarz. Die Stifte schreiben gut, sind fein genug und vor allem mit gut 30 ct pro Stück recht günstig.

## Durchführung und Lösungen

zu 2.1: Verbindungen A, C und D zeigen jeweils 4 Signale (die zwei Methylgruppen in D sind identisch!), während Verbindung B 6 Signale zeigt und somit identifizierbar ist.

zu 2.2: Verbindungen A und C zeigen Signale im Verhältnis 3:2:2:3, D dagegen 1:2:1:6.

zu 2.3: Verbindung A zeigt zwei Triplets (die CH<sub>3</sub>-Gruppen) und zwei Quartetts (die CH<sub>2</sub>-Gruppen), Verbindung C ein Singulett, ein Triplett, ein Sextett und ein Triplett.

zu 2.5: 1c, 2b, 3d, 4a.

Hier ist es hilfreich, bei Schwierigkeiten bei der Zuordnung zuerst die Strukturen zu klären – viele Schüler scheitern schon daran.

zu 2.6: 1. Spektrum: para (jedes Signal enthält 2 Protonen)

2. Spektrum: ortho

3. Spektrum: meta

Versuche: Ohne NMR-Gerät kann in der Schule leider kaum experimentiert werden, Ausnahme ist der Ringstrom-Effekt.

### Versuch 1: Wirbelstrombremse

Material: 2 identische Metallrohre, L ca 70 cm, Innendurchmesser ca. 17 mm  
Stabmagnet, der gerade durch das Rohr passt (z.B. S-15-100-N) von  
supermagnete.ch, 20 €/ Stk.)

Durchführung: Man nimmt zwei Metallrohre (Alu funktioniert, Kupfer ist besser) und lässt eines davon der Länge nach aufsägen. Lässt man nun den Stabmagneten durch die senkrecht gehaltenen Rohre durchfallen und stoppt die benötigte Zeit (unten so zuhalten, dass der Magnet nicht zu Boden fällt, aber die Luft entweichen kann), so benötigt er im aufgesägten Rohr weniger Zeit als im vollständigen.

Eindrucksvoller und eindeutiger ist es natürlich, wenn man zwei Magnete nimmt und diese gleichzeitig hineinwirft.

Erläuterung: Der wandernde Magnet erzeugt im Rohr einen Ringstrom, der zu einem Magnetfeld führt, das im Rohrinernen dem Magnetfeld des Stabmagneten entgegen gerichtet ist. Dadurch wird dieser abgebremst.  
Wird das Rohr unterbrochen, kann der Ringstrom nicht mehr fließen und der Magnet ungebremst fallen.

Hinweis: Der Versuch wird häufig im Physikunterricht durchgeführt, evtl. könne also die Kollegen mit dem Material aushelfen

### Versuch 2: CD in der Mikrowelle

Material: Alte, nicht mehr benötigte CD oder DVD  
Alte Mikrowelle

Durchführung: Man legt die CD in die Mikrowelle, bestrahlt sie für 10 sec. bei voller Leistung und beobachtet, was passiert

Erläuterung: Das elektromagnetische Feld erzeugt Ströme in der Aluminium-Schicht, die diese erhitzen und zum Durchbrennen führen.