

Projektleitung: PD Dr. Klaus Schaper

scheLM TdE

Tanz der Elektronen

Ausgangssituation

Die Mesomerie ist ein zentraler und wichtiger Begriff in der organischen Chemie. Mit Hilfe der Mesomerie können die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Substanzen beschrieben werden. Allerdings ist das zugrundeliegende Konzept komplex.

Kurz gesagt: Chemische Strukturen, bei denen Mesomerie eine Rolle spielt, lassen sich nicht durch eine einzelne Struktur beschreiben, sondern müssen durch mehrere chemische Strukturen, die mesomeren Grenzstrukturen, beschrieben werden (siehe Abb.: 1).



Abb.: 1 Die beiden mesomeren Grenzstrukturen von Benzol

Diese beiden Strukturen entstehen durch umklappen der Elektronenpaare (jeder Strich in Abb.: 1 repräsentiert ein Elektronenpaar). Dieses Umklappen wird durch die Pfeile in Abb. 1 beschrieben. Dabei verschwinden Doppelbindungen (zwei Striche) und an deren Stelle entstehen Einfachbindungen (ein Strich), an anderer Stelle entstehen aus Einfachbindungen Doppelbindungen.

Alternativ spricht man auch davon, dass die Doppelbindungen wandern. Diese Wanderung kann modelhaft auf zwei Arten dargestellt werden:

- (I) Die Elektronenpaare klappen um, wie eine Tür im Scharnier, oder
- (II) Die Elektronenpaare wandern.

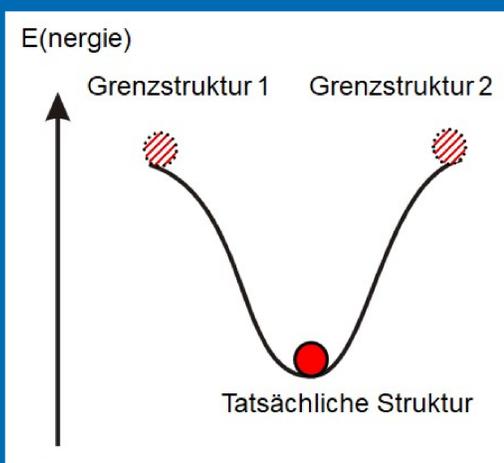


Abb.: 2 Die Energien von zwei mesomeren Grenzstrukturen und die der tatsächlichen Struktur

In Abb. 2 ist ein Energiediagramm gezeigt, die beiden Grenzstrukturen (z. B. die beiden Strukturen aus Abb. 1) liegen energetisch ungünstig (hoch). Sie sind nicht stabil. Nur die dazwischen liegende tatsächliche Struktur ist energetisch günstig (niedrig) und ist real existent.

Dieses Bild ist vergleichbar mit einer Kugelbahn. Auch hier würden die Kugeln freiwillig nach unten laufen und nur in der Mitte liegen bleiben. Im Bild der Elektronenpaare können aber nur die beiden äußeren Strukturen gezeichnet werden.

Problem

Es ist für Studierende im täglichen Umgang mit chemischen Strukturen von großer Bedeutung, zu Erkennen, ob zu einer gegebenen chemischen Struktur mesomere Grenzformen existieren und die fehlenden mesomeren Grenzstrukturen intuitiv zu ergänzen. Nur so ist eine sichere Vorhersage von chemischen Reaktivitäten und die Beurteilung von Moleküleigenschaften möglich.

Dabei ist die Bewegung der Elektronen ein dynamischer Prozess, der auf Papier und daher auch auf diesem Poster nur schlecht dargestellt werden kann. Zudem bereitet die Äquivalenz von „Umklappen der Elektronenpaare“ und „Verschieben der Elektronenpaare“ immer wieder Schwierigkeiten.

Ziele & Zielgruppen

Das hier beschriebene Modul wendet sich an alle Studierenden, die sich erstmals mit der organischen Chemie befassen, unabhängig vom Studiengang (Biologie, Biochemie, Chemie, Naturwissenschaften, Medizin, Wirtschaftswissenschaften).

Umsetzung

Wie oben angedeutet lassen sich Bewegungen nur schlecht in einem Bild darstellen. Daher haben wir uns entschieden digitale Medien einzusetzen und haben uns hier für interaktive Videos entschieden. Diese finden Sie unter: https://www.schelm.hhu.de/scheLM_TdE/start.html



Abb.: 3 QR-Code mit URL zum Modul

In diesen Videos werden die Grundlagen der Mesomerie noch einmal wiederholt und die Bewegung der Elektronen wird animiert.

Dabei werden die Konzepte „Umklappen der Elektronen“ und „Verschieben der Elektronen“ für zwei Beispiele gegenübergestellt.



Abb.: 4 Ansicht des interaktiven Videos

Die Videos sind in Kapitel geteilt und Studierende können Abschnitte, wie zum Beispiel die sich immer wiederholende Einleitung überspringen, oder sie können den aktuellen Abschnitt wiederholen. Am Ende können Sie zum korrespondierenden Video wechseln.

Das hier beschriebene Modul ist dabei voll in unsere Lernplattform scheLM integriert.

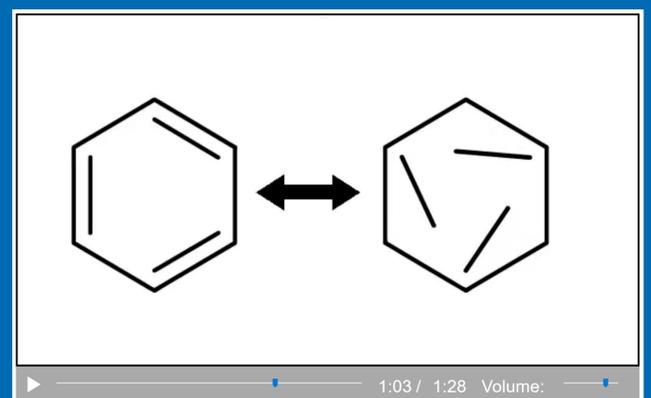


Abb.: 5 Screenshot eines Videos während des Umklappens der Elektronen

Ergebnisse und Ausblick

Das beschriebene eLearning-Modul wurde gerade online gestellt und eine Evaluation steht noch aus. Erste Kommentare von Studierenden sind aber sehr positiv.

Der hier beschriebene „Tanz der Elektronen“ ist nicht auf die Beschreibung von mesomeren Grenzstrukturen beschränkt. Auch chemische Reaktionen werden durch das Verschieben bzw. das Umklappen von Elektronen beschrieben. Die hier beschriebene Technik soll auch auf didaktisch ausgewählte Beispiele von chemischen Reaktionen übertragen werden. Die Umsetzung war im Rahmen dieses Projektes nicht mehr möglich.