

5.6 L Sonnenschutz durch Push-Pull-Effekt

Thematik
Unterrichtsmethode

Grundlagen: Benzol, aromatische Ringe, Substituenten, *Lewis*-Schreibweise, π -Elektronensystem, I-Effekt, Elektronegativität, Oktettregel, kein M-Effekt (Mesomerie-Effekt, wird hier eingeführt)

Methodischer Vorschlag: Streichholzmodell zum M-Effekt, Gruppenpuzzle

Durchführung: Infotexte + Aufgaben (Kontext, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7)

Das Arbeitsmaterial zielt darauf ab, den M-Effekt bei aromatischen Systemen aus empirischen Daten (UV-Spektren) abzuleiten und ihn durch das sowohl einfache wie anschauliche Streichholzmodell (M4.2) im Gruppenpuzzle zu visualisieren. Als *Kontext* dient die Suche nach einem Wirkstoff für Sonnenschutzmittel, d. h. einem Stoff, der Licht im UVB-Bereich absorbiert. Ob ein Stoff UVB-Strahlung absorbiert, kann man UV-Spektren entnehmen.

Auf dem Weg zu diesem Wirkstoff wird zuerst der Zusammenhang zwischen Absorptionsbereich und Molekülstruktur bei zyklischen Molekülen vorgestellt (M1): Je mehr Doppelbindungen im Ring vorhanden sind, desto langwelliger ist die Absorption. Anschließend wird der Einfluss des I-Effekts auf den Absorptionsbereich untersucht (+I-Effekt: bathochrome, -I-Effekt: hypsochrome Verschiebung) (M2). Bei Bedarf helfen Info-Karten (M3), um fachliche Grundlagen aufzufrischen.

Da sich die relativ langwelligigen Absorptionsmaxima der Halogenbenzole aber so nicht erklären lassen, muss ein anderer Effekt existieren: der M-Effekt (M4). In einem Gruppenpuzzle I (M5) werden verschiedene Benzolderivate mithilfe des Streichholzmodells auf ihren + oder -M-Effekt hin untersucht. Für den Sonnenschutzmittel-Wirkstoff wird eine stärker bathochrome Verschiebung bis in den UVB-Bereich benötigt. Dazu sind zwei Substituenten nötig, und zwar solche, bei denen sich + und -M-Effekt ergänzen (Push-Pull-Effekt). Ein Gruppenpuzzle II liefert anhand des Streichholzmodells diese Erkenntnis (M6).

Eine abschließende angeleitete Recherche einschlägiger Push-Pull-Benzolderivate (M7) führt zur *p*-Aminobenzoesäure, dem „Klassiker“ unter den Sonnenschutzmittel-Wirkstoffen.

Literaturangaben

Aromaten- und Farbstoffchemie am Beispiel von Sonnenschutzmitteln, von Bülow, B., Piechocki, A., in: Material der Lehrerfortbildung, Bezirksregierungen Köln und Düsseldorf, 2011
webbook.nist.gov/chemistry (letzter Zugriff: 03.04.2012)
www.eusdb.de (letzter Zugriff: 03.04.2012)
www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank (letzter Zugriff: 03.04.2012)

5.6 L Sonnenschutz durch Push-Pull-Effekt

*Thematik
Unterrichtsmethode*

Konzepte

Struktur – Eigenschaft, aromatische Systeme, chromophore Systeme

Kompetenzbereiche

Fachwissen: Sch'/Sch

- erkennen den Zusammenhang zwischen empirischen Daten (Spektren), chemischen Sachverhalten (Molekülbau), Alltagsbedürfnissen (Sonnenschutz) und industrieller Verwendung (Sonnencreme).

Erkenntnisgewinnung: Sch'/Sch

- interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären sie und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.
- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
- stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her.

Kommunikation: Sch'/Sch

- beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mithilfe von Modellen.
- recherchieren zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen Quellen und wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus.
- vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch.

Anforderungsbereiche: I, II, III

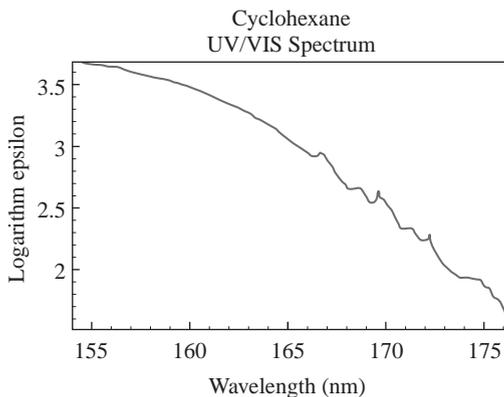
5.6 S Sonnenschutz durch Push-Pull-Effekt

M1

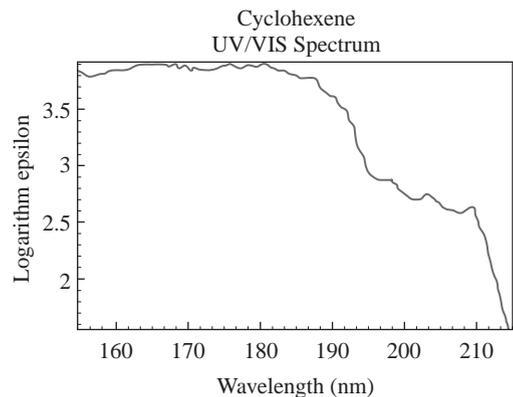
Zusammenhang Absorption – Molekülstruktur

Die unter Abb. A und B aufgeführten Spektren stammen aus zwei unterschiedlichen Quellen und stellen die Absorption (y-Achse) mit unterschiedlichen Größen dar – sie sind deshalb streng genommen nur innerhalb ihrer Gruppe vergleichbar. Die y-Achsenbeschriftungen „Logarithmus epsilon“ bzw. „Extinktion“ können beide vereinfacht durch „Absorption“ ersetzt werden, da das absolute Maß, die Amplitude der Kurve, uninteressant für unsere Fragestellung ist. Wichtig für die Suche nach einem geeigneten Sonnenschutzmittelwirkstoff ist die Frage, in welchem Wellenlängenbereich eine relativ hohe Absorption festzustellen ist. Zeigt eine Kurve mehrere Maxima, so betrachtet man nur das langwelligste, da es dem gewünschten Zielbereich (UVB: 280–320 nm) am nächsten kommt.

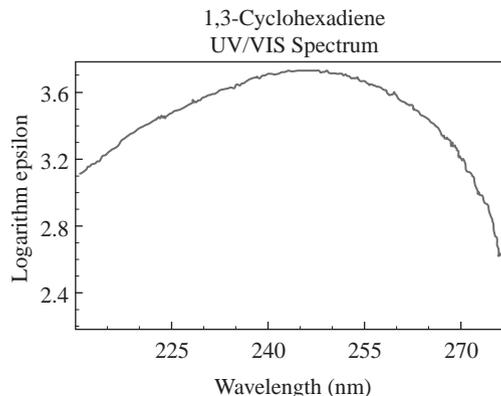
Abb. A: Absorption verschiedener cyclischer Kohlenwasserstoffe



© U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. URL: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C110827&Mask=400>



© U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. URL: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C110838&Mask=400>



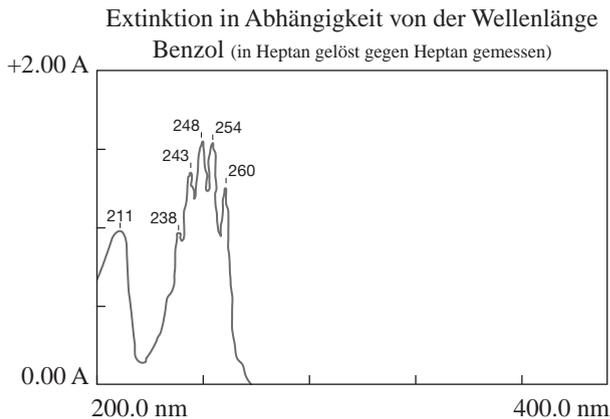
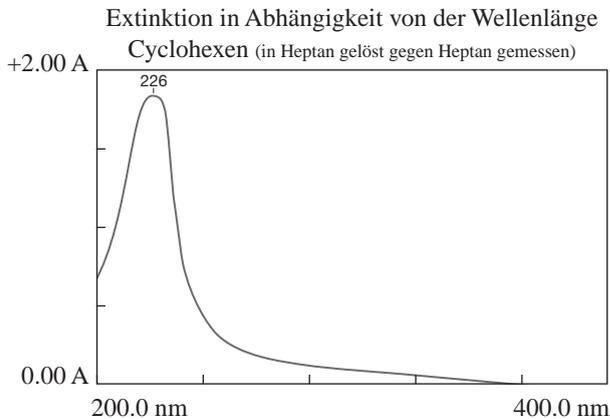
© U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. URL: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C592574&Mask=400>

5.6 S Sonnenschutz durch Push-Pull-Effekt

M1

Zusammenhang Absorption – Molekülstruktur (Fortsetzung)

Abb. B: Absorption verschiedener cyclischer Kohlenwasserstoffe



Aufgaben

- Beschreiben Sie die Diagramme aus Abb. A bezüglich der Wellenlänge des Absorptionsmaximums (λ_{\max}). (Eine genaue Diskussion der Kurvenverläufe ist nicht erforderlich). Benennen Sie die Tendenz, die diesbezüglich in den drei Diagrammen erkennbar ist. Erklären Sie diese Tendenz mithilfe der im *Kontext* genannten Fakten.
- Beschreiben und erklären Sie analog zu Aufgabe a) die beiden Diagramme in Abb. B. Benennen Sie ein ungefähres λ_{\max} für 1,3-Cyclohexadien innerhalb dieser Messreihe und begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Geben Sie mithilfe des *Kontextes* an, in welchem Wellenlängenbereich Sonnenschutzmittel-Wirkstoffe und farbige Stoffe absorbieren. Im *Kontext* werden Konsequenzen für den Bau solcher Moleküle genannt. Inwiefern decken sie sich mit den Tendenzen, die in den Aufgaben a) und b) beobachtet wurden?