

# Benzol: Strukturaufklärung und Mesomerie

## Leitprogramm

---

### Ziele

- Am Beispiel des Benzols klassische Strukturaufklärung erleben, ohne dass Kenntnisse über organische Abbaureaktionen notwendig sind.
- Anspruchsvolle Probleme zur Stereoisomerie lösen.
- An einem historischen Beispiel den Weg wissenschaftlicher Erkenntnis nachvollziehen.
- Die Grenzen der eigenen Modellvorstellungen zur chemischen Bindung erkennen und entsprechend erweitern.
- Verstehen, was Delokalisation heisst.
- Moleküle mit delokalisierten Elektronen mittels Grenzformeln darstellen können.

### Erforderliche Vorkenntnisse

- Stöchiometrie: Ermitteln von Verhältnisformeln, Satz von Avogadro.
- Molekülstruktur: Lewisformeln, Skelettformeln, Isomerie, Enantiomerie.

### Zeitbedarf

5 Lektionen.

### Didaktisch-methodische Hinweise

- Während die Schüler am Leitprogramm arbeiten, kann die Lehrkraft individuell Unterstützung bieten und Fragen beantworten.
- Das Leitprogramm enthält einige anspruchsvolle Aufgaben (insbesondere die Nummern 3, 4 und 5), bei denen die meisten Schüler Hilfe benötigen. Wo individuelle Unterstützung nicht mehr ausreicht, müssen die Probleme im Klassenverband besprochen werden.
- Auch für den Demonstrationsversuch auf Seite 6 (Anleitung siehe unten) wird die individuelle Arbeit unterbrochen.

## Material

- Molekülbaukästen für die Schüler.
- Für den Demonstrationsversuch: Brom, Cyclohexan, Cyclohexen, 1,3-Cyclohexadien, Benzol, Stickstoff. Geräte und Glaswaren gemäss Versuchsanleitung (siehe unten).

## Versuchsanleitung

### Vorbereitung:

Von Cyclohexen, 1,3-Cyclohexadien und Benzol je eine 5%-ige Lösung in Cyclohexan herstellen (Bedarf pro Versuch: je 1 ml). Im Kühlschrank sind die Lösungen einige Jahre haltbar. Beim Herstellen der Lösungen beachten:

- Reines 1,3-Cyclohexadien muss unter Stickstoff aufbewahrt werden; beim Herstellen der Lösung soll es durch einen Stickstoffstrom vor Luftkontakt geschützt werden. Als 5%ige Lösung hingegen ist es im Kühlschrank haltbar.
- Benzol ist kanzerogen, deshalb Handschuhe tragen und im Abzug arbeiten. Die 5%-ige Lösung stellt beim Versuch im Schulzimmer aber keine Gefahr dar. Die Mengen sind klein und die Gläser werden durch Stopfen verschlossen. Die Belastung durch den Versuch ist geringer als diejenige beim Tanken von Fahrzeugbenzin. Selbst beim Verschütten von wenigen ml der Lösung würde der MAK-Wert im Schulzimmer nicht erreicht.

### Durchführung:

Mit Handschuhen arbeiten. 3 Tropfen Brom in 25 ml Cyclohexan geben und mischen; diese Lösung auf 4 Reagenzgläser verteilen.

- Das erste Reagenzglas dient als Referenz.
- 1 ml Cyclohexen-Lösung ins zweite Reagenzglas geben, mit Stopfen verschliessen. Die Lösung entfärbt sich, denn im Unterschied zu Cyclohexan (im ersten Reagenzglas) enthält Cyclohexen eine Doppelbindung.
- 1 ml 1,3-Cyclohexadien-Lösung ins dritte Reagenzglas geben, mit Stopfen verschliessen. Erwartungsgemäss tritt auch hier Entfärbung auf, denn auch 1,3-Cyclohexadien ist ungesättigt.
- 1 ml Benzol-Lösung ins vierte Reagenzglas geben, mit Stopfen verschliessen. Diesmal bestätigt sich die Voraussage nicht, das Brom wird nicht verbraucht. Die drei Doppelbindungen im Benzol sind offenbar keine gewöhnlichen Doppelbindungen.
- Nach dem Versuch sollte man die Reagenzgläser bald aus dem Gesichtsfeld der Schüler entfernen, bevor durch photochemische radikalische Reaktionen auch beim Benzol eine Verfärbung eintritt.

## Literatur

- Benzol - eine an der Chemieggeschichte orientierte Unterrichtskonzeption. Praxis der Naturwissenschaften - Chemie, Nr. 2/35, 1986, Seite 17 bis 27.
- Valenzisomere des Benzols - Chemie in unserer Zeit, 1977, Nr. 4, Seite 118 bis 128.

## **Copyright**

- Das Leitprogramm oder Teile davon dürfen nur verwendet werden, wenn der Name des Autors in den Unterlagen vermerkt ist (z. B. in der Kopf- oder Fusszeile). Die Verwendung zu kommerziellen Zwecken ist nicht gestattet.

## **Kontakt**

- Adresse des Autors (für Fragen und Anregungen): [paul.kaeser@sunrise.ch](mailto:paul.kaeser@sunrise.ch)