

**Mario Gerwig**

**Versuch:** **Iodierung von  $\pi$ -Systemen**

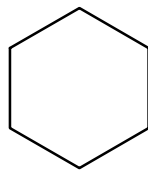
**Dauer:** Vorbereitung: 5 Minuten  
Durchführung: 10 Minuten  
Entsorgung: 5 Minuten

**Chemikalien:** Cyclohexan (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>): F, Xn, N      Cyclohexen (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>): F, Xn  
**R:** 11, 38, 65, 67, 50/53      **R:** 11, 21/22  
**S:** 2, 9, 16, 25, 33, 60, 61, 62      **S:** 16, 23, 33 36/37

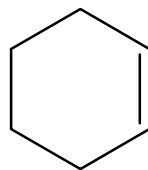
Iod (I<sub>2</sub>): Xn, N      Kaliumiodid (KI):  
**R:** 20/21, 50  
**S:** 2, 23, 25, 61

**Geräte:** Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spatel

**Strukturformeln:**



Cyclohexan



Cyclohexen

**Versuchsaufbau:**



*Links:*  
Cyclohexan,

*Rechts:*  
Cyclohexen,

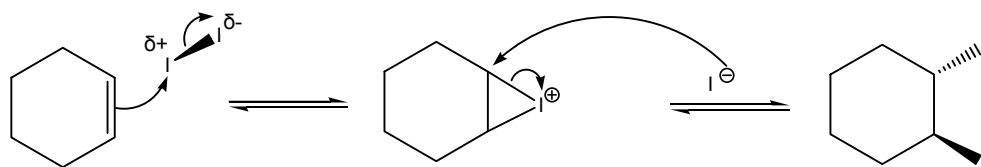
jeweils  
gemischt mit  
einer Iod-/  
Wasser-  
Lösung

**Durchführung:** In einem Reagenzglas löst man etwas Iod in Wasser (unter Zugabe einer Spatelspitze Kaliumiodid). Einen Teil der Lösung mischt man anschließend in einem Reagenzglas mit einigen Millilitern Cyclohexan in einem anderen Reagenzglas mit etwas Cyclohexen. Die Lösungen werden gut durchgemischt und anschließend einige Minuten stehen gelassen.

**Beobachtung:** Es bilden sich zwei Phasen. Im Cyclohexan färbt sich die obere Phase violett, im Cyclohexen färbt sich die obere Phase zunächst hellrot, ist nach einigen Minuten aber wieder fast farblos. In beiden Fällen ist die untere Phase gelb-braun gefärbt.

**Entsorgung:** Die Lösungen werden in die organischen Abfälle gegeben.

**Fachliche Analyse:** Bei diesem Versuch bilden sich zwei Phasen, da es sich bei Cyclohexan und Cyclohexen um unpolare, bei Wasser um einen polaren Stoff handelt. Auf Grund der unterschiedlichen Dichten ( $\rho_{\text{Cyclohexan}} = 0,78 \text{ g/mL}$ ,  $\rho_{\text{Cyclohexen}} = 0,81 \text{ g/mL}$ ,  $\rho_{\text{Wasser}} = 1,0 \text{ g/mL}$ ) befindet sich die wässrige Phase jeweils unten. Durch das Schütteln löst sich etwas Iod aus der wässrigen Phase in der organischen. Im Falle des Cyclohexens findet zunächst eine leichte Rotfärbung statt, die nach wenigen Minuten jedoch wieder verschwindet. Dies ist auf den Verbrauch des Iods zurückzuführen, da es über eine Anti-Addition an das Cyclohexen gebunden wird:



Das Iod wird dabei durch den Angriff der  $\pi$ -Bindung polarisiert. Das  $\text{I}_2$ -Molekül wird heterogen gespalten und unter Bildung eines Iodonium-Ions an den Ring gebunden. Das dabei entstehende Iodid greift anschließend nucleophil an einen der beiden partiell positiv geladenen Kohlenstoffe an. Als Produkt ergibt sich auf Grund der sterischen Hinderung der beiden Iod-Atome das trans-1,2-Diodocyclohexan.

Beim Cyclohexan findet eine Violettfärbung statt, die auch nach einigen Minuten noch vorhanden ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Iod auf Grund der fehlenden Doppelbindungen im Cyclohexan nicht mit diesem reagieren kann. Das Iod wird also nicht verbraucht sondern bleibt in Lösung, was zu einer intensiven Violettfärbung führt.

**Didaktische Diskussion:** Bei diesem Versuch handelt es sich endlich einmal nicht um eine Bromierung, die bei Halogenierungsreaktion meist zuerst durchgeführt wird, sondern um eine Iodierung. Prinzipiell ist die Theorie natürlich identisch zu der einer Bromierungsreaktion, dennoch hat der Versuch einige Vorteile. Der schwerwiegendste liegt darin, dass nicht mit giftigem und dampfendem Brom hantiert werden muss. Das Handhaben von elementarem (festem) Iod ist wesentlich ungefährlicher und einfacher.

Für die Schule ist der Versuch geeignet. Durchführbar wäre er in Schülerarbeit, ist aber als Lehrerversuch sicherlich sinnvoller.

Den Versuch könnte man durchaus erweitern und bspw. Cyclopentan und Cyclopenten oder Octan und Octen oder andere Kohlenwasserstoffe einsetzen.

**Literatur:**

- GESTIS Stoffdatenbank
- Butenuth-Skript S. 27