

**Mario Gerwig**

**Versuch:** **Bromierung von Toluol**

**Dauer:** Vorbereitung:  
Durchführung:  
Entsorgung:

**Chemikalien:** Brom (Br<sub>2</sub>): T+, C, N  
R: 26, 35, 50  
S: 1/2, 7/9, 26, 45, 61

Trichlormethan (HCCl<sub>3</sub>): Xn  
R: 22, 38, 40, 48/20/22  
S: 2, 36/37

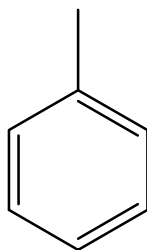
Toluol (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>): F, Xn  
R: 11, 38, 48/20, 63, 65, 67  
S: 2, 36/37, 62, 46

Benzylbromid (C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>Br): Xi  
R: 36/37/38  
S: 2, 39

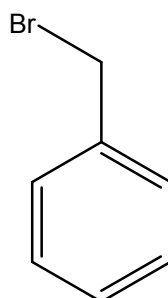
Natriumthiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):

**Geräte:** Reagenzgläser, Gummistopfen, Alufolie, Universal-Indikatorpapier, 10-mL-Messzylinder, Pipette, Spatel, Dia-Projektor.

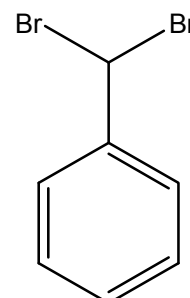
**Strukturformeln:**



Toluol



Benzylbromid



Benzal bromid

**Versuchsaufbau:**



*Links:*

Toluol mit Bromlösung nach Bestrahlung mit einem Dia-Projektor (Entfärbung und Farbumschlag des pH-Papiers)

*Rechts:*

Toluol mit Bromlösung ohne Bestrahlung mit einem Dia-Projektor (keine Entfärbung und kein Farbumschlag des pH-Papiers)

**Durchführung:** In einem Reagenzglas versetzt man 5 mL Toluol mit 1 mL 5%iger Brom-Lösung in Trichlormethan (1,25 mL Brom mit  $\text{HCCl}_3$  auf 25 mL auffüllen). Das Reagenzglas wird mit einem Gummistopfen verschlossen und einige Sekunden mit einem Dia-Projektor bestrahlt. Mit einem Stück pH-Papier misst man den pH-Wert über der Lösung. In ein weiteres Reagenzglas gibt man ebenfalls 5 mL Toluol und 1 mL der Brom-Lösung, verschließt mit einem Stopfen, umwickelt das Glas mit Alu-Folie und misst ebenfalls den pH-Wert mit einem feuchten Stück pH-Papier.

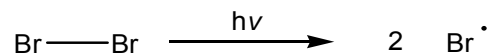
**Beobachtung:** Die braune Lösung im ersten Reagenzglas entfärbt sich beim Bestrahlen mit Licht rasch. Das pH-Papier färbt sich rot. Bei der Lösung im mit Alu-Folie umwickelten Reagenzglas tritt keine Entfärbung ein. Auch das pH-Papier verfärbt sich nicht.

**Entsorgung:** Alle Lösungen werden mit Thiosulfatlösung umgesetzt und in die organischen Abfälle gegeben.

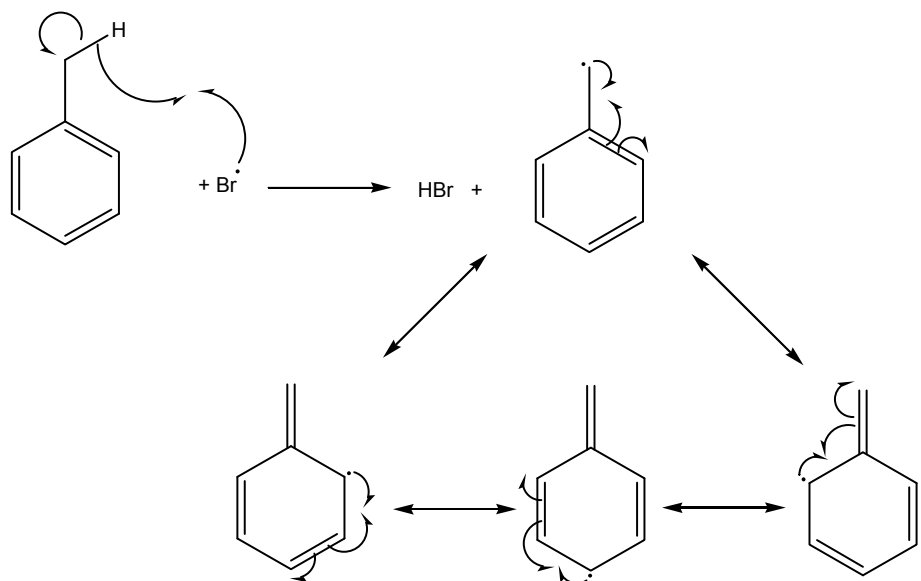
**Fachliche Analyse:** Toluol ist der einfachste Vertreter der Alkylbenzole und eines der wichtigsten Derivate des Benzols. Es dient als Lösungsmittel und als Ausgangsstoff zur Synthese vieler Verbindungen, wie z.B. von Farb- und Sprengstoffen (TNT).

Toluol reagiert mit Brom in Gegenwart eines Radikalstarters (hier:  $h\nu$ ) in einer elektrophilen Substitution am Aromaten. Die Methyl-Gruppe übt hierbei einen +I-Effekt auf den Benzolring aus, so dass sich die Elektronendichte im Ring erhöht. Dadurch wird die elektrophile Substitution erleichtert, bei der ein Proton durch ein Brom-Atom ersetzt wird:

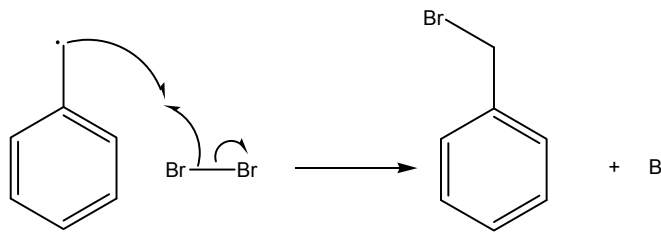
*Startreaktion:*



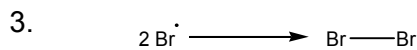
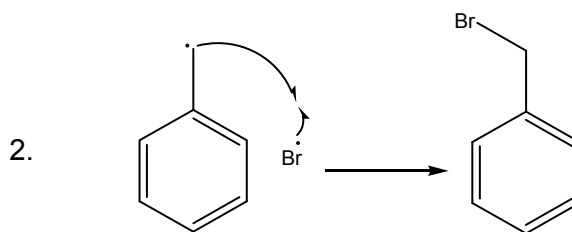
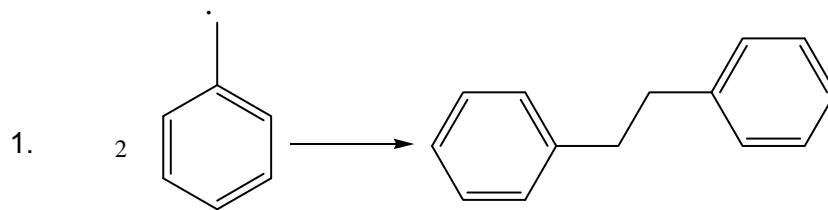
*Kettenreaktion:*



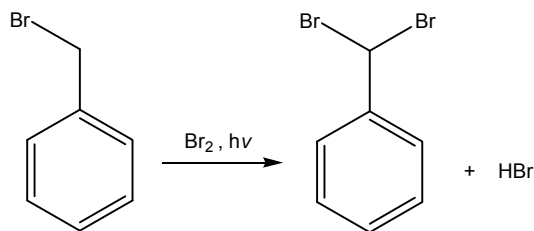
Mesomerie-Stabilisierung des Benzylradikals



*Kettenabbruch:*



*Benzylbromid kann noch weiter bromiert werden:*



Benzal bromid

Die Entfärbung der mit Licht bestrahlten Lösung lässt sich durch diese Reaktion erklären. Sowohl Toluol, als auch Benzylbromid und Benzal bromid sind farblos, Brom hingegen ist braun. Durch die Bestrahlung wird das Brom homolytisch gespalten und die Kettenreaktion kann ablaufen. Wird hingegen eine Lichteinstrahlung verhindert, wird das Brom nicht gespalten und die Reaktion läuft nicht ab. Die Lösung bleibt braun und entfärbt sich nicht.

Das bei der Reaktion entstehende HBr sorgt für die rote Färbung des

**Didaktische  
Diskussion:**

pH-Papiers. Läuft die Reaktion nicht ab, entsteht kein HBr und am pH-Papier ist kein Farbumschlag zu erkennen.

Bei diesem einfachen Versuch lässt sich das Prinzip der radikalischen Halogenierung gut erklären. Durch die Bestrahlung entfärbt sich die Lösung innerhalb weniger Sekunden, was die Notwendigkeit eines geeigneten Radikalstarters umso mehr verdeutlicht.

Da allerdings mit elementarem Brom gearbeitet wird, muss zumindest das Ansetzen der Bromlösung vom Lehrer vorbereitet werden. Der Rest des Versuchs ist als Schülerversuch durchaus durchführbar.

**Literatur:**

- GESTIS Stoffdatenbank
- [http://www.theochem.uni-duisburg.de/OC/grundlagen\\_oc/ueb5\\_a2.html](http://www.theochem.uni-duisburg.de/OC/grundlagen_oc/ueb5_a2.html)