

Elektrophile Addition (A_E)

Edukte: Alkene, Halogene /Halogenwasserstoffe

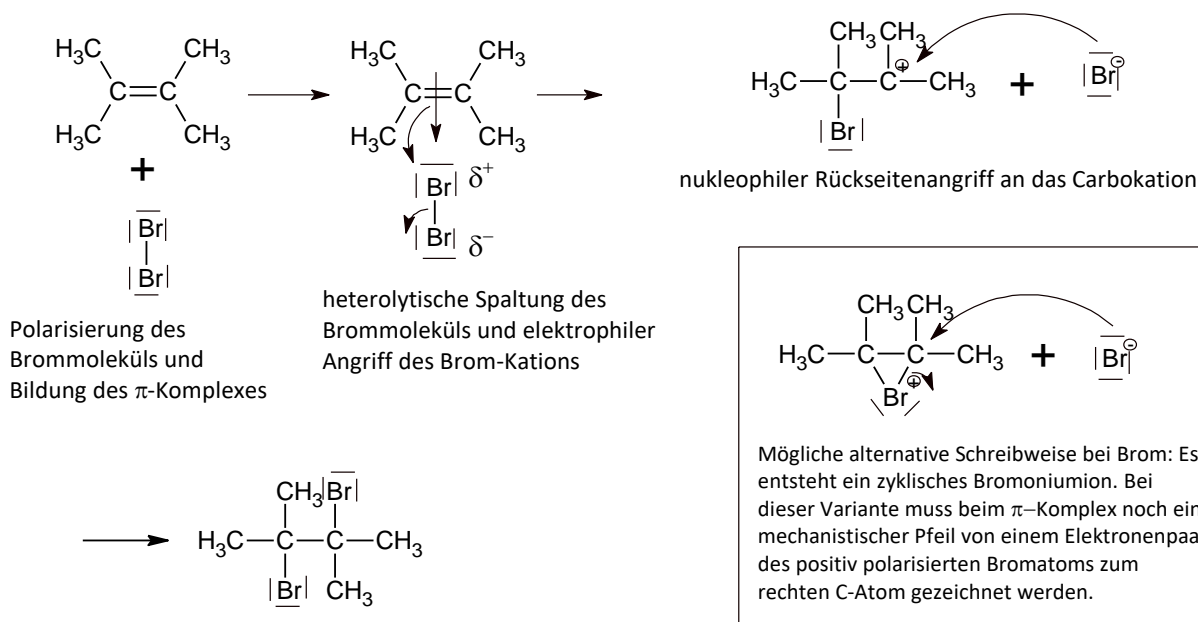
Reaktionsbedingungen: polares Lösungsmittel (z.B. Wasser)

Produkte: Dihalogenalkane /Halogenalkane



Reaktionsgleichung: $R-CH=CH_2 + X_2 \Rightarrow R-CHX-CH_2X$ bzw. $R-CH=CH_2 + H-X \Rightarrow R-CH_2-CH_2X$

Mechanismus (am Beispiel von 2,3-Dimethylbut-2-en und Brom):



Erläuterung:

Durch die π -Bindung besitzt ein Alkenmolekül eine Stelle erhöhter negativer Ladungsdichte. Diese polarisiert ein sich näherndes Brommolekül, das dadurch Teilladungen erhält. Beide Moleküle bilden dann zusammen den sogenannten π -Komplex, bei dem noch keine Bindung gespalten ist. Dann wird das Brommolekül heterolytisch gespalten, d.h. es entstehen ein Bromid-Anion und ein Brom-Kation. Das Brom-Kation greift nun elektrophil an der Doppelbindung an. Dabei wird das Brom Kation addiert, die π -Bindung gelöst und ein Carbokation gebildet, d.h. ein Molekül mit einem positiv geladenen Kohlenstoffatom. (Im Fall von Brom bildet sich ein cyclisches Bromonium-Ion aus. Die Schreibweise als Carbokation wie bei allen anderen Halogenen ist aber auch möglich). Das Brom-Anion greift nun nukleophil an der Rückseite des Carbokations bzw des Bromonium-Ions an und bildet eine Einfachbindung zu diesem aus.

Reaktivität : Substituenten mit +I-Effekt (Alkylreste) erhöhen die Elektronendichte an der π -Bindung und damit die Reaktivität. Substituenten mit -I-Effekt erniedrigen die Elektronendichte und daher auch die Reaktivität.

Markownikoff-Regel: Bei einer elektrophilen Addition unsymmetrischer Reagenzien (Halogenwasserstoffe, Wasser) an unsymmetrische Alkene, wird das Wasserstoffatom (als H^+) an das Kohlenstoffatom angelagert, das bereits die meisten Wasserstoffatome besitzt. Grund hierfür ist die Stabilität des Carbokations. Die positive Ladung am C-Atom wird durch Substituenten mit +I-Effekt (Alkylgruppen) abgeschwächt und das Carbo-Kation dadurch stabilisiert.

Nachweisreaktion für Doppelbindungen: Entfärbung von Bromwasser: Das bräunlich-gelbe Bromwasser (Br_2 in Wasser gelöst) entfärbt sich, da die Brommoleküle an die Doppelbindungen addieren und farblose Dihalogenalkane entstehen.

Tipp zum Auswendiglernen:

1. Polarisierung von Brom und Bildung des π -Komplexes
2. Addition des Brom-Kations
3. Addition des Bromid-Anions

