Chemie, Reaktionsmechanismen

**Elektrophile Addition (AE)**

 

**Edukte:** Alkene, Halogene /Halogenwasserstoffe

**Reaktionsbedingungen:** polares Lösungsmittel (z.B. Wasser)

**Produkte:** Dihalogenalkane /Halogenalkane

**Reaktionsgleichung:** R-CH=CH2 + X2 => R-CHX-CH2X bzw. R-CH=CH2 + H-X => R-CH2-CH2X

**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 (Br2 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

