

Induktive und mesomere Effekte

Induktive
EffekteBeurteilung von
mesomeren und
induktiven EffektenMesomere
Effekte

Induktive Effekte wirken im σ -Grundgerüst eines Moleküls. Sie entstehen durch Unterschiede in der Elektronegativität. Atome, die eine **höhere EN als Wasserstoff** bzw. Gruppen, die solche Atome beinhalten, üben einen elektronenziehenden Effekt (**-I-Effekt**) aus, Atome mit **geringerer EN als Wasserstoff** und **Alkylgruppen** üben einen elektronenschiebenden Effekt (**+I-Effekt**) aus.ⁱ Ein induktiver Effekt wirkt über maximal 3 benachbarte Bindungen.

+I: $-\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}(\text{CH}_3)_3$; alle negativ geladenen Gruppen

-I: $\text{C}_6\text{H}_5^- < \text{H}_3\text{C}-\text{O}^- < -\text{OH}$; $-\text{I} < \text{Br} < -\text{Cl} < -\text{NO}_2 < -\text{F}$; $-\text{COOH}$; $-\text{CN}$; alle positiv geladenen Gruppen

Auswirkungen durch die Veränderung der Elektronendichte:

- Beeinflussung von Reaktivität durch Erleichterung eines nucleophilen oder elektrophilen Angriffs (z.B. Erhöhung der Reaktivität bei einer A_E durch Alkylreste und Erhöhung der Reaktivität bei einer A_N an Carbonylverbindungen durch Substituenten mit -I-Effekt)
- Beeinflussung von Reaktionsverläufen durch veränderte Stabilität von Radikalen oder Carbokationen (Substituenten mit +I-Effekt wirken stabilisierend, Substituenten mit -I-Effekt destabilisierend) (z.B. Markownikoffregel bei der A_E)
- Säurestärke: Substituenten mit -I-Effekt in der Nähe der $-\text{COOH}$ -Gruppe sorgen dafür, dass durch den Elektronenzug die Bindung zum aciden H-Atom stärker polarisiert ist und damit das Proton leichter abgespalten wird, der Stoff hat durch diesen Substituenten also eine höhere Säurestärke. Substituenten mit +I-Effekt verringern die Säurestärke.
- Beeinflussung der Reaktivität und der Stellung bei der Zweitsubstitution an Aromaten

Mesomere Effekte wirken im π -Elektronensystem der Verbindung. Substituenten, die durch Mesomerie **Elektronen aufnehmen** können, haben einen elektronenziehenden Effekt (**-M-Effekt**). Substituenten, die durch Mesomerie **Elektronen abgeben** können, haben einen elektronenschiebenden Effekt (**+M-Effekt**). Diesen Effekt kann man anhand von mesomeren Grenzstrukturen zeigen.

Substituenten mit +M-Effekt sind Substituenten, die meist **freie Elektronenpaare** besitzen, wie z.B. O^- , Halogenatome, $-\text{NR}_2$, $-\text{OR}$,...

Substituenten mit -M-Effekt besitzen meist **Doppel- oder Dreifachbindungen**, wie z.B. $-\text{CN}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{COR}$,...

Induktive und mesomere Effekte können entgegengesetzt wirken (z.B. bei den Halogenatomen), meist überwiegt dann einer der beiden Effekte.

Auswirkungen durch die Veränderung der Elektronendichte:

- Beeinflussung der Reaktivität (z.B. Erschwerung des nucleophilen Angriffs bei A_N an Carbonylverbindungen mit Substituenten mit +M-Effekt)
- Beeinflussung von Reaktionsverläufen (insbesondere bei der Zweitsubstitution am Aromaten)
- Beeinflussung der Säurestärke von aciden Verbindungen durch Mesomeriestabilisierung des entstehenden Anions. (z.B. Nitrophenol ist stärker sauer als Phenol)

ⁱ Bei Alkylgruppen liegt die Ursache nicht in der EN-Differenz, sondern an der Hyperkonjugation von Hybridorbitalen. Wer das Orbitalmodell schon kennt und es genauer wissen möchte, kann hier nachlesen: <http://www.u-helmich.de/che/lexikon/H/hyperkonjugation.html>