

## Mechanismus der elektrophilen Substitution am Benzol

**LEWIS-Säuren** sind Moleküle oder Ionen mit unvollständig besetzter äußerer Elektronenschale. Sie können gegenüber anderen Reaktionspartnern als *Elektronenpaar-Akzeptoren* wirken, in dem sie eine kovalente Bindung mit dem Reaktionspartner ausbilden.

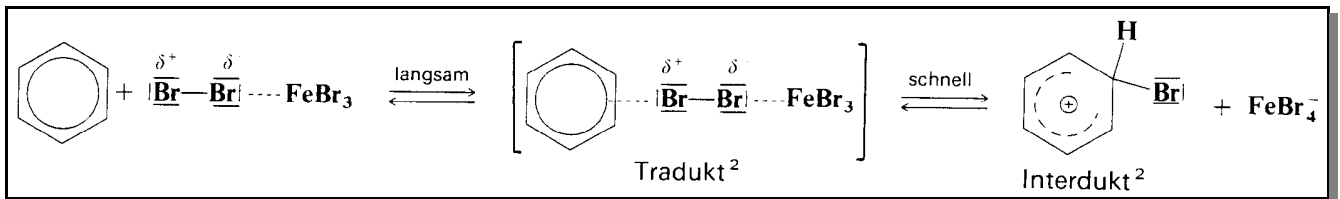
**LEWIS-Basen** sind dagegen Moleküle oder Ionen mit freien Elektronenpaaren. Sie können gegenüber anderen Reaktionspartnern als *Elektronenpaar-Donatoren* wirken, dabei kommt ebenfalls eine kovalente Bindung zustande. Das Neutralisationsprodukt aus LEWIS-Säure und -Base ist ein LEWIS-Säure-Base-Komplex.

Da der aromatische Ring eine relativ **hohe Elektronendichte** aufweist, wird er bevorzugt von einem Elektronenmangel-Teilchen ( \_\_\_\_\_ Agens) angegriffen. Deswegen ist die **typische Reaktion** aromatischer Verbindungen nicht die \_\_\_\_\_, sondern die \_\_\_\_\_.

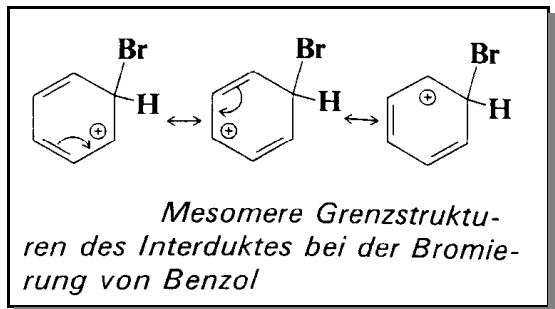
Unterstützt wird dieser Mechanismus wie bei der \_\_\_\_\_ Addition von Brom an Alkene durch Stoffe, die eine \_\_\_\_\_ des Brom-Moleküls einleiten. Diese Stoffe, sog. \_\_\_\_\_, reagieren mit dem Agens, hier Brom. Aus

Eisen und einem Teil des Broms entsteht somit \_\_\_\_\_. Die \_\_\_\_\_ verläuft in zwei Schritten:

**1. Schritt:** \_\_\_\_\_ Angriff des positiv polarisierten Brom-Atoms auf das Benzol-Molekül:

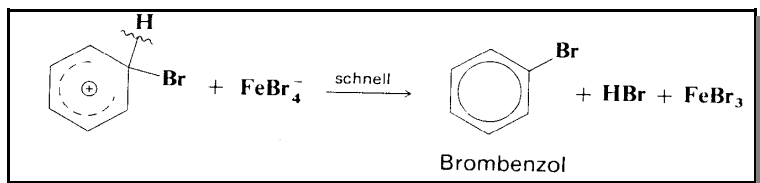


Unter Ausbildung einer Kohlenstoff-Brom-Bindung zerfällt das **Tradukt** (sog.  $\pi$ -Komplex) in ein **Carbenium-Ion** (sog.  $\sigma$ -Komplex oder Interdukt) und ein  $\text{FeBr}_4^-$ -Ion. Die \_\_\_\_\_ Ladung des Carbenium-Ions ist \_\_\_\_\_, das Ion ist \_\_\_\_\_.



**2. Schritt: Re-Aromatisierung** und Bildung von Brombenzol:

Das Carbenium-Ion spaltet ein \_\_\_\_\_ ab und es \_\_\_\_\_ entsteht ein Brombenzol-Molekül. Das \_\_\_\_\_ wird vom  $\text{FeBr}_4^-$ -Ion unter Bildung von \_\_\_\_\_ und Eisen(III)-bromid aufgenommen. Die Abspaltung des \_\_\_\_\_ führt unter Freisetzung von \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ -energie wieder zu einem stabilen aromatischen Zustand, deswegen tritt eine denkbare Addition des Bromid-Ions an das Interdukt entsprechend der Addition der Alkene nicht ein. Die Aufhebung der Mesomerie des aromatischen Systems und die \_\_\_\_\_ Spaltung des Broms-Moleküls erfordern trotz der Unterstützung durch die LEWIS-Säure im 1. Schritt der \_\_\_\_\_ Substitution eine hohe \_\_\_\_\_. Dieser **1. Schritt** ist deswegen der langsamste, \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Schritt. Die Protonenabspaltung erfolgt dann als 2. Schritt schnell, da der aromatische, nun substituierte Ring unter Energie-Abgabe zurückgebildet wird. Die Substitution ist also wegen der \_\_\_\_\_ gegenüber der Addition die bevorzugte Reaktion aromatischer Systeme.