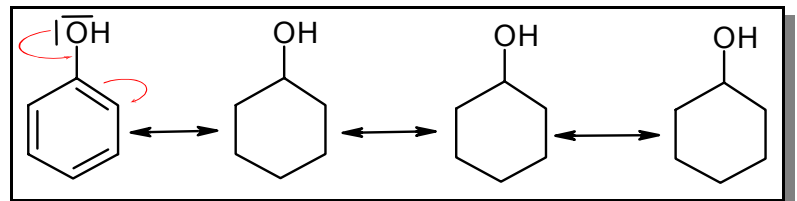


## Elektrophile aromatische Substitution am Phenol (I)

Im Vergleich zu Benzol reagiert **Phenol** sehr schnell mit wässriger Brom-Lösung  $\text{Br}_2(\text{aq})$ : Eine Reaktion tritt bereits beim Schütteln der Phenol-Brom-Lösung ein, ohne Zusatz eines Katalysators (Lewis-Säure) wie  $\text{FeBr}_3$  oder  $\text{AlBr}_3$ . Der **pH-Wert** der Lösung sinkt stark, was auf die Bildung einer \_\_\_\_\_ schließen lässt. Wie heißt sie? \_\_\_\_\_. Außerdem bildet sich ein **2. Produkt**. Wie könnte seine Struktur aussehen? Formuliere die entsprechenden **Strukturformeln!**

### Welche Wirkung hat die Hydroxy-Gruppe auf den aromatischen Ring?

Um das herauszufinden, müssen die **nicht-bindenden freien Elektronenpaare** des Sauerstoffatoms in die Elektronenverteilung des Rings miteinbezogen werden.



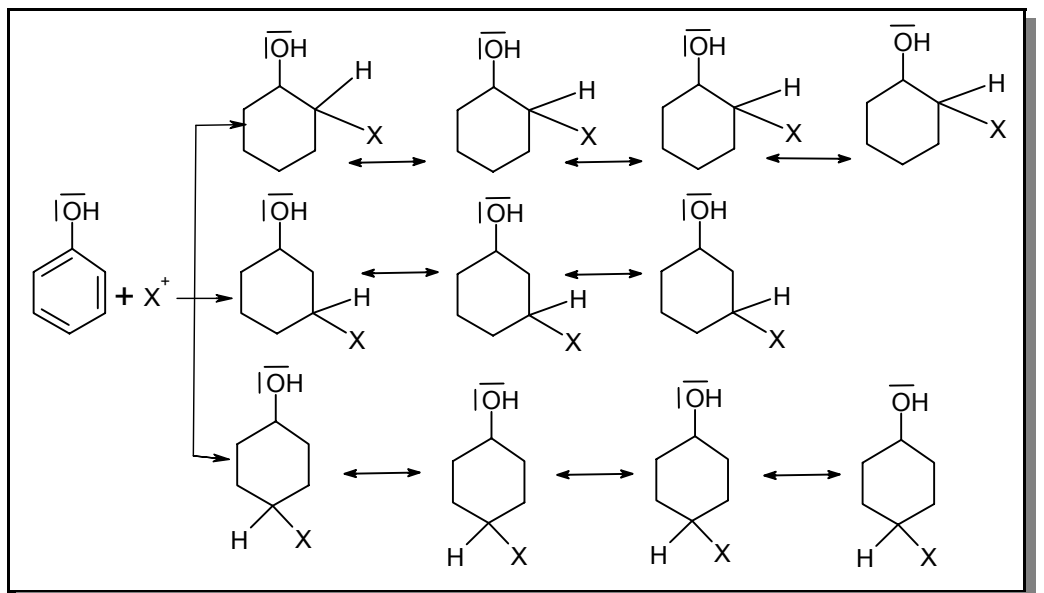
### Arbeitsauftrag: Formuliere die Elektronenverteilung im Ring durch Einbeziehung der Elektronenpaare des Sauerstoffatoms!

Durch die Einbeziehung der Elektronenpaare des O-Atoms wird die Elektronendichte im Ring \_\_\_\_\_. Die Hydroxy-Gruppe \_\_\_\_\_ also den Phenyl-Ring. Wegen der Einbeziehung freier nichtbindender Elektronenpaare in die Mesomerie bzw. Resonanz des Phenyl-Restes nennt man diesen Effekt den \_\_\_\_\_ Effekt. Ein Substituent, der die Ladung im Ring verstärkt, übt dabei einen \_\_\_\_\_-Effekt aus, einer, der die Ladung verringert, einen \_\_\_\_\_-Effekt. Zwar übt die OH-Gruppe wegen der großen Elektronegativität des O-Atoms (EN-Wert von Sauerstoff: \_\_\_\_\_) auch einen \_\_\_\_\_-Effekt aus, aber der \_\_\_\_\_-Effekt überwiegt den \_\_\_\_\_-Effekt.

Durch den \_\_\_\_\_-Effekt wird auch das kationische Interdukt = Carbenium-Ion bei der elektrophilen Zweit-Substitution stabilisiert.

### Arbeitsauftrag: Vervollständige die mesomeren Grenzstrukturen des Interdukts!

Dabei entstehen bei der o- und p-Substitution wieder Grenzstrukturen mit einem hohen Anteil am Resonanzhybrid, weil die positive Ladung auch vom \_\_\_\_\_ übernommen wird und



somit Strukturen mit konjugierten Doppelbindungen entstehen. Dagegen zeigt die \_\_\_\_\_ nur drei Grenzstrukturen auf, die keine konjugierten Doppelbindungen zeigen. Infolgedessen ist die Aktivierungsenergie zur Bildung der \_\_\_\_\_ Substitutionsprodukte geringer, die Interdukte sind stabiler und daher die \_\_\_\_\_ zu ihrer Bildung größer.

**Lösungswörter:** Reaktionsgeschwindigkeit, Säure, mesomer, -M, +M, -I, +I, erhöht, Sauerstoffatom, aktiviert, m-Substitution o-/-Substitution;