

## Die HÜCKEL-Regel

Nicht nur Benzol und die direkten Benzol-Derivate wie Toluol, Phenol etc. gehören zu den Aromaten, sondern auch viele andere Verbindungen, die teilweise nur entfernt aussehen wie Benzol.

Galt früher der „aromatische Geruch“ als Kriterium für die Zugehörigkeit einer organischen Verbindung zu den Aromaten, ist heute die **Mesomerieenergie** das wichtigste Kriterium (siehe Arbeitsblatt 5.3-B und 5.3-C).

Nach der von Erich HÜCKEL (1896-1980) um 1930 aufgestellten Regel (HÜCKEL-Regel), ist eine Verbindung dann aromatisch, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

### 1. Das Molekül ist ringförmig.

Dabei ist es egal, ob der Ring aus 3, 4, 5, 6, 7 oder mehr Atomen besteht. Es ist auch egal, ob es sich um C-Atome oder um andere Atome (beispielsweise N, S oder O) handelt.

### 2. Alle Atome des Ringes sind $sp^2$ -hybridisiert.

Entscheidend ist hier, dass jedes Ring-Atom ein  $p_z$ -Orbital zur Verfügung stellt, in dem sich  $\pi$ -Elektronen aufhalten können. In diesem System aus  $p_z$ -Orbitalen darf keine Lücke sein. Ein  $sp^3$ -hybridisiertes Atom würde zum Beispiel eine solche Lücke erzeugen, weil es kein  $p_z$ -Orbital zur Verfügung stellt.

### 3. Der Ring ist planar.

Das heißt, alle Atome des Ringes liegen in einer Ebene. Auf diese Weise können die  $p_z$ -Orbitale der Ringatome überlappen.

### 4. Die Anzahl der $\pi$ -Elektronen in dem Ringsystem gehorcht der Regel $(4n + 2)$ .

Für Benzol hat  $n$  also den Wert 1, für Naphthalin den Wert 2. Ein Ring aus 8 C-Atomen mit 4 Doppelbindungen hätte 8  $\pi$ -Elektronen, die Zahl 8 er-

füllt nicht die Bedingung  $(4n+2)$ , daher wäre diese Verbindung nicht aromatisch.

### 5. Die $\pi$ -Elektronen sind alle über den Ring delokalisiert.

Das heißt, jedes  $\pi$ -Elektron kann sich in jedem  $p_z$ -Orbital aufhalten, solange die Anzahl von 2 Elektronen pro Orbital nicht überschritten wird.

Aromatische Verbindungen, die der HÜCKEL-Regel genügen, sind sehr stabil und versuchen auch bei chemischen Reaktionen, diesen energetisch günstigen Zustand zu erhalten.

## Aufgaben

1. Erläutern Sie, wieso Toluol nur bei Belichtung mit Brom reagiert, nicht aber im Dunkeln, obwohl doch drei C=C-Doppelbindungen vorhanden sind.
2. Entscheiden Sie, ob die Verbindung Biphenyl (rechts) aromatisch ist oder nicht.
3. Eine der sechs C=C-Doppelbindungen des Biphenyls wird hydriert, so dass nur noch fünf Doppelbindungen vorliegen. Entscheiden Sie, ob das Reaktionsprodukt aromatisch ist.
4. Die Verbindung Cyclopentadien ist zwar ein Kohlenwasserstoff, kann aber trotzdem mit starken Basen unter Abgabe eines Protons reagieren. Begründen Sie, wieso das möglich ist.

