

**Alkine und sp-Hybridisierung: Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit C≡C-Dreifachbindung** C1CL



1. Ergänzen Sie die fehlenden Einträge.

1. Homologe Reihe der Alkine

Was heißt der Begriff „**homologe Reihe**“, der uns bspw. schon bei den Alkanen begegnet ist? „Homolog“ bedeutet „gleichsinnig“ oder „vergleichbar“. Mit *homologer Reihe* ist die Gruppe von Vertreter einer Verbindungsklasse gemeint, deren Eigenschaften sich mit steigender Kettenlänge nur graduell ändern.

Auch die **Alkine** sind ungesättigte Verbindungen. Hier liegt mindestens eine C≡C-Dreifachbindungen vor. Die Alkine mit nur einer solchen Dreifachbindung bilden eine **homologe Reihe** mit der allgemeinen Summenformel ..... (mit  $n = 2, 3, 4, \dots$ ), die mit **Ethin** beginnt. Hier die ersten Vertreter der **1-Alkine**.

| Bezeichnung | Summenformel | (Halb-Strukturformel) |
|-------------|--------------|-----------------------|
|             |              |                       |

Die Siede- und Schmelzpunkte und die Löslichkeitseigenschaften der Alkine werden durch die ..... bestimmt. Es handelt sich um unpolare, lipophile Verbindungen. Die Siedepunkte sind nahezu identisch mit denen der n-Alkane.

2. Vermischung vom s- mit einem p-Orbital: sp-Hybridisierung

[alternativ zum Text]: Lernvideo : ca. 6 min. *Chemie simpleclub: Kohlenstoff | sp-Hybridisierung (Orbitalmodell):* <https://youtu.be/uFfHrFWO7Lo>



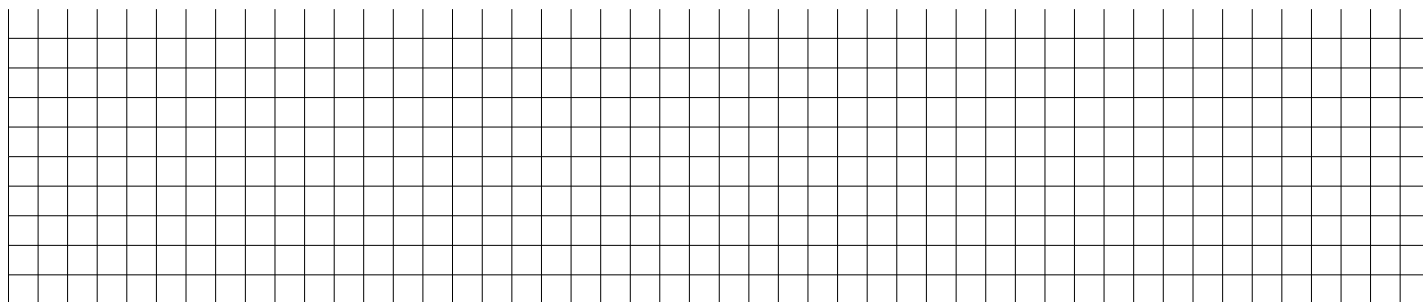
Wie bei den anderen Hybridisierungen kann man auch hier, die **Promovierung (energetische Anregung durch Elektrensprung)** gedanklich abtrennen und der eigentlichen Vermischung vorantstellen. Die Promovierung erklärt die Vierbindigkeit des C-Atoms: Entsprechend der **HUNDSCHEN REGEL** werden die p-Atomorbitale erst einzeln besetzt. So resultiert zwangsläufig die Maximalanzahl an bindungsbereiten einfach besetzten Orbitalen.



FRIEDRICH HUND, 1896-1997, geboren und zeitweise gewohnt in KA, Friedenstr. 28

Bei der sp-Hybridisierung vermischen sich das 2s-AO und ein 2p-AO. Die Anzahl der Orbitale muss bei Hybridisierungen erhalten bleiben. Es entstehen hier also zwei sp-Hybridorbitale. Ihre Energie entspricht dem energetischen Mischwert eines s-AO und eines p-AO. Zwei p-Atomorbitale bleiben bestehen.

Abb. 2.1. Energiediagramm der C-Orbitale der Valenzschale, gedanklich zerlegt in Promovierung und anschließender Vermischung.



3. Bindungsmodell des Ethins (Acetylen)

Die beiden sp-Hybridorbitale sind stark ausladend und können deshalb große **Überlappungsintegrale** mit anderen Orbitalen ausbilden. Es entstehen deshalb starke Bindungen. Die Form eines sp-HO ähnelt dem der anderer Hybridorbitale, nur ist der Restaufenthaltbereich auf der anderen Seite noch kleiner. Die Orbitale sind noch stärker in eine Raumrichtung ausgerichtet.

Schon durch das ..... wissen wir, dass zwei Elektronenpaare um ein Zentralteilchen zu einem linearen Bau führen. Zum gleichen Ergebnis kommt die *sp-Hybridisierung*. Die beiden Hybridorbitale stehen im 180°-Winkel zueinander.

Die **sigma-Bindung (σ)** zwischen den beiden C-Atomen des Ethins kommt durch die Überlappung von zwei ..... zustande. Die Überlappung der jeweils verbleibenden Hybridorbitalen mit den ..... der H-Atomen führt zu den weiteren .....-Bindungen (C-H). Alle vier Atome befinden sich auf einer Geraden. Jedem C-Atom verbleiben ..... einfach besetzte ..... Sie sind jeweils im 90°-Winkel zum sp-Hybridorbital angeordnet. Da die C-Atome aufgrund des großen Überlappungsbereichs sich sehr nahe kommen, können zwei p-AO untereinander überlappen. Dabei entsteht zwei .....-Bindungen zwischen den beiden C-Atomen

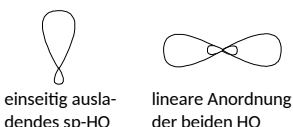


Abb. 3.1: sp-Hybridorbitale

## 3.1 Bindungsmodell des Ethins (Acetylen)

## 4. Charakteristika der Dreifachbindung zwischen zwei C-Atomen

Aus der Tab. 4.1 (siehe rechts) kann man schlussfolgern, dass die dritte Bindung (2.  $\pi$ -Bindung) zwischen den C-Atomen deutlich instabiler ist, als die zweite Bindung (1.  $\pi$ -Bindung) oder gar der ersten Bindung ( $\sigma$ -Bindung). Zur Spaltung der 2.  $\pi$ -Bindung werden nur ..... benötigt, zur Spaltung der ersten  $\pi$ -Bindung immerhin schon ..... Im Vergleich zu den Alkenen oder gar den Alkanen sind die Alkine sehr reaktiv. Angriffspunkt für die Stoffumwandlungen ist dabei die Dreifachbindung mit ihrer ausgedehnten  **$\pi$ -Elektronenwolke**.

Aufgrund der  $\pi$ -Bindungen ist die freie Drehbarkeit entlang der Bindungsachse auch bei Dreifachbindungen nicht gegeben. Anders als bei den Alkenen mit der Doppelbindung resultiert hier allerdings **keine** E-Z-Isomerie (cis-trans-Isomerie). Grund ist der lineare Bau, der verschiedene räumliche Konfigurationen nicht zulässt.

## 5. Nomenklatur der Alkene

Die Nomenklatur der Alkine fügt sich nahtlos in die der (Halogen-)Kohlenwasserstoffe ein. Es gelten die dortigen Regeln, nur dass im *Stammnamen* die Lage der Doppelbindung angegeben und mit **-in** beendet wird. Die Mehrfachbindung hat bei der Nummerierung der Hauptkette Vorrang gegenüber allen anderen Substituenten (vgl. Abb. 5.1). Bei ansonsten gleichen Lokanten, hat die **Doppel-** auch gegenüber der Dreifachbindungen Vorrang. (vgl. Abb. 5.1)

Bei mehreren Dreifachbindungen gibt man Lage und Anzahl im oder vor dem Stammnamen an, z.B. ....**diin** oder ...**triin**. Solche Verbindungen sind allerdings extrem selten.

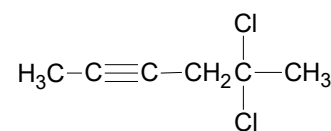
Im Vergleich zu allen anderen Alkinen hat Ethin eine herausragende Bedeutung, weil es aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen als Schweißgas benutzt wird. Hier ist international auch der Trivialname **Acetylen** geläufig.

5.1 Geben Sie systematische Namen und Strukturformel (+ Skelettformel) an.

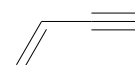
a) Cyclohexin    b) alle verzweigten Hexine    c) (3Z)-Pent-3-en-1-in

|              | Bindungsenergie ( $\Delta H$ ) | Bindungslänge (d) |
|--------------|--------------------------------|-------------------|
| C-C          | 348 kJ/mol                     | 154 pm            |
| C=C          | 614 kJ/mol                     | 134 pm            |
| C $\equiv$ C | 839 kJ/mol                     | 120 pm            |

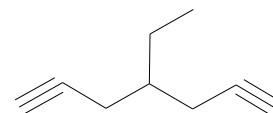
Tab. 4.1: Typische Bindungsparameter



5,5-Dichlorhex-2-in



But-1-en-3-in



4-Ethylhepta-1,6-diin

Abb. 5.1: Beispiele für die Nomenklatur