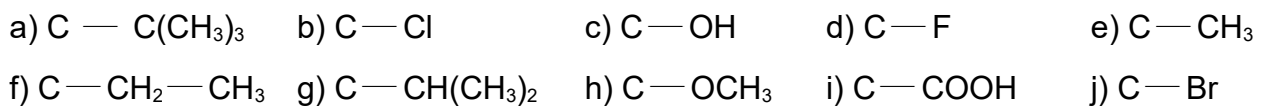


## 1. Induktive Effekte

Je nach Elektronegativität eines Substituenten kann er die Elektronendichte am C-Atom erniedrigen oder erhöhen. Das C-Atom selbst, kann seinerseits wiederum Elektronendichte von anderen anhängenden Gruppen abziehen oder Elektronendichte weiterreichen.

Halogene und Sauerstofffunktionen an einem C-Atom besitzen eine elektronenziehende Wirkung, sie erniedrigen die Elektronendichte des C-Atoms. Sie besitzen damit einen **negativen induktiven Effekt (-I-Effekt)**. Alkyl-Substituenten, erhöhen die Elektronendichte eines Kohlenstoffatoms und besitzen damit einen positiven induktiven Effekt (**+I-Effekt**).

1.1a). Welche der folgenden Substituenten besitzen ein +I-Effekt oder ein -I-Effekt auf das angegebene C-Atom. Zeichnen Sie dies mit Pfeil ein.



1.1 b) Sortieren Sie die -I-Substituenten nach steigender Stärke des negativen induktiven Effekts. Erstellen Sie dabei jeweils eine separate Liste für sauerstoffhaltige und sauerstofffreie Substituenten.

1c) Sortieren Sie die +I-Substituenten nach steigender Stärke des positiven induktiven Effekts.

## 2. Acidität der Carbonsäuren (Alkansäuren)

2.1 Die Carboxylgruppe neigt zur Protonenabspaltung. Sie ist also acide. Formulieren Sie die Protolyse-Reaktion in Wasser in Strukturformeln.

Für die Acidität gib es zwei Gründe:

- Der -I-Effekt des Carbonyl-O-Atoms polarisiert das C-Atom positiv. Das positiv polarisierte C-Atom zieht nun selbst, den Gesetzen der Elektrostatik folgend, Elektronendichte von der anderen anhängenden Gruppe ab. In diesem Fall wird die Elektronendichte von der Bindung zum O der Hydroxyl-Gruppe abgezogen. Dieses wiederum zieht Bindungselektronen von der Bindung zum H ab: Die O-H-Bindung wird durch diese Effekte letztendlich noch polarer, als die Elektronegativitätsdifferenz erwarten lässt. Dies führt dazu, dass die OH-Bindung leicht *heterolytisch* gespalten werden kann. Während die Hydroxylgruppe von Alkoholen kaum die Tendenz zeigt, H<sup>+</sup> abzugeben, sind Carbonsäuren sauer.

Schema (Strukturformel mit induktiven Pfeilen):

2. Das entstehende Säurerestion (Carboxylation) kann seine negative Ladung durch Mesomerie (Resonanz) über die beiden O-Atome der Carboxylgruppe delokalisieren. Jedes O-Atom trägt 0,5 Ladungen, die beiden C=O-Bindungen sind 1,5-fach-Bindungen. Mesomere Grenzformeln des Carboxylations:

Eine solche **Delokalisation von Ladungen** ist energetisch günstiger als *lokalisierte Ladungen*, weil hier die überschüssige Elektronendichte gleichmäßiger verteilt wird. Die Ausbildung entsprechender Strukturen ist deshalb energetisch leichter möglich. Bei Alkoholen gelingt die Protonenabspaltung aus der Hydroxylgruppe nur mit extrem starken Basen. Hier fehlen entsprechende induktive Effekte. Weiterhin wird das Alkoholat-Ion auch nicht über Mesomerie stabilisiert, die negative Ladung ist nur auf das O-Atom lokalisiert.

Halogenierte Derivate der Carbonsäuren

3. Ergänzen Sie die Strukturformeln. Erklären Sie die Säurestärke.

Monochlorethansäure	Dichlorethansäure	Trichlorethansäure

zunehmende Säurestärke

**Erklärung:** .....

.....

.....

4. Ordnen Sie folgende Moleküle nach steigender Säurestärke (Acidität). *Propansäure, 2-Brompropansäure, 3-Brompropansäure, Propanol, 2-Chlorpropansäure, 2,2-Dichlorpropansäure, Butansäure*