

## **P Station 1: Darstellung der Carbonsäuren**

Carbonsäuren lassen sich durch Oxidation der entsprechenden Aldehyde darstellen. Die Oxidation der Aldehyde kann in einem Versuch mit heißem Kupferoxid im Abzug durchgeführt werden.

### **Versuch:**

- + Geben Sie in ein kleines Becherglas soviel Aldehyd, dass der Boden des Glases gut bedeckt ist (ca. 5 ml).
- + Erhitzen Sie nun in der Bunsenbrennerflamme ein blankes Kupferblech, bis es sich schwarz verfärbt, d. h. bis Kupferoxid entsteht.
- + Dieses noch heiße Kupferblech tauchen Sie in das bereitgestellte Becherglas mit Acetaldehyd.
- + Das benutzte Kupferblech mit Papier abwischen und anschließend mit Schmirgelpapier blank putzen!

## P Station 2: Das Verhalten von Essigsäure in Wasser

Die Leitfähigkeit der Essigsäure in verschiedenen Verdünnungen kann durch ein spezielles **Leitfähigkeitsmessgerät** ermittelt werden.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen Abstand und Eintauchtiefe der Elektroden sowie die **Temperatur** bei den einzelnen Messungen gleich sein.

Die beiden ersten Bedingungen werden dadurch eingehalten, dass im Messstab des Leitfähigkeitsmessgeräts beide Elektroden fixiert sind.

Essigsäure und destilliertes Wasser weisen Zimmertemperatur auf.

Die Messung erfolgt in Siemens [S].

Hinweis:

- + Die Leitfähigkeit ist umso größer, je höher die Konzentration der Ionen der Lösung ist.

### **Wichtig:**

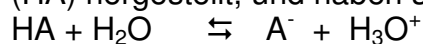
Bei jeder Messung ~ 1 Minute warten, bis sich das Protolyse-Gleichgewicht eingestellt hat.

### **Durchführung:**

- + Geben Sie 15 ml reine Essigsäure (Eisessig) in ein trockenes, großes Reagenzglas und messen Sie die Leitfähigkeit.
- + Entnehmen Sie die Elektrode.
- + Pipettieren Sie zu den 15 ml Essigsäure 1,5 ml destilliertes Wasser, schütteln Sie und messen Sie die Leitfähigkeit.
- + Entnehmen Sie die Elektrode.
- + Geben Sie wieder 1,5 ml destilliertes Wasser zu, schütteln und messen erneut!
- + Wiederholen Sie diesen Vorgang insgesamt fünfmal.

### **Der Protolysegrad $\alpha$ :**

- + Wird von einer schwachen Säure HA eine wässrige Lösung der Ausgangskonzentration  $c_0$  (HA) hergestellt, und haben sich nach der Einstellung des Gleichgewichts



$\text{A}^-$ -Teilchen der Konzentration  $c(\text{A}^-)$  gebildet, so nennt man

den Quotienten  $c(\text{A}^-)/c_0(\text{HA})$  den Protolysegrad  $\alpha$  der Säure HA.

$$\alpha = \frac{c(\text{A}^-)}{c_0(\text{HA})}$$

### **Ostwald-Verdünnungsgesetz:**

- + Der Protolysegrad  $\alpha$  kann nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen.  
Mit zunehmender Verdünnung, d. h. mit abnehmender Ausgangskonzentration  $c_0$  nimmt  $\alpha$  zu und strebt gegen 1.
- +  $\alpha = 1$  bedeutet vollständige Protolyse (Säure-Base-Reaktion) der Säure und ist bei allen sehr starken Säuren gegeben.

## P Station 3: Die Löslichkeit verschiedener Carbonsäuren

Sie sollen in dieser Versuchsreihe die Löslichkeit verschiedener Carbonsäuren in zwei verschiedenen Lösungsmitteln untersuchen:

- + in Wasser und
- + in Benzin (gesundheitsschädlich, Xn, leichtentzündlich, F)

### Durchführung:

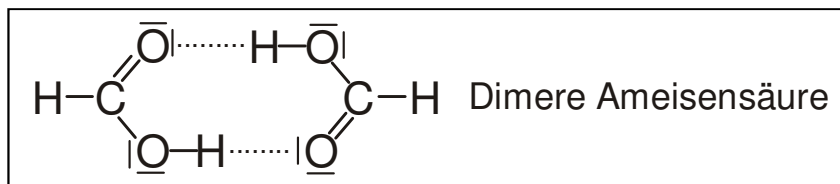
- + Geben Sie in je ein Reagenzglas 1 ml Wasser bzw. 1 ml Benzin.
- + Fügen Sie jeweils etwas Carbonsäure (einige Tropfen bzw. eine kleine Spatelspitze) hinzu.
- + Verschließen Sie das Reagenzglas mit einem Stopfen (nur bei Stearinsäure), schütteln Sie und bestimmen Sie die Löslichkeit.
- + Der Versuch wird mit folgenden Carbonsäuren durchgeführt:

Essigsäure	(ätzend, C)	Siedetemperatur 118 °C
Propansäure	(ätzend, C)	Siedetemperatur 141 °C
Hexansäure (C 6)	(ätzend, C)	Siedetemperatur 205 °C
Stearinsäure (C18)	(reizend, Xi)	Siedetemperatur 376 °C

### **Information:**

- + Bemerkenswert ist, dass Carbonsäuren im festen und flüssigen Zustand sowie in unpolaren Lösungsmitteln als dimere Moleküle vorliegen.

Bildung von Doppelmolekülen, dergestalt, dass zwei Carbonsäuremoleküle zwei stabile Wasserstoffbrücken miteinander bilden.

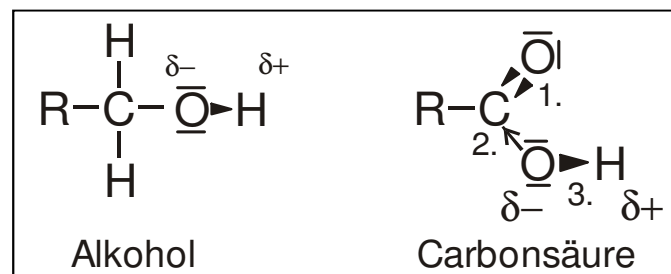


## P Station 4: Warum sind Carbonsäuren sauer?

- + Carbonsäuren sind Säuren.
  - Sie sind in der Lage in wässriger Lösung  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen zu bilden.
  - Hierbei geben die Carbonsäuren das Proton in der Carboxylgruppe ab.
  - Dieses lässt sich relativ leicht abspalten, während aus der OH-Gruppe der Alkohole eine solche Abspaltung kaum möglich ist.
  - Die leichte Abspaltbarkeit des Protons muss daher mit der Nachbarschaft des Sauerstoffs der Carbonylgruppe zusammenhängen.

### Induktiver Effekt:

- + Besonders von G. N. Lewis und Sir C. Ingold erarbeitetes Konzept, das die Einflüsse zu erfassen sucht, die elektropositive oder -negative Substituenten in organischen Molekülen auf die Reaktivität ausüben.
- + Ersetzt man in einer C–H-Bindung den Wasserstoff durch ein Atom oder eine Atomgruppe, so wird die Elektronendichte am Kohlenstoffatom in Abhängigkeit von der Elektronegativität des Substituenten verändert. Dies bezeichnet man als induktiven Effekt. Elektronegative Substituenten wirken elektronenziehend und erniedrigen dadurch die Elektronendichte, d. h. sie haben einen **– I-Effekt**. Alkylgruppen und Metallatome wirken elektronenschiebend, erhöhen also die Elektronendichte, d. h. besitzen einen **+ I-Effekt**.
- + Der Sauerstoff der Carbonylgruppe in der Carboxylgruppe ist stark elektronegativ und zieht die beiden Bindungselektronenpaare auf seine Seite (1. in Abb. unten)
  - Dieser Elektronenzug wirkt sich auch auf benachbarte Bindungen aus (2. und 3.)
  - I-Effekt der CarbonylgruppeDurch diesen wird die Polarität der O–H-Bindung verstärkt, so dass sie leichter heterolytisch gespalten werden kann, wobei ein Proton an den Reaktionspartner abgegeben wird.



## P Station 5: Die Stärke verschiedener Säuren

Diese Station soll deutlich machen, durch welche Faktoren die Stärke einer Carbonsäure beeinflusst wird.

Es stehen folgende **0,1 molare** Säurelösungen zur Verfügung:

Ameisensäure	(ätzend, C)
Essigsäure	(ätzend, C)
Propansäure	(ätzend, C)
Chlorethansäure	(giftig, T, umweltgefährlich, N)

1. Bestimmen Sie die pH-Werte dieser Lösungen mit Hilfe eines pH-Meters. Erläutern Sie die Ergebnisse.  
Wichtig: Die Einstabmesskette nach jeder Messung mit destilliertem Wasser abspülen und trocknen!
2. Bearbeiten Sie als „Hausaufgabe“ die Tabelle des Arbeitsblattes zu dieser Station.

### **Hinweis:**

Um die Ergebnisse deuten zu können, benötigen Sie folgende Information:

<b>+ I-Effekt</b>	<b>- I-Effekt</b>
<b>Alkylgruppen</b> z. B. Methyl-, Ethylgruppe etc.	<b>Halogene</b>
	<b>Hydroxylgruppe</b>
bereits vorhandenes Carboxylation	<b>Carbonylgruppe</b>
	<b>Carboxylgruppe</b>
	Doppelbindung

- + Ein zusätzlicher **- I-Effekt** führt zu einer Erhöhung der Säurestärke!
- + Ein **+ I-Effekt** führt zu einer Verminderung der Säurestärke!

## P Station 6: Siedepunkte der Carbonsäuren im Vergleich

**Tabelle 1**

Substanz	Molekülmasse	Siedetemperatur [°C]
Ethansäure	60	118
Propansäure	74	141
Butansäure	88	162,5
Pentansäure	102	187

Begründen Sie die unterschiedlichen Siedepunkte.

**Tabelle2**

Substanz	Molekülmasse	Siedetemperatur [°C]
Propanal	58	49
1-Propanol	60	97
Essigsäure	60	118
Butan	58	- 0,5

Trotz ähnlicher Molekülmassen sind hier große Unterschiede.

Begründen Sie die unterschiedlichen Siedepunkte.

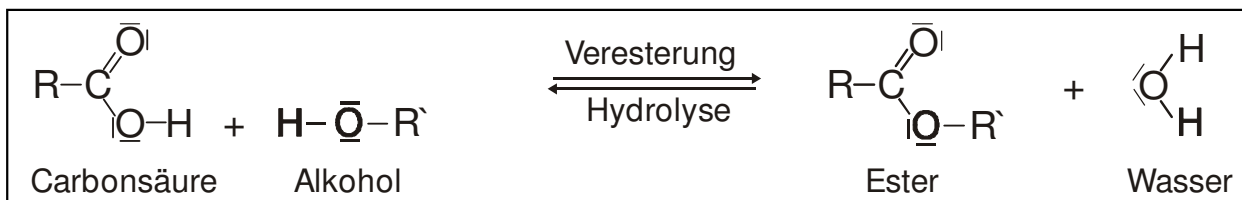
## **P Station 7: Nomenklatur wichtiger Carbonsäuren**

Ergänzen Sie die Lücken auf Ihrem Arbeitsblatt!

## P Station 8: Reaktionen der Carbonsäuren mit Alkoholen

### Carbonsäureester

Die Bildung der Carbonsäureester verläuft vereinfacht nach folgendem Schema:



Benennung eines Esters:

Name der Carbonsäure + Restname des Alkohols + Endung –ester

Beispiel: Säure: Essigsäure, Alkohol: Methanol

Ester: Essigsäure-methyl-ester

### Versuch:

In einem Reagenzglas werden eine Carbonsäure und ein Alkohol in den in der Tabelle angegebenen Mengen gemischt. Dann pipettiert man 1 ml konzentrierte Schwefelsäure (**VORSICHT !!**) hinzu.

Nun wird gut gemischt und anschließend prüft man den Geruch!

Stellen Sie maximal zwei Ester her!

Säure		Alkohol		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> konz.
Essigsäure	2 ml	Octan-1-ol	2 ml	1 ml
Essigsäure	2 ml	Butan-1-ol	2 ml	1 ml
Essigsäure	2 ml	Pentan-1-ol	2 ml	1 ml
Propansäure	2 ml	Ethanol	2 ml	1 ml
Benzoessäure	1 Spatelspitze	Ethanol	3 ml	1 ml
Salicylsäure	1 Spatelspitze	Methanol	1 ml	1 ml
Propansäure	2 ml	Butan-1-ol	2 ml	1 ml
Ethansäure	2 ml	3-Methyl-1-butanol	2 ml	1 ml
Ethansäure	2 ml	1-Pentanol	2 ml	1 ml
2-Methylbuttersäure	2 ml	Hexanol	2 ml	1 ml
Zimtsäure	1 Spatelspitze	Ethanol	2 ml	1 ml



## W Station 9: Triangolon

### Arbeitsauftrag:

Schneiden Sie zunächst die Dreiecke auseinander.

Legen Sie die passenden Seiten der Dreiecke aneinander. Welche Form ergibt sich dabei?

Ergänzen Sie nun selbst an den Außenseiten die fehlenden Formeln und Namen.

