

P Station 1: Darstellung der Carbonsäuren

Ergebnis:

Das schwarze Kupferblech wird nach dem Eintauchen wieder blank.

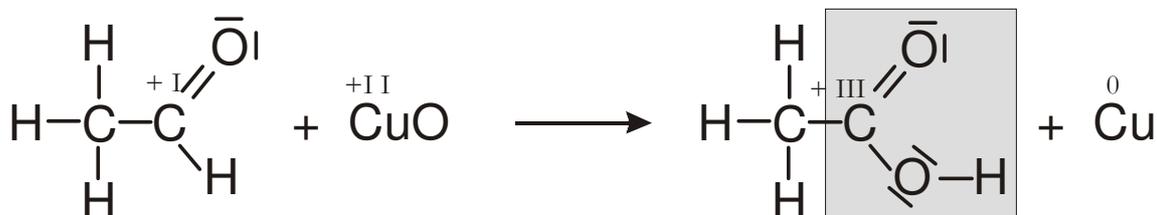
Kupferoxid wurde zu metallischem Kupfer reduziert.

Ergänzen Sie in folgender Tabelle die Lücken in der homologen Reihe der Carbonsäuren (= Alkansäuren) und geben Sie die allgemeine Summenformel in folgender Form an: C_xH_yCOOH

Anzahl der C-Atome	IUPAC-Name	Trivialname	Name der Salze	
1	Methansäure	Ameisensäure	Formiat	Methanoat
2	<i>Ethansäure</i>	Essigsäure	Acetat	Ethanoat
3	<i>Propansäure</i>	Propionsäure	Propionat	<i>Propanoat</i>
4	<i>Butansäure</i>	Buttersäure	Butyrat	<i>Butanoat</i>
5	<i>Pentansäure</i>	Valeriansäure	Valerat	<i>Pentanoat</i>
6	<i>Hexansäure</i>	Capronsäure	Capronat	<i>Hexanoat</i>
10	<i>Decansäure</i>	-	-	<i>Decanoat</i>
16	<i>Hexadecansäure</i>	Palmitinsäure	Palmitat	<i>Hexadecanoat</i>
18	<i>Octadecansäure</i>	Stearinsäure	Stearat	<i>Octadecanoat</i>

Hausaufgabe:

- + Erstellen Sie für die durchgeführte Reaktion die passende Reaktionsgleichung.
- + Geben Sie zusätzlich für alle C-Atome die zugehörigen Oxidationszahlen (OZ) an.
- + Zeigen Sie mit Hilfe der OZ, dass am ursprünglichen Carbonyl-C-Atom eine Oxidation stattgefunden hat.
- + Kennzeichnen Sie die neu entstandene **Carboxylgruppe**.



Oxidation: Oxidationszahl hat sich von + I auf + III erhöht!!

P Station 2: Das Verhalten von Essigsäure in Wasser

Messung Nr.	Lösung	Leitfähigkeit
1	15 ml Essigsäure (Eisessig)	0 μS
2	15 ml Essigsäure + 1,5 ml H ₂ O dest.	15 μS
3	15 ml Essigsäure + 3,0 ml H ₂ O dest.	74 μS
4	15 ml Essigsäure + 4,5 ml H ₂ O dest.	171 μS
5	15 ml Essigsäure + 6,0 ml H ₂ O dest.	265 μS
6	15 ml Essigsäure + 7,5 ml H ₂ O dest.	381 μS

Protolysegleichung:



Beobachtung:

Mit zunehmender Verdünnung der Essigsäure nimmt die Leitfähigkeit zu.

Erklärung:

Da nach dem Ostwaldschen Verdünnungsgesetz der Protolysegrad α mit zunehmender Verdünnung zunimmt, steigt die Konzentration der Ionen und damit auch die Leitfähigkeit.

P Station 3: Die Löslichkeit verschiedener Carbonsäuren

Säure	Löslichkeit in Wasser	Löslichkeit in Benzin
Essigsäure	<i>gut löslich</i>	<i>gut löslich</i>
Propansäure	<i>löslich</i>	<i>gut löslich</i>
Hexansäure	<i>sehr wenig löslich</i>	<i>löst sich vollständig</i>
Octadecansäure	<i>unlöslich</i>	<i>löst sich vollständig</i>

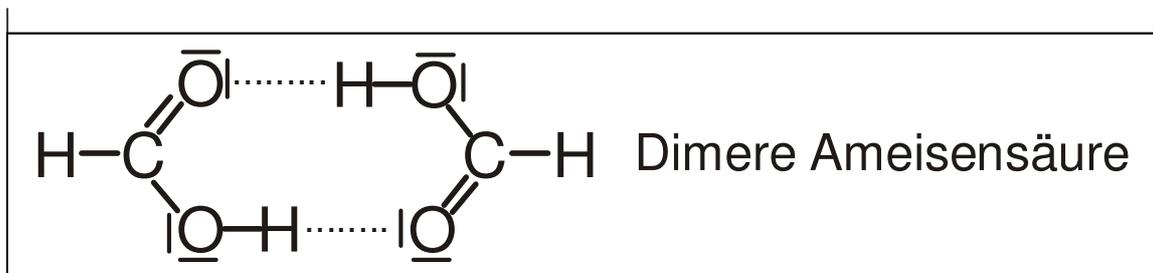
Erklärung:

in Wasser:

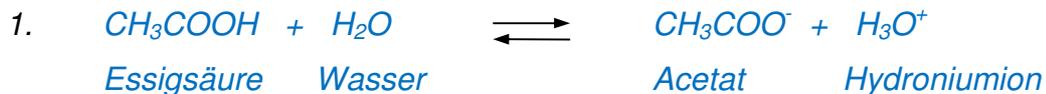
⇐ *Kurzkettige Carbonsäuren (bis 4 C-Atome) gut löslich, da Einfluss der polaren Carboxylgruppe überwiegt (Ausbildung von H-Brücken!!); Einfluss des unpolaren Restes bleibt noch klein, da kurz!*

in Benzin:

⇐ *Alle Carbonsäuren löslich, da:*
lange Carbonsäuren mit ihrem langen, unpolaren Rest über Van-der Waals-Kräfte mit den unpolaren Benzinmolekülen in Wechselwirkung treten können; polare Carboxylgruppe im Verhältnis unbedeutend
kurze Carbonsäuren sog. Dimere bilden, die nach außen unpolar sind.



P Station 4: Warum sind Carbonsäuren sauer?



2. **der – I-Effekt der Carbonylgruppe:**

– I-Effekt = induktiver Effekt = Elektronenzug; d. h. Atome eines Moleküls bewirken aufgrund ihrer Elektronegativität einen Elektronenzug zu sich hin.

Der induktive Effekt der Carbonylgruppe der Essigsäure bewirkt, dass die Bindungselektronen zwischen Sauerstoff und Wasserstoff in der OH-Gruppe der Säure verstärkt zum Sauerstoff hin verschoben werden.

Hierdurch wird die Polarisierung stärker und der Wasserstoff lässt sich als Proton (H^+) leichter abspalten. Dieser induktive Effekt fehlt bei Ethanol, also lässt sich das Proton an der OH-Gruppe nicht so leicht abspalten und d. h. Ethanol ist eine derart schwache Säure, dass es gegenüber Wasser sein H^+ nicht abgibt!

P Station 5: Die Stärke verschiedener Säuren

Versuchsergebnisse:

Säure	Strukturformel	pH-Wert
Ameisensäure	HCOOH	1,9
Essigsäure	CH ₃ COOH	2,3
Propansäure	CH ₃ -CH ₂ -COOH	2,5
Chlorethansäure	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O}^- \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array} $	1,5

Schlussfolgerung:

Chlorethansäure ist die stärkste Säure im Vergleich zu den anderen drei.

Sie ist stärker als Ethansäure, weil Chlor einen -I-Effekt ausübt, der zu einer noch stärkeren Polarisierung der OH-Gruppe führt, so dass noch leichter ein Proton abgespalten wird.

Die Säurestärke nimmt von Ameisensäure zu Propansäure ab.

Verantwortlich hierfür ist der +I-Effekt der Alkylgruppe. Je länger die Alkylgruppe, desto stärker der Elektronenschub. Dadurch wird dann die Polarisierung der OH-Gruppe schwächer, sodass das Proton weniger leicht abgespalten wird.

Säureart	stärkste Säure davon	Grund	Beispiel mit pK _S -Werten
Mono-alkansäuren	je kürzer der Alkylrest, desto stärker die Säure	+ I-Effekt der Alkylreste	Methansäure 3,77
			Ethansäure 4,76
			Propansäure 4,88
			2,2 Dimethylpropansäure 5,05
Halogen-alkansäuren	je mehr Halogen-substituenten desto stärker die Säure	- I-Effekt der Halogene	Monojodethansäure 3,13
			Monochlorethansäure 2,81
			Monofluorethansäure 2,66
	je höher die EN der Substituenten, desto stärker die Säure		Monobromethansäure 2,87
			Dichlorethansäure 1,29
			Trichlorethansäure 0,08
	je näher die Substituenten an der Säuregruppe, desto stärker die Säure		3 – Chlorbutansäure 4,06
			4 – Chlorbutansäure 4,52
2 – Chlorbutansäure 2,84			
Keto-alkansäuren	je näher die Ketogruppe an der Säuregruppe, ..	DB leicht polarisierbar - I-Effekt	2 – Ketopropansäure (= Brenztraubensäure) 2,50
Hydroxy-alkansäuren	je näher die Hydroxygruppe an der Säuregruppe, ..	- I-Effekt	2-Hydroxypropansäure (= Milchsäure) 3,90
Di-alkansäuren	je näher beide Säuregruppen zueinander stehen, ..	+ I-Effekt der Alkylgruppe und Carboxylatgruppe	Ethandisäure 1,46 4,40
			Propandisäuren 2,83 5,85
			Butandisäure 4,17 5,64
			Hexandisäure 4,42 5,41

P Station 6: Siedepunkte der Carbonsäuren im Vergleich

Tabelle 1

Die Länge der Kohlenstoffkette nimmt von Ethansäure zu Pentansäure zu, damit nimmt auch die Elektronenzahl zu. Hierdurch werden die vdW-Kräfte im hydrophoben Teil der Kette größer und damit steigt die Siedetemperatur. Die Steilheit des Anstieges nimmt ab, da der Einfluss der polaren Carboxylgruppe mit der Kettenlänge abnimmt.

Tabelle 2

Butan besitzt den niedrigsten Siedepunkt:

- + *ist ein vollkommen unpolares Molekül
Zwischen den Butanmolekülen wirken ausschließlich die relativ schwachen Van-der-Waals-Kräfte.*

Propanal siedet höher als Butan:

- + *Die Carbonylgruppe ist polarisiert; der Sauerstoff trägt eine negative Teilladung, der Kohlenstoff eine positive.
Die Ausbildung von Dipol-Dipol-Kräften ist möglich, sind stärker als die Van-der-Waals-Kräfte
Die Moleküle werden stärker zusammengehalten → höhere Siedetemperatur*

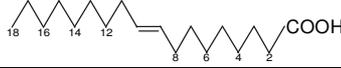
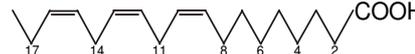
1-Propanol siedet höher als Propanal:

- + *Auch bei Propanol liegt eine Polarisierung vor; wieder ist der Sauerstoff negativ polarisiert; positiv ist hier aber der Wasserstoff polarisiert.
Die Polarisierung zwischen O und H ist stärker als zwischen O und C.
Zwischen Propanol-Molekülen können die starken H-Brücken ausgebildet werden.
Alkohole sieden höher als Alkanale vergleichbarer Molekülmasse.*

Essigsäure siedet höher als 1-Propanol:

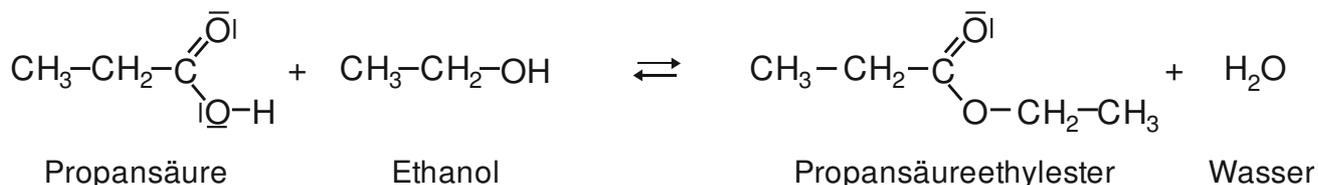
- + *Sowohl die C=O-Gruppe als auch die OH-Gruppe ist polarisiert.
Jedes Säuremolekül kann zwei H-Brücken ausbilden, Alkoholmoleküle aber nur jeweils eine.*

P Station 7: Nomenklatur wichtiger Carbonsäuren

C-Atome - Zahl	IUPAC – Name	Trivialname	Formel
gesättigte Carbonsäuren			
1	<i>Methansäure</i>	Ameisensäure	$HCOOH$
2	<i>Ethansäure</i>	Essigsäure	CH_3-COOH
3	<i>Propansäure</i>	Propionsäure	CH_3-CH_2-COOH
4	<i>Butansäure</i>	Buttersäure	$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$
12	<i>Dodecansäure</i>	Laurinsäure	$CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$
14	<i>Tetradecansäure</i>	Myristinsäure	$CH_3-(CH_2)_{12}-COOH$
16	<i>Hexadecansäure</i>	Palmitinsäure	$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$
18	<i>Octadecansäure</i>	Stearinsäure	$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$
7	Benzoessäure	-	
einfach ungesättigte Carbonsäuren			
18	cis – 9-Octadecensäure	Ölsäure	
18	<i>trans – 9 Octadecensäure</i>	Elaidinsäure	
mehrfach ungesättigte Carbonsäuren			
6	<i>2,4-Hexadiendisäure</i>	Sorbinsäure	
18	9,12-Octadecadiensäure	Linolsäure	
18	<i>9,12,15-Octedecatriensäure</i>	Linolensäure	
20	5,8,11,14-Eicosatetraensäure	Arachidonsäure	
Dicarbonsäuren			
2	Ethandisäure	Oxalsäure	$HOOC - COOH$
3	<i>Propandisäure</i>	Malonsäure	$HOOC - CH_2 - COOH$
4	<i>Butandisäure</i>	Bernsteinsäure	$HOOC - CH_2 - CH_2 - COOH$
4	trans – Butendisäure	Fumarsäure	$HOOC - \underset{H}{\overset{H}{C}} = C - COOH$
4	cis – Butendisäure	Maleinsäure	$HOOC - \overset{H}{\underset{H}{C}} = \overset{H}{\underset{H}{C}} - COOH$
4	<i>2,3-Dihydroxybutandisäure</i>	Weinsäure	$HOOC - \overset{OH}{\underset{ }{CH}} - \overset{OH}{\underset{ }{CH}} - COOH$
5	<i>Pentandisäure</i>	Glutarsäure	$HOOC - (CH_2)_3 - COOH$
6	Hexandisäure	Adipinsäure	$HOOC - (CH_2)_4 - COOH$

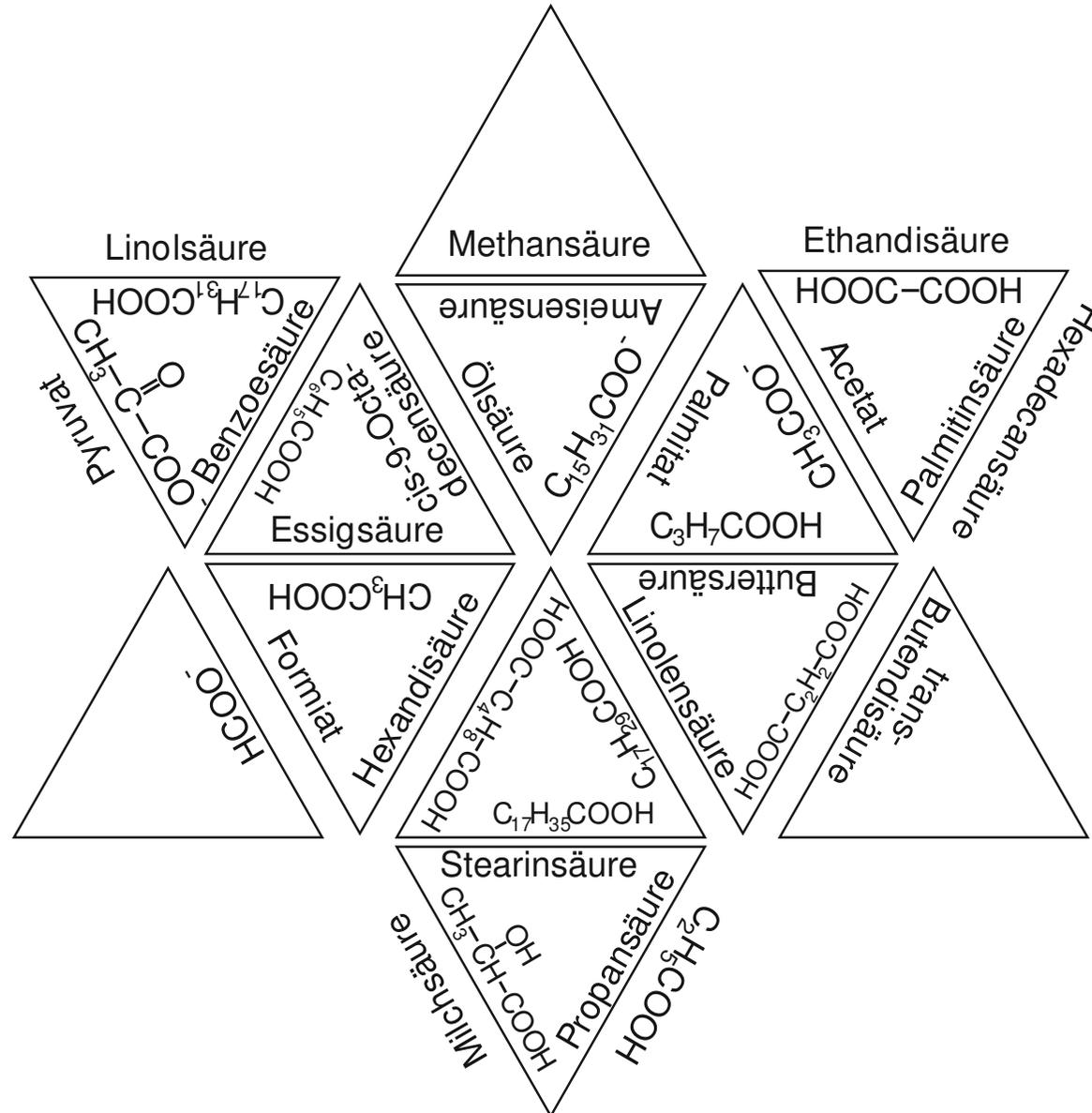
P Station 8: Reaktionen der Carbonsäuren mit Alkoholen

1.



Säure	Alkohol	Ester	Geruch
Essigsäure	Octan-1-ol	<i>Essigsäureoctylester</i>	<i>Spülmittel</i>
Essigsäure	Butan-1-ol	<i>Essigsäurebutylester</i>	<i>Apfel</i>
Essigsäure	Pentan-1-ol	<i>Essigsäurepentylester</i>	<i>Birne</i>
Propansäure	Ethanol	<i>Propansäureethylester</i>	<i>Gletscher-Eis-Bonbon</i>
Benzoessäure	Ethanol	<i>Benzoessäureethylester</i>	<i>künstlich, fruchtig</i>
Salicylsäure	Methanol	<i>Salicylsäuremethylester</i>	<i>Pfefferminz, muffig</i>
Propansäure	Butan-1-ol	<i>Propansäurebutylester</i>	<i>Rum</i>
Ethansäure	3-Methyl-1-butanol	<i>Ethansäure-(3-Methyl-1-butyl)-ester</i>	<i>Birne</i>
Ethansäure	1-Pentanol	<i>Etansäure-1-pentylester</i>	<i>Etansäure-1-pentylester</i>
2-Methylbuttersäure	Hexan-1-ol	<i>2-Methyl-buttersäurehexylester</i>	<i>Apfel/Birne</i>
Zimtsäure	Ethanol	<i>Zimtsäureethylester</i>	<i>Pfirsich</i>

W Station 9: Triangolon



Vorzubereiten:

Station 1:

Geräte	Chemikalien/Lösungen
Abzug!!	Acetaldehyd
50 ml Becherglas	Indikatorpapier ?? (funktioniert nur in wässriger Lösung)
Bunsenbrenner	Kupferblech
Schmirgelpapier	
Papiertücher	

Station 2:

Geräte	Chemikalien/Lösungen
Leitfähigkeitsmessgerät	Essigsäure
6 große Reagenzgläser + Gestell	destilliertes Wasser
Messzylinder 25 ml	
2 ml Pipette	
Glasstab groß	

Station 3:

Geräte	Chemikalien/Lösungen
8 Reagenzgläser	destilliertes Wasser
zwei 2-ml-Pipetten	Benzin
Stopfen für Reagenzgläser	Essigsäure
Spatel	Propansäure
3 Tropfpipetten	Capronsäure (C6)
	Stearinsäure

Station 5:

Geräte	Chemikalien/Lösungen
pH-Meter	Die Lösungen in Reagenzgläsern bereitstellen:
destilliertes Wasser zum Reinigen	0,1 M Ameisensäure (0,38 ml Ameisensäure/100 ml Lösung) (ätzend, C)
Becherglas zum Abspülen	0,1 M Essigsäure (0,57 ml Essigsäure/100 ml Lösung)
Papiertücher	0,1 M Propansäure (0,75 ml Propansäure/100 ml Lösung)(ätzend, C)
	0,1 M Chlorethansäure (0,94 g Chlorethansäure/100 ml Lösung) (giftig, T, umweltgefährlich, N)

Station 8:

Geräte	Chemikalien/Lösungen	
6 Reagenzgläser	Ethansäure	Methanol
Tropfpipette	Propansäure	Ethanol
zwölf 2-ml-Pipetten für Alkohole und Säuren	2-Methylbuttersäure	Butan-1-ol
	Zimtsäure	3-Methyl-1-butanol
	Benzoessäure	Pentan-1-ol
	Salicylsäure	Hexan-1-ol
	konz. Schwefelsäure	Octan-1-ol

