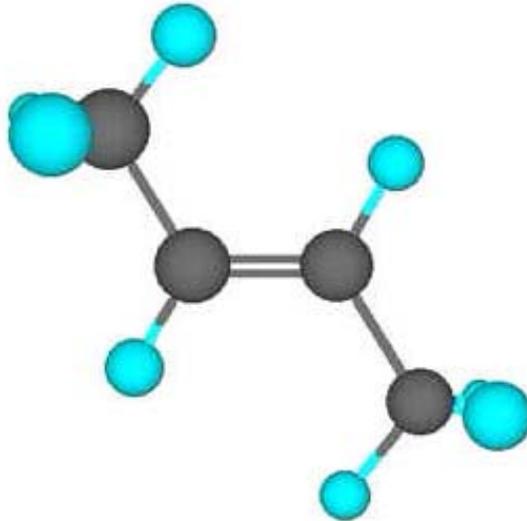


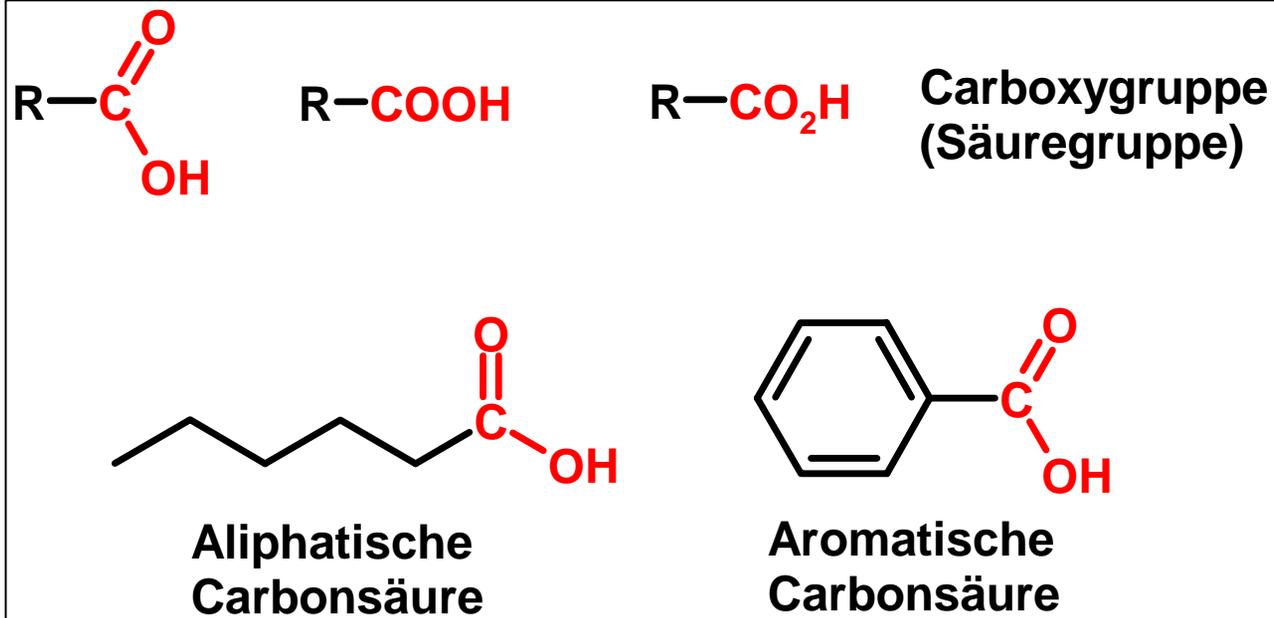
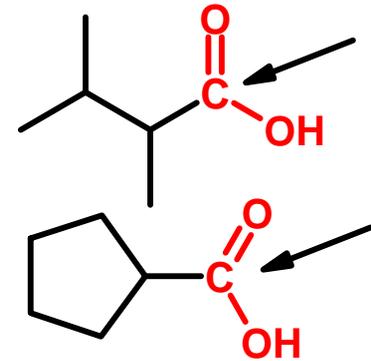
ORGANISCHE CHEMIE



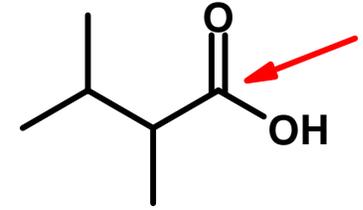
Carbonsäuren

Carbonsäuren

- organische Säuren
- funktionelle Gruppe: **COOH (Carboxylgruppe)**
- C mit O (Doppelbindung) und OH (Einfachbindung) verknüpft
- H der OH-Gruppe ist acid: wird leicht als Proton abgegeben



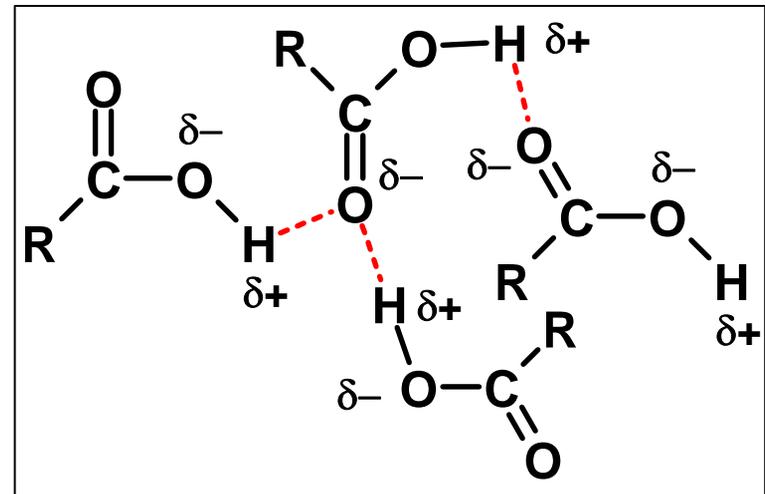
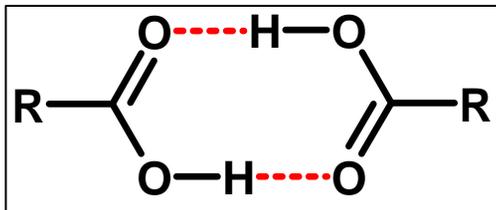
Carbonsäuren - Eigenschaften



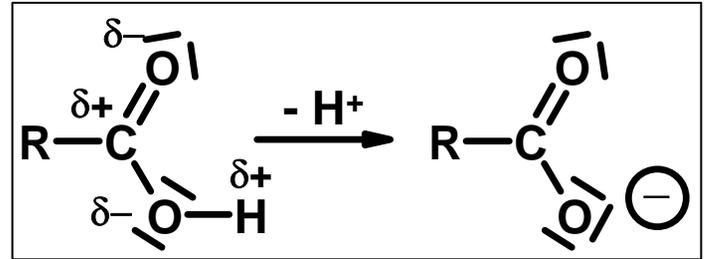
- polare Verbindungen, saurer Charakter
- weit verbreitet in der Natur
- niedrigere Carbonsäuren sind sehr gut in Wasser löslich, mit zunehmender Länge nimmt die Löslichkeit ab
- niedrigere Carbonsäuren (bis C₁₀) haben einen intensiven, oft stechenden Geruch
- Die stark polare COOH-Gruppe bestimmt die Reaktivität.
- hohe Siedepunkte durch starke Tendenz zu H-Brücken

Wasserstoffbrückenbindung:

- Das acide Proton (stark positiviert) bildet H-Brücken zum stark negativierten Carbonyl-O aus.
- Löslichkeit der Säuren in Wasser
- Tendenz zur Dimerbildung

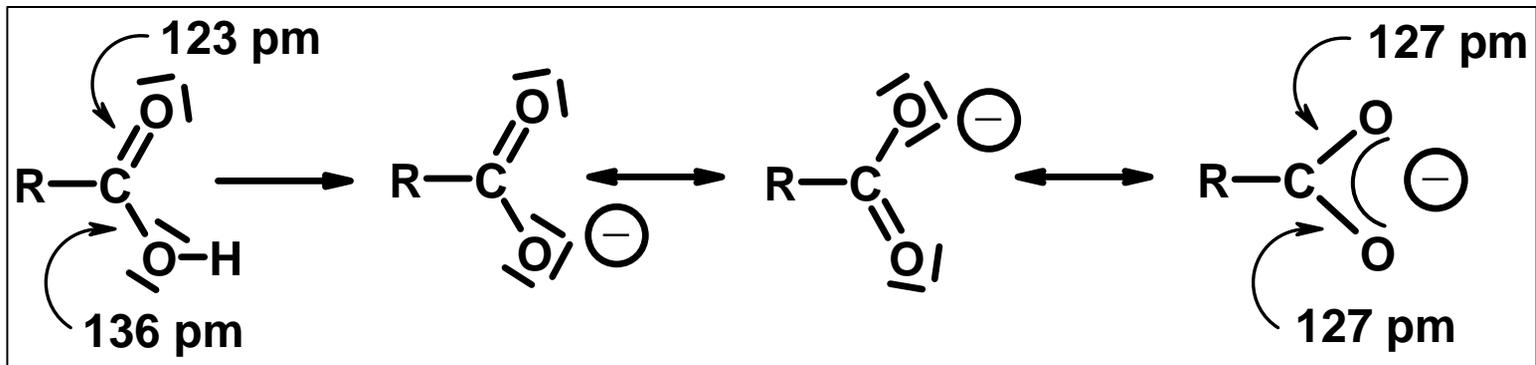


Die Carboxylgruppe



Bindungen in der Carboxylgruppe:

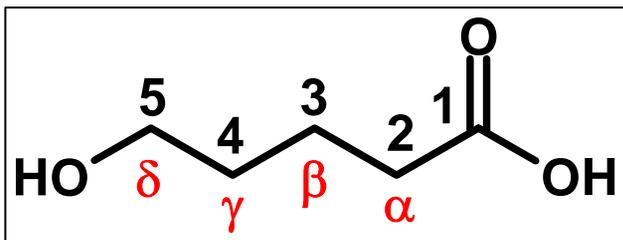
- sp^2 -Hybridisierung am Kohlenstoff (trigonale Geometrie, 120°)
- Doppelbindung zwischen C und O ($sp^2_{(C)}-p_{(O)}-\sigma$ - und $p_{(C)}-p_{(O)}-\pi$ -Bindung)
- Einfachbindung zwischen C und OH ($sp^2_{(C)}-p_{(O)}-\sigma$ -Bindung)
- In fast allen Reaktionen werden Carbonsäuren **am stark positivierten Kohlenstoff nucleophil angegriffen**, die Carboxylatanionen jedoch nicht.



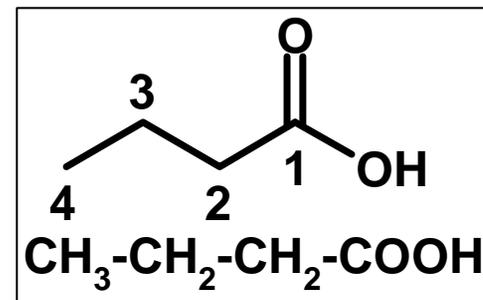
Durch Abgabe vom H entsteht ein **stabiles Carboxylat-Anion**, in dem die zwei C-O-Bindungen nicht mehr unterscheidbar sind. Die **Acidität der Hydroxygruppe** beruht auf der großen Stabilität des entstehenden Carboxylat-Anions (Mesomerie).

Nomenklaturregeln für Säuren

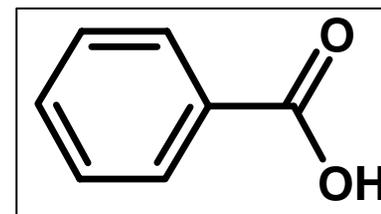
- 1) Benennung des Kohlenwasserstoffs analog zu Alkanen etc., **Endung -säure**
- 2) Ziffer 1 für Säuregruppe
- 3) alternative Numerierung mit griech. Buchstaben ($2 = \alpha$, $3 = \beta$, $4 = \gamma$)
- 4) viele **Trivialnamen**, besonders für niedrigere Carbonsäuren
- 5) bei ringgebundenen Carboxygruppen: Endung **-carbonsäure**



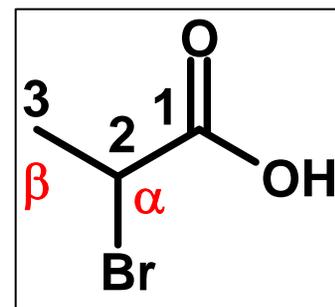
5-Hydroxypentansäure
 δ -Hydroxypentansäure



Butansäure



Benzoessäure

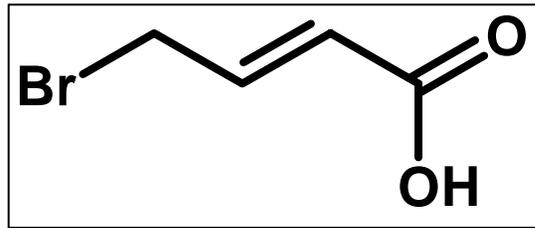


2-Brompropansäure
 α -Brompropansäure

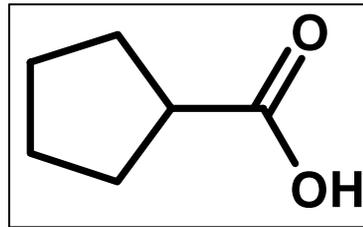
Nomenklatur von Carbonsäuren

IUPAC-Name	Trivialname	Anzahl C	Vorkommen / Namensherkunft
Methansäure	Ameisensäure	1	Ameise (formica)
Ethansäure	Essigsäure	2	Essig (acetum)
Propansäure	Propionsäure	3	Milch (πρωτος πιον)
Butansäure	Buttersäure	4	Butter (butyrum)
Pentansäure	Valeriansäure	5	Baldrian (valere)
Hexansäure	Capronsäure	6	Ziegen (caper)
Heptansäure	Önantsäure	7	Weinblüten (οινανθη)
Octansäure	Caprylsäure	8	Ziegen (caper)
Nonansäure	Pelargonsäure	9	Pelargonien (πελαργος)
Decansäure	Caprinsäure	10	Ziegen (caper)
Dodecansäure	Laurinsäure	12	Lorbeer (laurus)
Octadecans.	Stearinsäure	18	Fette, Wachse

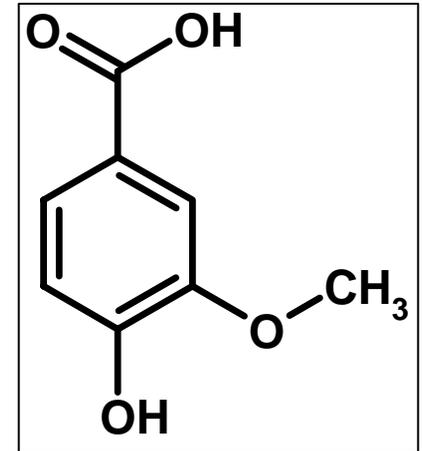
Nomenklatur von Carbonsäuren



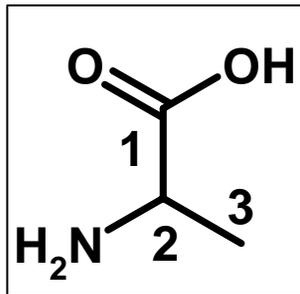
4-Brom-2-butensäure



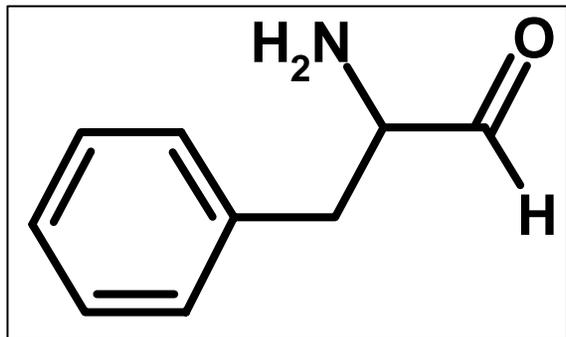
Cyclopentan-
carbonsäure



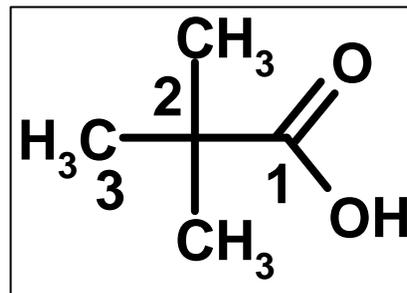
4-Hydroxy-3-methoxy-
benzoesäure



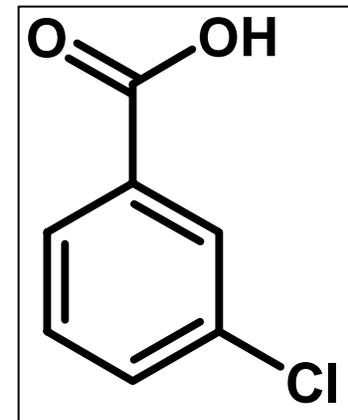
2-Aminopropansäure
 α -Aminopropansäure



2-Amino-3-phenylpropansäure
 α -Amino- β -phenylpropansäure



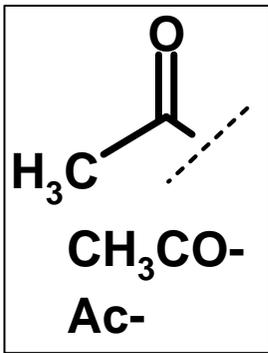
2,2-Dimethyl-
propansäure



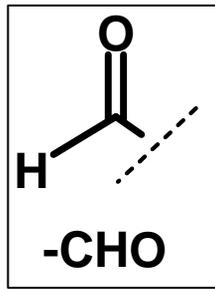
3-Chlorbenzoesäure
(meta-Chlorbenzoesäure)

Nomenklatur von Carbonsäuren

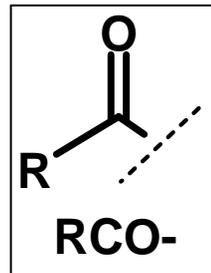
Spezielle Bezeichnung von Gruppen:



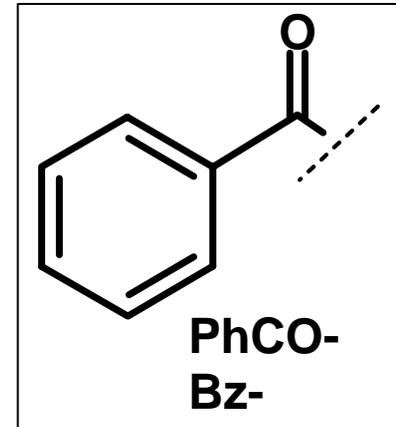
Acetyl-



Formyl-



Acyl-



Benzoyl-

Der **Acetylrest** ist von der Essigsäure abgeleitet, der **Formylrest** von der Ameisensäure, die **Benzoylgruppe** von der Benzoesäure.

Ein **Acylrest** stammt allgemein von einer Carbonsäure her.

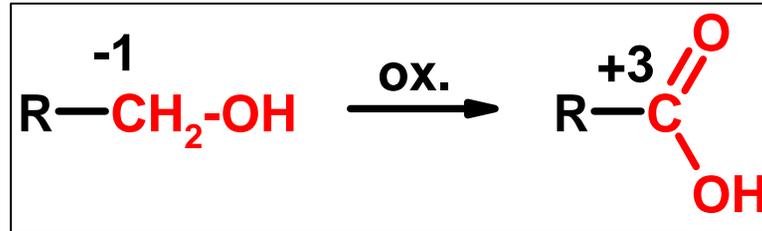
Salze der Essigsäure heißen **Acetate**, die der Ameisensäure **Formiate**.

Herstellung von Carbonsäuren

Oxidation von primären Alkoholen / Methylaromaten

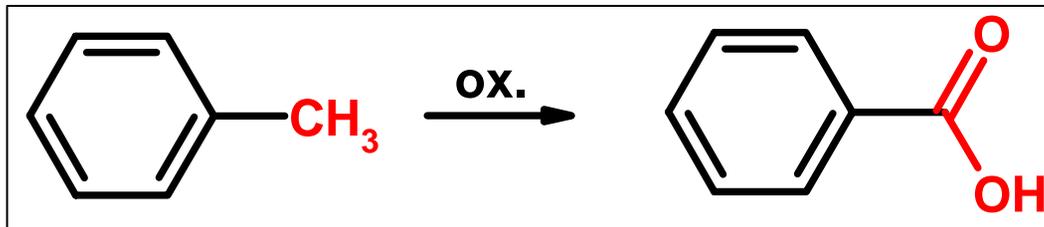
Primäre Alkohole werden zu Carbonsäuren oxidiert.

Als Oxidationsmittel verwendet man starke Oxidationsmittel wie z.B. Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$) oder Kaliumpermanganat ($KMnO_4$).



Sekundäre Alkohole ergeben Ketone, können daher zur Gewinnung von Carbonsäuren nicht verwendet werden.

Aromatische Carbonsäuren (Benzoesäuren) werden durch Oxidation von Methylgruppen an Aromaten gewonnen ($K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$).

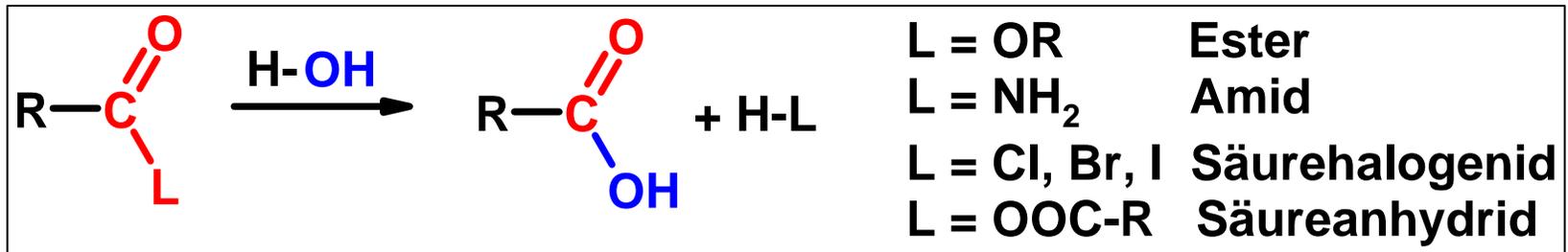


Herstellung von Carbonsäuren

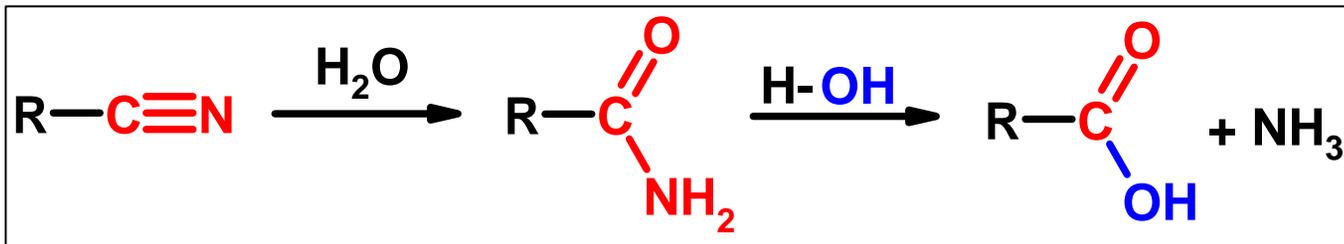
Hydrolyse von Carbonsäurederivaten

Die **Hydrolyse** von Carbonsäurederivaten (Ester, Amide, Nitrile, Säurehalogenide, Säureanhydride) wird häufig auch als **Verseifung** bezeichnet. Man verwendet **wässrige Säuren (H⁺)** oder **Basen (HO⁻)** und erhält in allen Fällen die Carbonsäure.

Verseifung von Estern, Amiden, Halogeniden, Anhydriden:

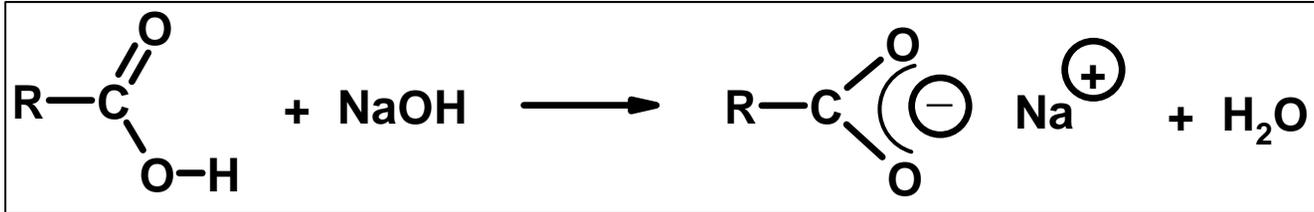


Verseifung von Nitrilen:

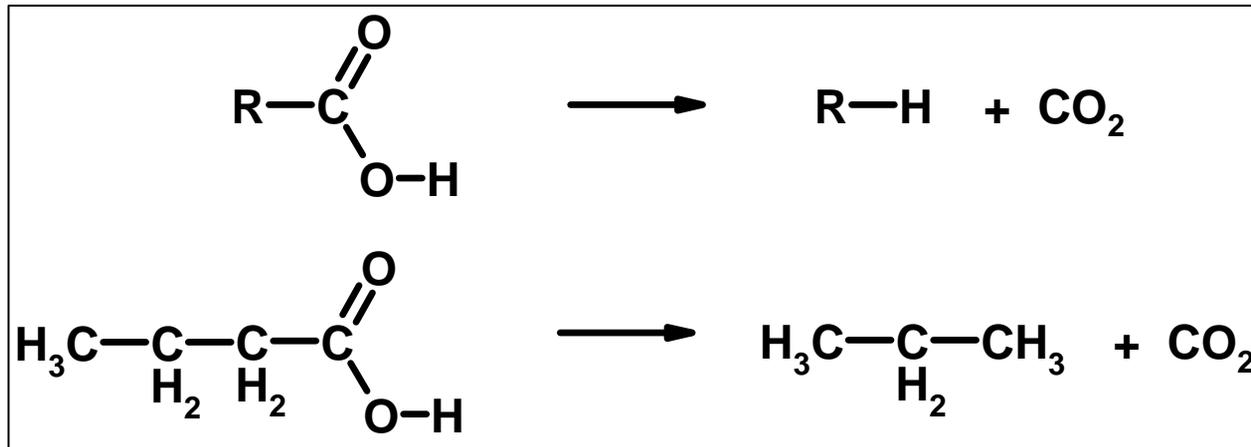


Reaktionen der Carbonsäuren

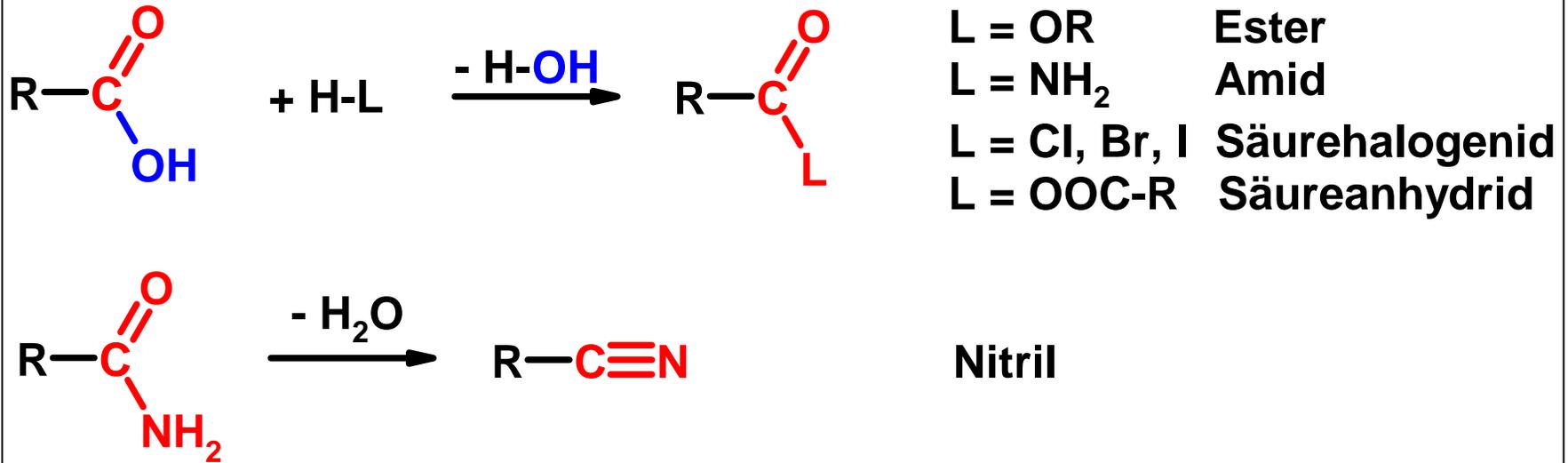
Salzbildung mit Basen



Decarboxylierung: Bei starkem Erhitzen decarboxylieren viele Carbonsäuren (Abspaltung von CO_2).



Bildung von Carbonsäurederivaten

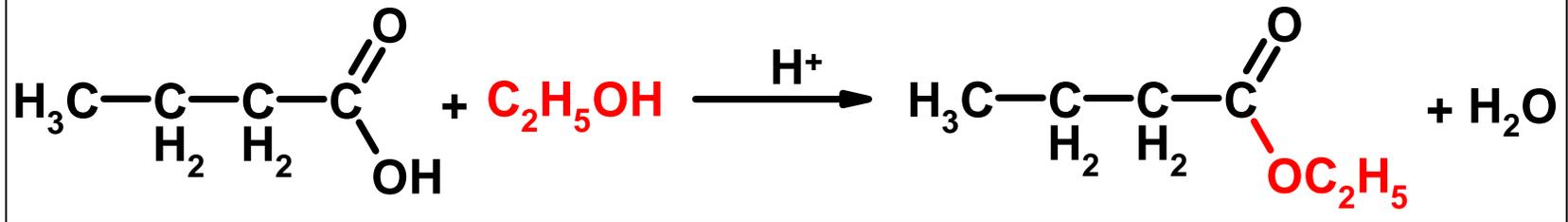


Carbonsäureester	= Säure + Alkohol - Wasser
Carbonsäureamid	= Säure + Amin - Wasser
Carbonsäureanhydrid	= 2 x Säure - Wasser
Carbonsäurehalogenid	= Säure + HCl (HBr, HI, HF) - Wasser
Carbonsäurenitril	= Säure + Amin - 2 x Wasser = Amid - Wasser

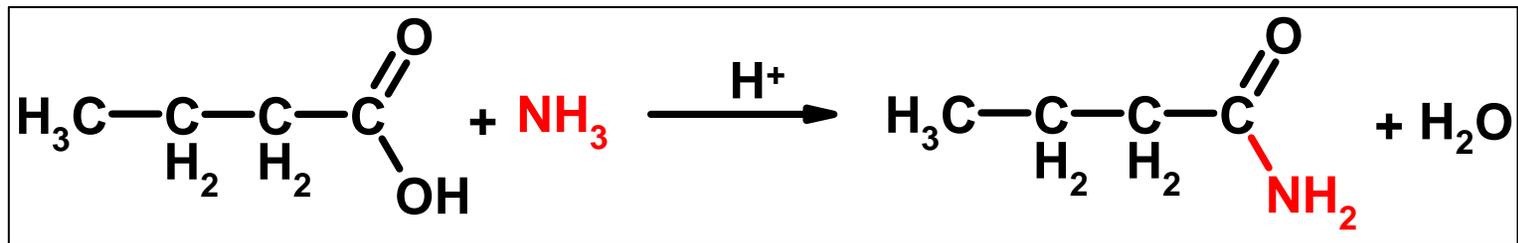
Die **Bildung von Carbonsäurederivaten** ist die **Umkehrung der Hydrolyse** (Verseifung). Katalysatoren bzw. **wasserentziehende Mittel** sind erforderlich.

Bildung von Carbonsäurederivaten: Beispiele

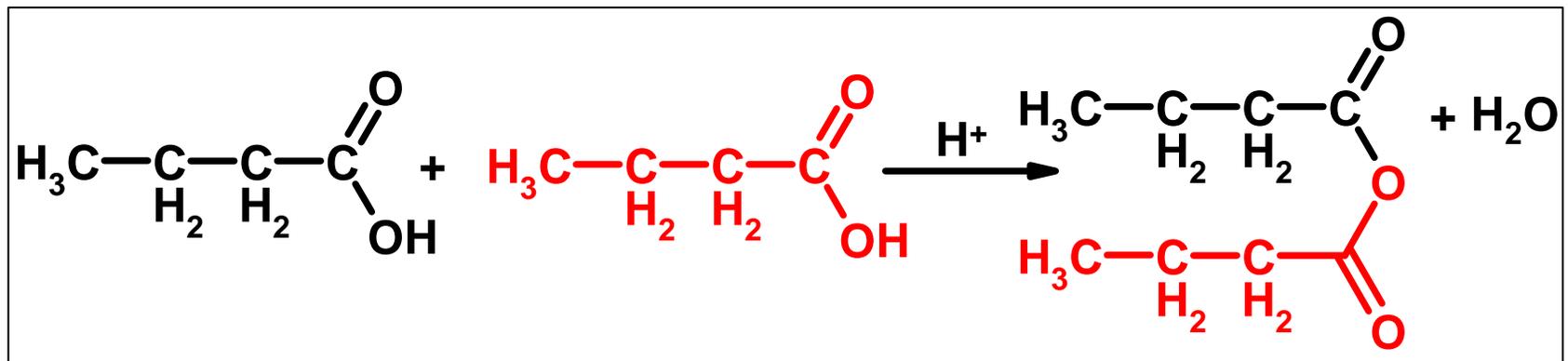
Bildung von Butansäureethylester aus Butansäure und Ethanol:



Bildung von Butansäureamid aus Butansäure und Ammoniak:

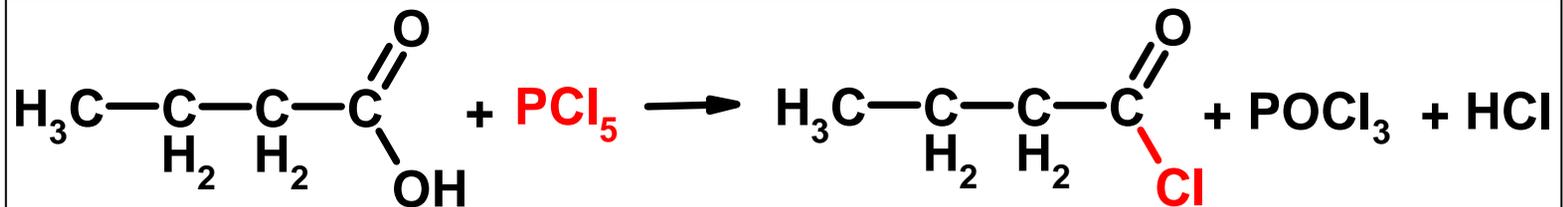


Bildung von Butansäureanhydrid:

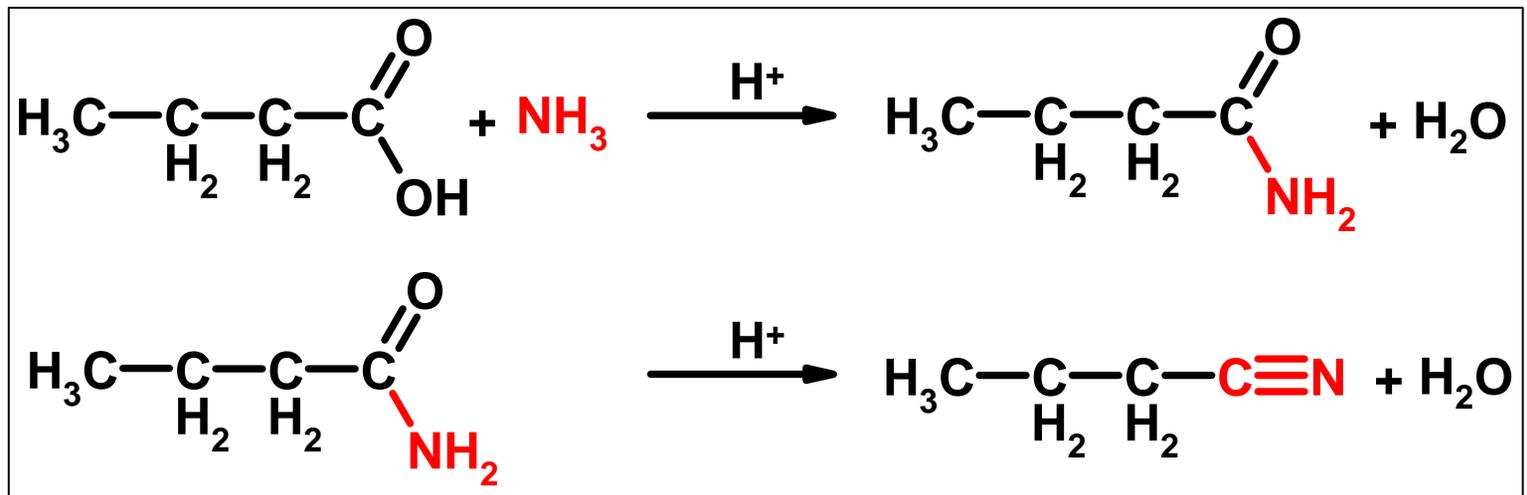


Bildung von Carbonsäurederivaten: Beispiele

Bildung von Butansäurechlorid:



Bildung von Butansäurenitril (Butyronitril):



Wichtige Carbonsäuren: Ameisensäure



- Kp 101°C
- **ätzend**, stechender Geruch
- **Gift vieler Insekten** (Ameisen: ~75%ig) und Pflanzen (Brennnesseln)
- enthält die Aldehyd-Struktur, wirkt deswegen auch reduzierend
- Salze heißen **Formiate**
- 100 %ige Ameisensäure ist unbeständig, zerfällt in CO und H₂O
- Ameisensäure wird als **Desinfektionsmittel** und als Konservierungsmittel (< 0.25%) verwendet.

Herstellung von H-COOH

Natronlauge wird unter hohem Druck und hoher Temperatur mit CO zu Natriumformiat umgesetzt, danach Freisetzung von HCOOH mit Säure.

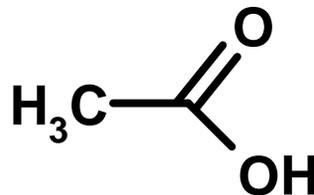
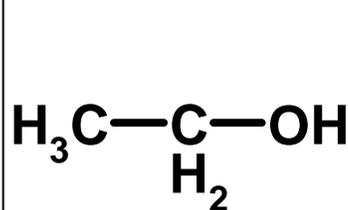


Wichtige Carbonsäuren: Essigsäure

- Fp 16.6°C, Kp 118°C
- **ätzend**, stechender Geruch
- Reine Essigsäure erstarrt bei ~17°C zu einer festen Masse (Eisessig).
- Salze heißen **Acetate** (Bezeichnung wird auch für Ester verwendet)
- Essigsäure wird zu **Speisezwecken** (Gewürz, Konservierung) und in größtem Umfang als **Ausgangsstoff in der chemischen Industrie** verwendet (**Ester** [Ethyl-, Butyl-, Amylacetat] für **Lösungsmittel**, Farben, Lacken; **Celluloseacetat** für Filme, Fasern, Lacke, etc.)

Herstellung von CH₃COOH

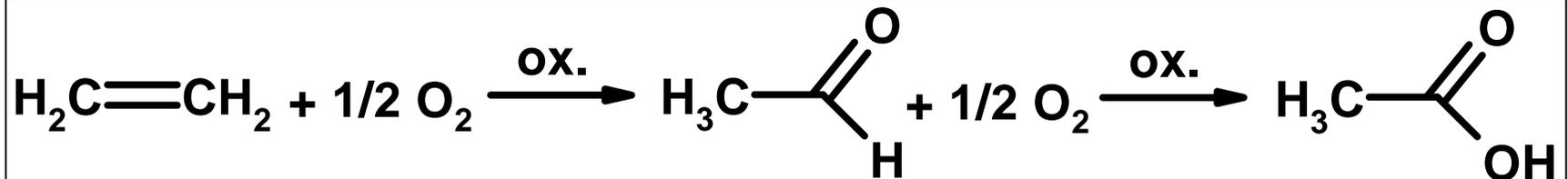
Essigsäuregärung: Ethanol (z.B. aus der alkoholischen Gärung) wird unter **Sauerstoffzutritt** (aerob) durch *Acetobacter acetii*-Kulturen zu Essigsäure oxidiert.



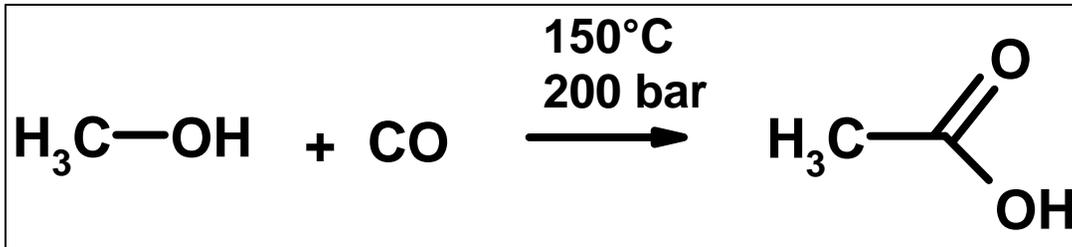
Speiseessig
(~10%, pH 2.5-3)

Herstellung von CH₃COOH

Aus Ethen: Ethen wird mit Sauerstoff zu Acetaldehyd und weiter zu Essigsäure oxidiert (nicht für Lebensmittelzwecke)



Aus Methanol: Methanol wird bei hohem Druck und hohen Temperaturen mit CO direkt zu Essigsäure carbonyliert.

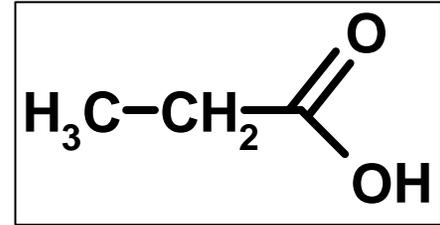


Als "Nebenprodukt" der Zellstoffherstellung: Die Acetate in den **Hemicellulosen des Holzes** werden unter den sauren Bedingungen der Zellstoffherzeugung hydrolysiert. Die entstandene Essigsäure wird konzentriert, destilliert und in **Lebensmittelqualität** erhalten.

Wichtige Carbonsäuren: Propion- und Buttersäure

Propionsäure

- Kp 141°C, **ätzend**, stechender Geruch
- **fungizide** Wirkung
- Herstellung durch Vergärung mit speziellen Bakterienkulturen
- enthalten in Brot (Rinde), in der Haut



Buttersäure

- **ätzend**, stechender, extrem unangenehmer Geruch
- als Ester im Butterfett enthalten, wird beim Ranzigwerden frei
- in tierischen Sekreten (Schweiß) enthalten
- Ester mit niederen Alkoholen sehr wohlriechend (Aromastoffe)
- Ester mit langkettigen Alkoholen: Weichmacher in Plasten

