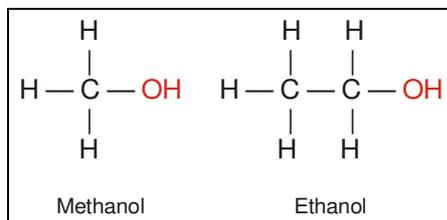


## Lernpaket 2: Funktionelle Gruppen

Organische Verbindungen enthalten bestimmte Atomanordnungen (Atomgruppen), welche die chemischen Eigenschaften der jeweiligen Substanz maßgeblich bestimmen. Diese Atomgruppen innerhalb des Moleküls heißen *funktionelle Gruppen*. Beispielsweise enthalten organische Säuren die funktionelle Gruppe  $\text{-COOH}$ , die ein Proton ( $\text{H}^+$ ) abgeben kann.

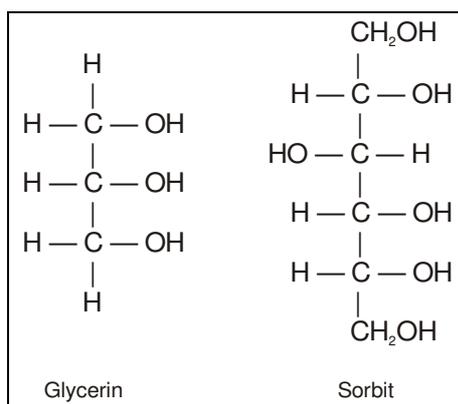
### Die Hydroxygruppe: Alkohole

Ersetzt man in Kohlenwasserstoffen ein Wasserstoffatom durch die *Hydroxygruppe* (auch *Hydroxylgruppe* oder kurz *OH-Gruppe* genannt), liegt ein *Alkohol* vor. Die Namen der Alkohole werden durch Anhängen der Silbe *-ol* an den Namen des jeweiligen Kohlenwasserstoffs gebildet. Die einfachsten Beispiele sind *Methanol* und *Ethanol*.



Für gewöhnlich trägt jedes Kohlenstoffatom nur eine OH-Gruppe, eine Ausnahme bilden die *geminalen Diole*.<sup>1</sup> Bei Methanol und Ethanol handelt es sich um *einwertige* Alkohole. Treten *mehrere* OH-Gruppen innerhalb eines Moleküls auf, spricht man von *mehrwertigen* Alkoholen. Beispiele sind das *Glycerin*, ein dreiwertiger Alkohol, und das *Sorbit*, bei dem jedes der sechs Kohlenstoffatome eine Hydroxygruppe trägt.

Glycerin bindet Feuchtigkeit und wird oft in Kosmetika verwendet. Sorbit kommt in natürlicher Form in vielen Beeren und Kernobstarten vor und wird in der Lebensmittelchemie oft anstelle von Zucker eingesetzt.



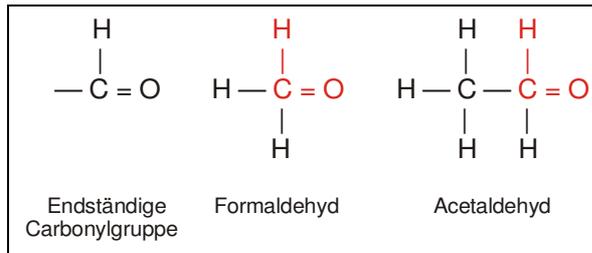
Alkohole, vor allem Methanol, Ethanol und 2-Propanol werden in der Industrie als Lösemittel eingesetzt, auch in der Medizin sowie als Reinigungs- oder Desinfektionsmittel spielen sie eine wichtige Rolle.

<sup>1</sup> Von *geminal* spricht man, wenn zwei gleiche funktionelle Gruppen an dasselbe Kohlenstoff-Atom eines Moleküls gebunden sind.

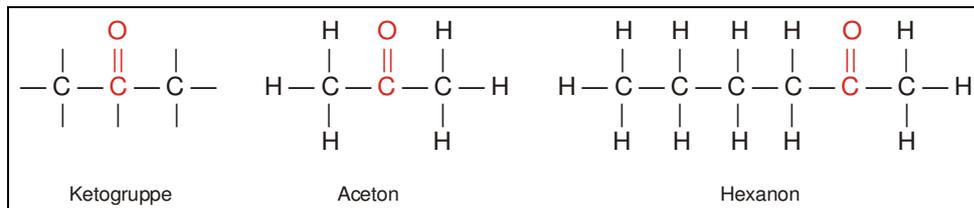
## Die Carbonylgruppe: Aldehyde und Ketone

Ersetzt man zwei an ein Kohlenstoffatom gebundene Wasserstoffatome durch ein Sauerstoffatom, erhält man die *Carbonylgruppe*  $-C=O$ .

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen *Aldehyd-* und *Ketogruppen*. Durch eine *endständige* Carbonylgruppe entsteht ein *Aldehyd* mit der Gruppe  $-CHO$ ; die von den Alkanen abgeleitete Reihe der Aldehyde bildet die homologe Reihe der *Alkanale*. *Methanal* und *Ethanal* tragen die Trivialnamen *Formaldehyd* und *Acetaldehyd*.



Eine *nicht endständige* Carbonylgruppe kennzeichnet die Substanzklasse der *Ketone*. Ihre Namen erhält man durch Anhängen der Silbe *-on* an die Namen der Kohlenwasserstoffe: *Propanon* (Trivialname *Aceton*), *Butanon* etc. Im Falle der von den Alkanen abgeleiteten Namen spricht man üblicherweise von *Alkanonen*.



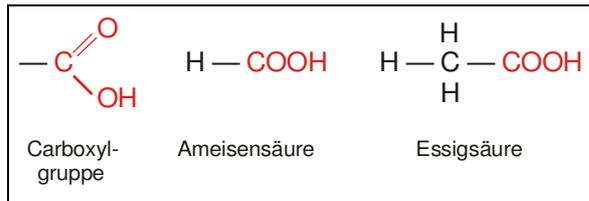
Die Carbonylgruppe kommt auch in Zuckern vor. Nach ihrer Stellung innerhalb des Moleküls unterscheidet man Aldehyd- und Ketozucker.

Aldehyde sind wichtige Grundstoffe der chemischen Industrie. Formaldehyd und Glutaraldehyd werden als Desinfektions- und Konservierungsmittel verwendet. Eine physiologische Rolle spielen sie im Zellstoffwechsel. Im Zuge des Ethanolabbaus nach übermäßigem Alkoholgenuss entsteht *Ethanal* (*Acetaldehyd*), das den „Kater“ verursacht. Unter den Ketonen ist Aceton nicht nur einhäufig anzutreffendes Löse- und Reinigungsmittel, es dient auch als Ausgangsstoff für viele Synthesen in der chemischen Industrie.

## Carboxyverbindungen: Carbonsäuren

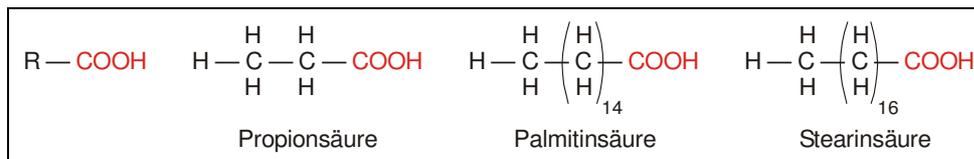
Werden an einem endständigen Kohlenstoffatom zwei Wasserstoffatome durch ein Sauerstoffatom und das verbliebene dritte durch eine OH-Gruppe ersetzt, erhält man die *Carboxygruppe*  $-COOH$  (auch *Carboxylgruppe*).

Carboxygruppen sind das charakteristische Kennzeichen der *Carbonsäuren*. Der Name der Säure wird durch Anfügen von *-säure* an den Namen des Kohlenwasserstoffs gebildet. Einige Carbonsäuren tragen Trivialnamen; so sagt man *Ameisensäure* statt *Methansäure* und *Essigsäure* statt *Ethansäure*.



Diese organischen Säuren kommen in der Natur, auch in Nahrungsmitteln, in vielfältiger Form vor. So findet man z. B. *Weinsäure* in Trauben, *Citronensäure* in Citrusfrüchten und *Äpfelsäure* in Äpfeln und Birnen.

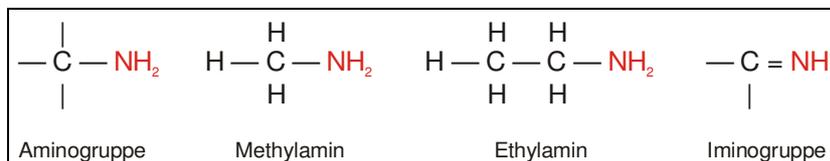
Carbonsäuren, die außer der Carboxygruppe nur einen unverzweigten, gesättigten Kohlenwasserstoffrest enthalten, heißen *Fettsäuren*.



Industriell bedeutende Carbonsäuren sind *Propionsäure* (Trivialname *Propionsäure*), *Palmitinsäure* und *Stearinsäure*. Propionsäure ist Grundstoff u. a. für die Herstellung von Kunststoffen und Arzneimitteln, einige ihrer Salze dienen als Schimmelverhütungsmittel bei Backwaren. Palmitinsäure ist Bestandteil von Speisefetten, Stearinsäure wird in der Pharmazie und Kosmetik sowie zur Herstellung von Kerzen verwendet.

## Amine und Imine

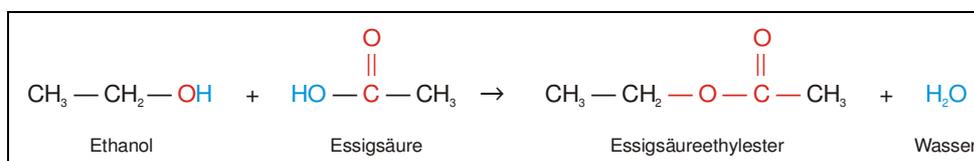
Die *Aminogruppe*  $-\text{NH}_2$  anstelle eines Wasserstoffatoms kennzeichnet ein *Amin*. Ein *Imin* liegt vor, wenn eine *Iminogruppe*  $=\text{NH}$  mit dem benachbarten Kohlenstoffatom über eine Doppelbindung verbunden ist.



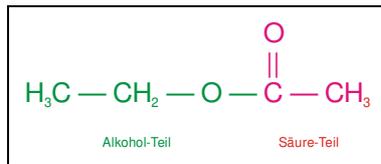
Bei den Iminen kann statt des Wasserstoffs ein anderer organischer Rest am Stickstoffatom hängen, man spricht dann von einer Schiffschen Base. Diese spielen in einigen Reaktionen des Aminosäure-Stoffwechsels und bei der Bindung von Molekülen an Proteine eine wichtige Rolle.

## Ester

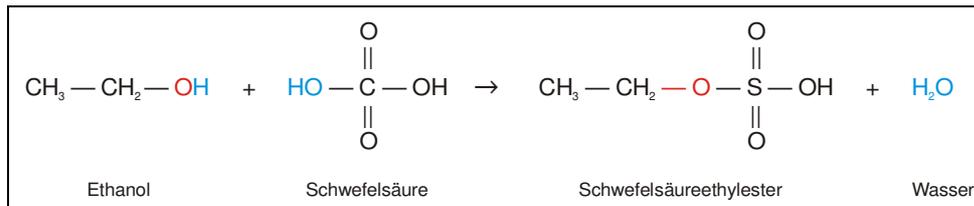
*Ester* sind zwar keine funktionellen Gruppen im engeren Sinne, aber eine in der (organischen) Chemie wichtige und in der Natur weitverbreitete Stoffgruppe. Ester entsteht durch die Reaktion zwischen einem Alkohol und einer Säure. Diese *Veresterung* kommt zwischen der  $\text{COOH}$ -Gruppe der Säure und dem der  $\text{OH}$ -Gruppe des Alkohols zustande, wobei Wasser abgespalten wird.



Manchmal kann es sinnvoll sein, Essigsäureethylester in dieser Form darzustellen, um den Anteil der Ausgangsstoffe stärker hervorzuheben:

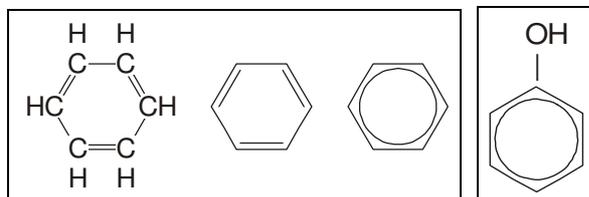


Ester kommen vor allem als Bestandteile von ätherischen Ölen (Duft- und Aromastoffe) und Wachsen vor. Auch die Reaktion eines Alkohols mit einer anorganischen Säure erzeugt Ester. Dabei können die Estergruppierungen anstelle eines Kohlenstoffatoms auch andere Elemente, z. B. Schwefel oder Phosphor enthalten.



## Aromaten und heterozyklische Verbindungen

Die *Aromaten* oder *aromatischen Verbindungen* stellen eine große Gruppe ringförmiger Verbindungen dar. Formal liegen abwechselnd eine Einfach- und eine Doppelbindung vor, die aber nicht lokalisiert sind. Deshalb existiert neben der konventionellen Schreibweise auch die Kurzschreibweise, welche die delokalisierten Elektronen durch einen Kreis symbolisiert.



Ein Beispiel für einen Aromaten ist das *Phenol* (rechts), bei dem ein Wasserstoffatom des Benzols durch eine OH-Gruppe ersetzt ist. Neben dem alkoholischen hat es durch das Wasserstoffatom der Hydroxylgruppe auch einen schwach sauren Charakter.

*Heterozyklische Verbindungen* enthalten im aromatischen Ring an Stelle der Kohlenstoffatome Stickstoff-, Sauerstoff- oder auch Schwefelatome. Häufig anzutreffende Vertreter sind das *Pyridin*, das *Furan* (ein Beispiel für einen Fünfring), das *Purin* und das *Pyrimidin*, letzteres ein Beispiel für aus mehr als einem Ring bestehende Verbindungen.

