

# Typische Eigenschaften organischer Stoffe

## Kohlenwasserstoffe ohne funktionelle Gruppen

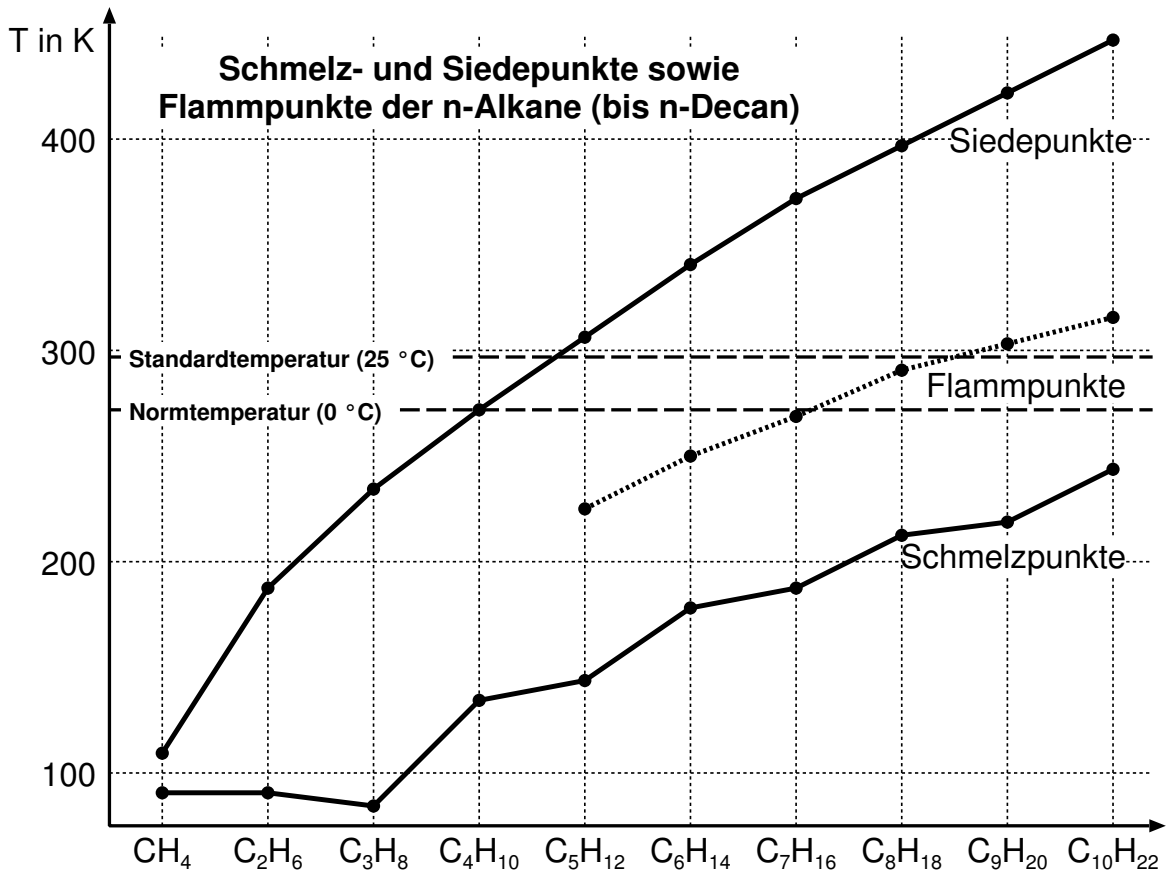
### a) gesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkane (Paraffine)

- **Strukturmerkmale:**

- bestehen nur aus C- und H-Atomen
- zwischen den C-Atomen kommen nur Einfachbindungen vor [C-Atome sind  $sp^3$ -hybridisiert  $\Rightarrow$  tetraedrische Bindungsanordnung; je vier  $\sigma$ -Bindungen]

- **typische Eigenschaften:**

- reaktionsträge („Paraffine“ von lat. „parum affinis“ = „wenig reaktionsfähig“)
- niedrige Schmelz- und Siedepunkte (keine bzw. extrem schwache Dipole)



- **typische Reaktionen:**

- **vollständige Verbrennung:**  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- **Substitution:**  $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$

**Experimente (LDE):**

**E1:** drei flüssige Alkane (z. B.: Pentan, Heptan und Nonan) auf Uhrglasschälchen entzünden ( $\Rightarrow$  Entzündbarkeit, nicht rußende Flamme)

**E2:** flüssiges Alkan in Petrischale mit etwas Brom versetzen, abdecken und mit OHP belichten; entstehende Dämpfe mit feuchtem Unitestpapier prüfen ( $\Rightarrow$  Substitutionsreaktion)

## b) ungesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkene (Olefine) und Alkine

### • Strukturmerkmale:

- bestehen nur aus C- und H-Atomen
- zwischen den C-Atomen kommen neben Einfachbindungen auch
  - \* **Alkene:** eine oder mehrere Doppelbindung(en) vor [C-Atome mit einer Doppelbindung sind  $sp^2$ -hybridisiert  $\Rightarrow$  trigonal-planare Bindungsanordnung; drei  $\sigma$ - und eine  $\pi$ -Bindung]
  - \* **Alkine:** eine oder mehrere Dreifachbindung(en) vor [C-Atome mit einer Dreifachbindung (oder zwei Doppelbindungen) sind  $sp$ -hybridisiert  $\Rightarrow$  lineare Bindungsanordnung; zwei  $\sigma$ - und zwei  $\pi$ -Bindungen]

### • typische Eigenschaften:

- deutlich reaktionsfreudiger als Alkane (die  $\pi$ -Bindung wird von elektrophilen Reagenzien angegriffen); da Dreifachbindungen etwas kürzer sind als Doppelbindungen ( $s(C \equiv C) = 120 \text{ pm}$ ;  $s(C = C) = 134 \text{ pm}$ ) sind Alkine etwas reaktionsträger als Alkene
- analog zu den Alkanen niedrige Schmelz- und Siedepunkte (ebenfalls keine bzw. extrem schwache Dipole)

### • typische Reaktionen:

- **vollständige oder unvollständige Verbrennung:** Vor allem kurzkettige Alkine rußen beim Verbrennen. Je geringer der H-Anteil in der Verbindung ist, desto stärker rußt die Verbindung bei der Verbrennung (Ethin, Benzol:  $N_C : N_H = 1 : 1$  – Ethen:  $N_C : N_H = 1 : 2$  – Ethan:  $N_C : N_H = 1 : 3$ )  
*Aus Ethin wird so genannter Acetylenruß gewonnen. Dieser wird z. B. als Kautschukzusatz bei der Herstellung von schwarzem Gummi oder zur Produktion von Druckerschwärze sowie in Batterien eingesetzt.*
- **Addition:**  $CH_2 = CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br - CH_2Br$   
Die Addition von Brom (Zugabe von Bromwasser  $\Rightarrow$  Entfärbung) gilt als **Nachweis für Mehrfachbindungen**

#### Experimente (LDE):

**E1:** Ethinflamme (Calciumcarbid und Wasser, Gas entzünden) ( $\Rightarrow$  Entzündbarkeit, rußende Flamme)

**E2:** flüssiges Alken oder Ethin (aus Calciumcarbid und Wasser) im Reagenzglas mit etwas Bromwasser reagieren lassen ( $\Rightarrow$  Additionsreaktion)

## Kohlenwasserstoffe mit funktionellen Gruppen (Übersicht)

funktionelle Gruppe	Stoffklasse, Beispiele	Typische Reaktionen (Auswahl)	Identifizierung/Nachweis
Hydroxylgruppe –OH	Alkanole (Alkohole), Phenole	katalytische Eliminierung von Wasser: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Kat.}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Veresterung: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Zugabe von Borsäure (☞ Entstehung eines Borsäureesters), entzünden ☞ Flamme mit grünem Saum (bei Methanol vollständig grüne Flamme)
Aldehydgruppe –CHO	Alkanale (Aldehyde)	Oxidation zu Carbonsäuren: $2\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$	Nachweis der reduzierenden Wirkung mit der Tollensprobe (Silber-Spiegelprobe) oder Fehlingprobe; Schiffsche Probe: farblose fuchsin-schweflige Säure wird durch Aldehyde rosa bis violett gefärbt
Ketogruppe –CO–	Ketone	Addition: $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$	—
Carboxylgruppe –COOH	Carbonsäuren	Protolyse (saure Reaktion): $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ Veresterung: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	saure Reaktion (S-B-Indikator); Salzbildung; Bildung charakteristisch riechender Ester
Estergruppe –COO–	Ester	saure Hydrolyse: $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$	—
Ethergruppe –O–	Ether	Verbrennung: $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	—
Aminogruppe –NH <sub>2</sub>	Amine, Aminosäuren	Protolyse (basische Reaktion): $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ Bildung von Amidn (z. B. Peptide): $\text{R} - \text{COOH} + \text{R}' - \text{NH}_2 \rightleftharpoons \text{R} - \text{CO} - \text{NH} - \text{R}' + \text{H}_2\text{O}$	—