

Qualitativer Nachweis von Elementen in organischen Stoffen

Element	Nachweis	Reaktionsgleichung	Bemerkungen
Halogene	Ausgeglühter Cu-Draht in zu testende Probe, dann in nicht leuchtende Brennerflamme	$\text{Cu} + 2\text{Hal} \rightarrow \text{Cu}(\text{Hal})_2$ → BEILSTEIN-Probe	Flamme färbt sich grün, empfindlich aber unspezifisch
C (CO ₂)	Probe mit CuO oxidieren → Gas in Ba(OH) ₂ oder Ca(OH) ₂ einleiten	$\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{CuO} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 5\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	weißer NS, welcher sich bei Säurezugabe auflöst
H (H ₂ O)	Probe mit CuO oxidieren oder einfach verbrennen → entstehenden H ₂ O-Dampf kondensieren (kaltes Gefäß) und mit trockenem Co(II)-Papier testen	CoCl_2 (rot/violett) + 6H ₂ O → [Co(H ₂ O) ₆]Cl ₂ (blau) → auch mit anderen Aquakomplexbildenden Substanzen möglich (z.B. CuSO ₄)	Kondensation muss schnell gehen, da sonst Glas zu heiß und H ₂ O verdampft
N (NH ₃)	Alkalimetallhydroxid (NaOH konz.) + Probe erhitzen + angefeuchtetes Unitest darüber	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	Unitest wird blau, konz. OH ⁻ setzt NH ₃ -Gas aus org. Stoffen frei, falls N vorh.
S (S ²⁻)	Probe erhitzen + darüber angefeuchtetes Bleiacetatpapier	$\text{S}^{2-} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbS}$ (H ₂ S + Pb ²⁺ → PbS + H ⁺)	Schwarzfärbung des Papiers durch gebildetes PbS
O	org. Substanz über glühendes Mg leiten;	Lsg. + Mg → MgO + H ₂ MgO = weiß, H ₂ mit Knallgasprobe nachweisbar	wenn möglich unter Luftabschluss, da sonst Mg durch O ₂ der Atmosphäre oxidiert (hier wäre jedoch kein H ₂ nachweisbar)

Nachweis wichtiger Strukturmerkmale in organischen Verbindungen

Merkmal	Nachweis/Reaktionsgleichung	Bemerkungen
Alkohole - OH	mit Borsäure H ₃ BO ₃ $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{B}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array} + \begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_3 \\ \text{HO}-\text{CH}_3 \\ \text{HO}-\text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{-3\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{B}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>Borsäuretrimethylesterbildung</p>	mit Methanol grüne Flamme, langkettige Alkohole jedoch nur sehr schwach (Flammenrand) /gar nicht grün, diese mit Carbonsäuren verestern, Schmelz-/Siedepunkt als Erkennungsmerkmal (oder auch spezifischer Geruch)
Aldehyde - CHO	1. wirken reduzierend → mit FEHLING I/II (Cu ²⁺) dabei entsteht Cu und Cu ₂ O (rotbraun) diese setzen sich ab Cu ²⁺ (blau) + e ⁻ → Cu ⁺ (Ziegelrot) 2. mit SCHIFFS-Reagenz → Violettfärbung (genauer als 1.Variante) 3. TOLLENS Reagenz (Silberspiegelprobe) R-CHO → R-COOH ... Ag ⁺ → Ag	1. funktioniert auch bei reduzierenden Verbindungen, die keine Aldehyde sind! 2. Schiffsreagenz reagiert ausschließlich mit Aldehyden!
Säuren - COOH	1. unedle Metalle in org. Substanz → löst sich Mg + 2HCOOH → Mg(HCOO) ₂ + H ₂ 2. Esterbildung $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H} + \text{HO}-\text{R} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}$ <p>3. Unitest: R-COOH + H₂O → R-COO⁻ + H₃O⁺ 4. mit Carbonaten CaCO₃ + HCOOH → Ca²⁺ + 2HCOO⁻ + CO₂ + H₂O</p>	1. H ₂ nachweisbar 2. Schmelzpunkt (Siedepunkt) bei niedermolekularen (o. Geruch) 3. Unitest wird rot 4. ...CO ₂
Mehrfachbindg.	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{Br} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{Br} \end{array}$ <p>→ Bromierung (Addition)</p>	mit Bromwasser unter nicht-radikalischen Bedingungen (rotbraun, in H ₂ O gelöstes Br ₂ , nicht HBr!), Br ₂ geht Addition ein → Entfärbung

