

# So geht's: Herleitung des räumlichen Baues von Molekülen mit Hilfe des Valenzelektronenpaar-Abstoßungs-Modells

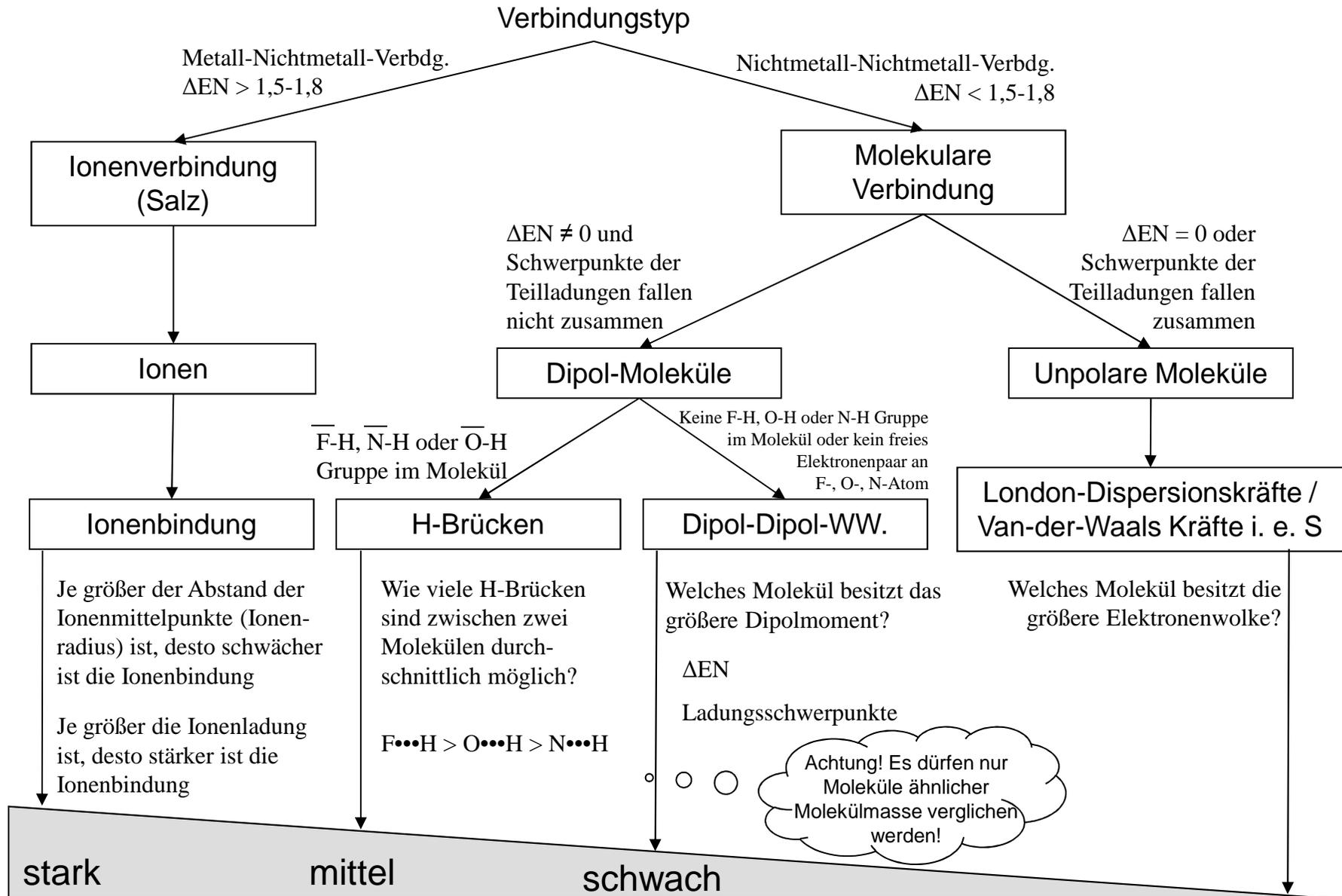
## Valenzelektronenpaar-Abstoßungs-Modell:

- Valenzelektronenpaare stoßen sich ab und ordnen sich räumlich möglichst weit voneinander entfernt an.
- Freie Elektronenpaare stoßen benachbarte Elektronenpaare etwas stärker ab als bindende Elektronenpaare. In Molekülen mit freien Elektronenpaaren am Zentralatom sind daher die Winkel zwischen bindenden Elektronenpaaren kleiner als im regulären Tetraeder.
- Mehrfachbindungen werden bei der Ableitung der Molekülgestalt zunächst wie Einfachbindungen behandelt. Die Abstoßungskraft einer Mehrfachbindung ist naturgemäß etwas größer als die einer Einfachbindung.
- Treten in Molekülen Mehrfachbindungen auf, so ist um diese Bindungen keine freie Drehbarkeit möglich.

<b>Regeln:</b>									
1. Schreibe die <b>Valenzstrichformel</b>									
2. Ermittle die <b>geometrische Anordnung</b> der Elektronenwolken EW um das Zentralatom, indem du die Zahl der Bindungspartner BP (Mehrfachbindungen zählen wie Einfachbindungen) und der nichtbindenden Elektronenpaare nEP addierst.		BP:	4	3	2	3	2	2	
		nEP:	0	1	2	0	1	0	
		$\Sigma$ EW:	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	
		Anordnung der EW	tetraedisch 			trigonal - planar 		linear 	
Summe $\Sigma$ der EW	Anordnung der EW								
4	tetraedisch								
3	trigonal								
2	linear								
3. <b>Besetze die Ecken</b> dieser geometrischen Anordnung mit den Partneratomen.									
4. Verbinde Partner- und Zentralatome zur <b>Molekülgestalt</b> .		tetraedisch 	trigonal pyramidal 	gewinkelt 	dreieckig eben 	gewinkelt 	linear 		

# So geht's:

## Denkschritte zur Abschätzung der Stärke der Anziehungskräfte zwischen den Teilchen einer Verbindung

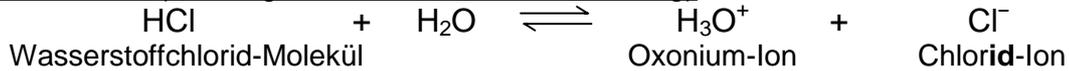


# Grundwissen

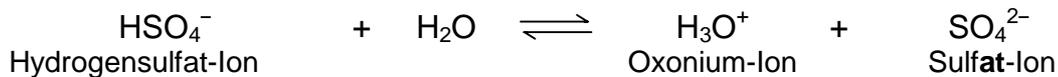
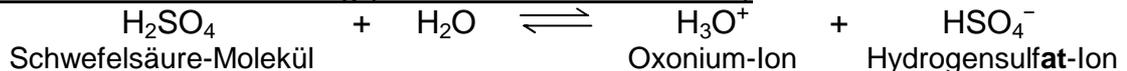
Stoffebene: Häufig verwendete saure und alkalische Lösungen  
Teilchenebene: Wichtige (Brønsted-)Säuren und Basen und ihre korrespondierenden Ionen

## 1. Saure Lösungen

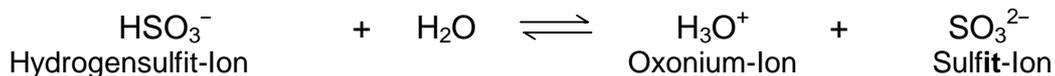
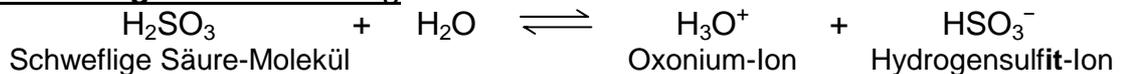
### a) Salzsäure (wässrige Wasserstoffchlorid-Lösung)



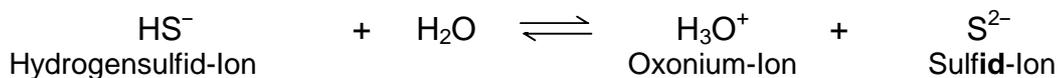
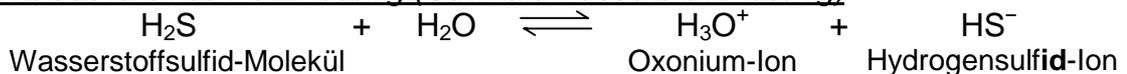
### b) Schwefelsäure - Lösung (verdünnte Schwefelsäure)



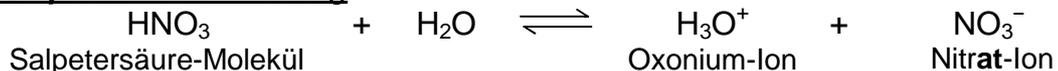
### c) Schweflige Säure - Lösung



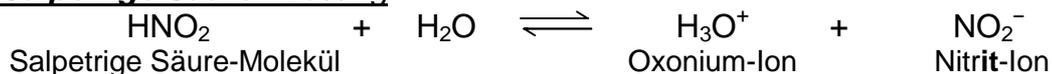
### d) Wasserstoffsulfid - Lösung (Schwefelwasserstoff-Lösung)



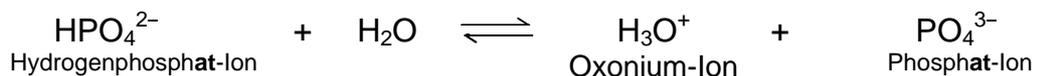
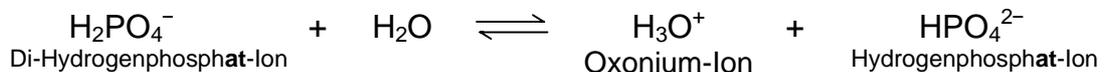
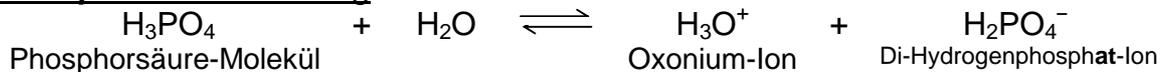
### e) Salpetersäure - Lösung



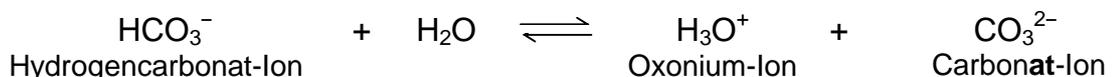
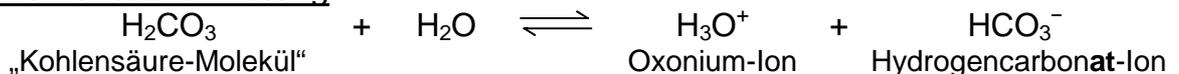
### f) Salpetrige Säure - Lösung



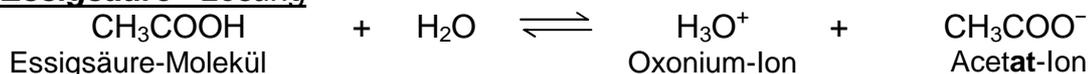
### g) Phosphorsäure - Lösung



### h) Kohlensäure - Lösung

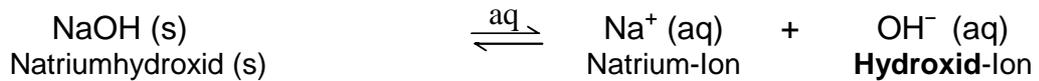


### i) Essigsäure - Lösung

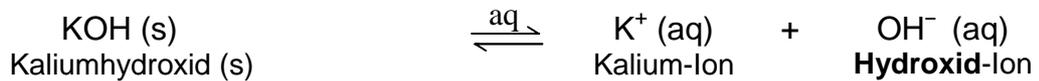


## 2. Alkalische Lösungen = Basische Lösungen = Laugen

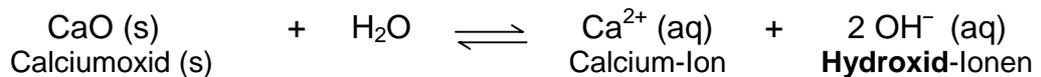
### a) Natriumhydroxid - Lösung = Natronlauge



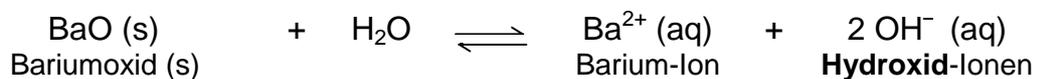
### b) Kaliumhydroxid - Lösung = Kalilauge



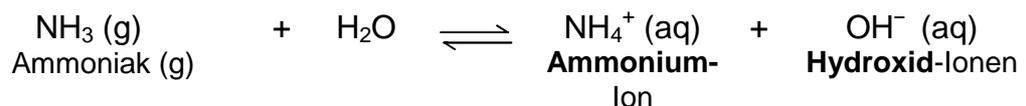
### c) Calciumhydroxid - Lösung = Kalkwasser



### d) Bariumhydroxid - Lösung = Barytwasser



### e) Ammoniakwasser = („Ammoniumhydroxid“ - Lösung)



## 3. Neutralisation und Salzbildung

Stoffebene:



Teilchenebene:

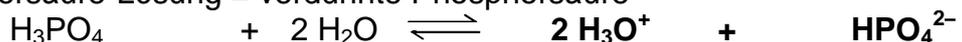


z. B. Bildung von Natriumhydrogenphosphat aus entsprechenden Mengen Natronlauge NaOH (aq) und verdünnter Phosphorsäure H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (aq).

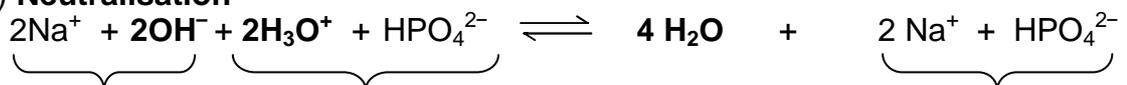
### a) Natriumhydroxid-Lösung = Natronlauge



### b) Phosphorsäure-Lösung = verdünnte Phosphorsäure



### a) + b) **Neutralisation**



## Grundwissen: Wichtige (oxidische) Säuren und zugehörige Säurerest-Ionen

	(Säure-)Anhydrid*	Name der Säure	Formel der Säure	Name des Säurerest-Ions	Formel des Säurerest-Ions
3-protonig	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	Phosphorsäure	<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	Dihydrogenphosphat-Ion Hydrogenphosphat-Ion Phosphat-Ion	<b>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>−</sup></b> <b>HPO<sub>4</sub><sup>2−</sup></b> <b>PO<sub>4</sub><sup>3−</sup></b>
	SO <sub>3</sub>	Schwefelsäure	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Hydrosulfat-Ion Sulfat-Ion	<b>HSO<sub>4</sub><sup>−</sup></b> <b>SO<sub>4</sub><sup>2−</sup></b>
	SO <sub>2</sub>	Schweflige Säure	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	Hydrosulfit-Ion Sulfit-Ion	<b>HSO<sub>3</sub><sup>−</sup></b> <b>SO<sub>3</sub><sup>2−</sup></b>
2-protonig	CO <sub>2</sub>	„Kohlensäure“	„ <b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> “	Hydrogencarbonat-Ion Carbonat-Ion	<b>HCO<sub>3</sub><sup>−</sup></b> <b>CO<sub>3</sub><sup>2−</sup></b>
	„N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> “	Salpetersäure	<b>HNO<sub>3</sub></b>	Nitrat-Ion	<b>NO<sub>3</sub><sup>−</sup></b>
1-protonig	„N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> “	Salpetrige Säure	<b>HNO<sub>2</sub></b>	Nitrit-Ion	<b>NO<sub>2</sub><sup>−</sup></b>

\*Anhydrid: griech: „ohne Wasser“

### Weitere Molekül-Ionen:

Ammonium-Ion: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
 Oxonium-Ion: H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (in sauren Lösungen)  
 Hydroxid-Ion: OH<sup>−</sup> (in alkalischen / basischen Lösungen)

# So geht's: Neutralisationstiteration - Rechnen mit molaren Größen auf Grund von Reaktionsgleichungen

**Neutralisationstiteration:** Bei der Microscale-Titeration von Schwefelsäure der Konzentration  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol/L}$  mit Natronlauge der (Stoffmengen-)Konzentration  $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}$  wurden  $0,5 \text{ mL}$  Natronlauge verbraucht. Berechne das Volumen der Schwefelsäure, das sich im Gefäß befand.

a) Schreibe die <b>Reaktionsgleichung</b>	<p>Schwefelsäure + Natronlauge → Natriumsulfat + Wasser</p> <p>Ionenschreibweise:  <math>2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{Na}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Kurzform:  <math>\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 2 \text{NaOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})</math></p>	
b) Ermittle die <b>gegebenen</b> und <b>gesuchten</b> Größen.	<p>geg.:</p> <p><math>c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol/L}</math>  <math>c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}</math>  <math>V_L(\text{Natronlauge}) = 0,5 \text{ ml} = 0,0005 \text{ L}</math></p>	<p>ges.:</p> <p><math>V_L(\text{Schwefelsäure})</math></p>
c) Entnimm das <b>Stoffmengenverhältnis</b> der gesuchten und gegebenen Stoffportion aus der Reaktionsgleichung und löse das Verhältnis nach der gesuchten Stoffmenge auf.	$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{2}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1 \cdot n(\text{NaOH})}{2}$	<p><b>Alternative, falls die Reaktionsgleichung nicht aufgestellt werden konnte:</b></p> <p>Überlege, wie viele Oxonium-Ionen bzw. Hydroxid-Ionen beim Lösen von jeweils einem Mol des Stoffes in Wasser gebildet werden und stelle das Stoffmengenverhältnis auf:</p> $\frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{OH}^-) = n(\text{NaOH})$ <p>Am Äquivalenzpunkt gilt:</p> $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$ <p>Setze die entsprechenden Stoffmengen ein und löse auf:</p> $2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{NaOH})$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{NaOH})}{2}$
d) <b>Ersetze</b> die Stoffmengen <b>durch</b> geeignete <b>Quotienten</b> und löse nach der gesuchten Größe auf.	$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_L(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V_L(\text{NaOH})$ $V_L(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V_L(\text{NaOH})}{2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4)}$	
e) Setze die gegebenen Größen ein und rechne aus.	$V_L(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0005 \text{ L}}{2 \cdot 0,05 \text{ L}} = 0,005 \text{ L} = 5 \text{ mL}$	
f) Schreibe einen Antwortsatz	Das Gefäß enthielt $5 \text{ mL}$ der verdünnten Schwefelsäure	

# So geht's: Ermitteln von Oxidationszahlen

Die Ladungszahlen hypothetischer (oder wirklicher) Atom-Ionen bezeichnet man als die Oxidationszahlen OZ der Atome in den betreffenden Teilchen

## Schritte zum Ermitteln der Oxidationszahlen der einzelnen Atom-Ionen eines Moleküls oder Molekül-Ions:

Valenzstrichformel des Teilchens bekannt:

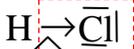
ohne Aufstellen von Valenzstrichformeln:

1. Bindungselektronen vollständig dem Atom mit der größeren Elektronegativität EN zuordnen ( $\equiv$  Heterolyse der Atombindung)

2. hypothetische (gedachte) Ladung des jeweiligen Atom-Ions durch Vergleich mit der Valenzelektronenzahl des entsprechenden Atoms ermitteln

z. B. HCl

+I -I



polare Atombindung: Bindungselektronen sind „zum Chlor-Atom hin verschoben“  
 $\Rightarrow$  H-Atom gibt formal ein Elektron ab (**heterolytische** Zuordnung)

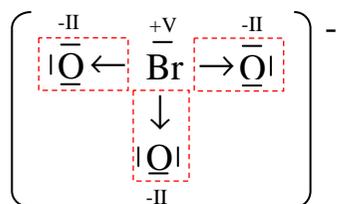
z. B. H<sub>2</sub>

0 0

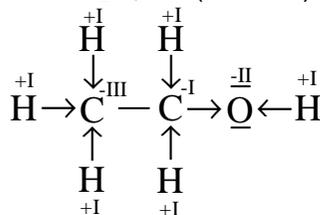


unpolare Atombindung: Bindungselektronen werden bei gleicher EN **homolytisch** zugeordnet

z. B. BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>



z. B. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (Ethanol)



Aus den Überlegungen im linken Kasten lassen sich folgende Regeln ableiten.

Sie sind **in nachstehender Reihenfolge** anzuwenden!!!

1. Atome bzw. Atomverbände als kleinste Teilchen von **Elementen** erhalten stets die Oxidationszahl 0.
2. **Atom-Ionen** haben eine Oxidationszahl, die der Ionenladungszahl entspricht.
3. Die Summe der Oxidationszahlen aller Atome in einem **Molekül** ist 0.
4. Die Summe der Oxidationszahlen aller Atome in einem **Molekül-Ion** entspricht der Ladungszahl.
5. Für **Verbände aus verschiedenen Atomen** gilt:
  - a. Metall-Atome erhalten in Verbindungen stets positive Oxidationszahlen, Fluor-Atome stets die Oxidationszahl -1
  - b. somit gilt: Wasserstoff-Atome erhalten in Verbindungen die Oxidationszahl +1; Ausnahme: z. B. LiH; CaH<sub>2</sub>
  - c. Sauerstoff-Atome haben in Verbindungen die Oxidationszahl -2; Ausnahme: z. B. OF<sub>2</sub> (Regel 5a); H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Regel 5b)
  - d. Chlor-, Brom- und Iod-Atome haben in Verbindungen die Oxidationszahl -1, Ausnahme: z. B. BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Regel 5c)

# So geht's: Schrittweises Aufstellen von Redoxgleichungen

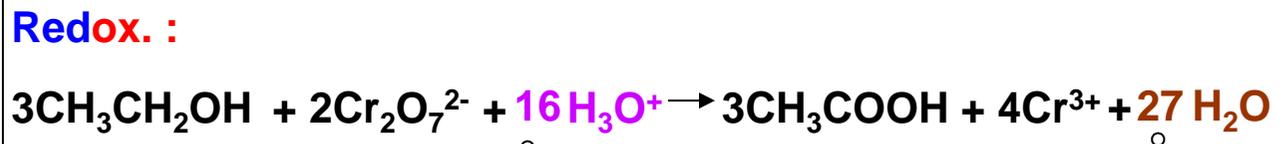
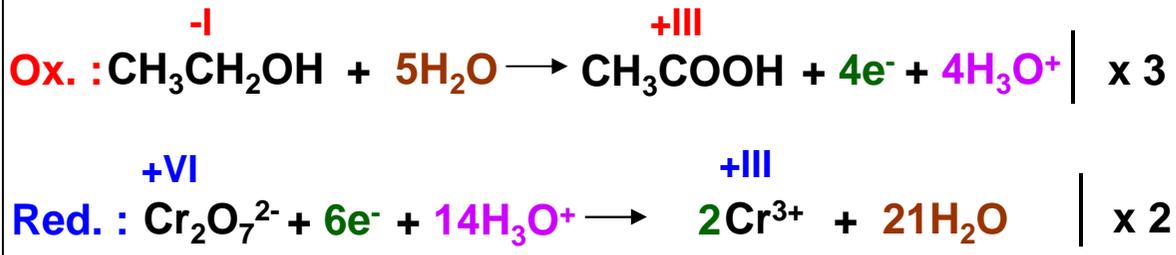
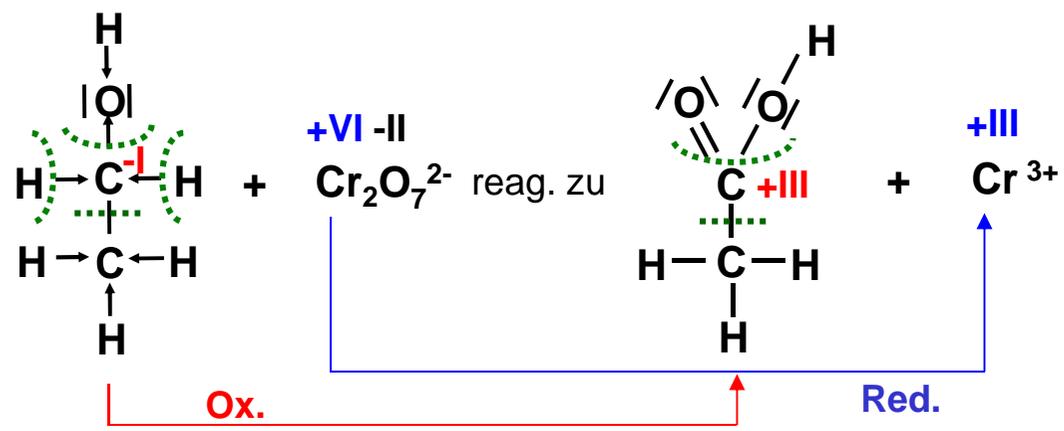
<ol style="list-style-type: none"> <li>Schreibe die Teilchenformeln der <b>Ausgangs-</b> und <b>Endstoffe</b>.</li> <li>Bestimme die <b>Oxidationszahlen OZ</b>.</li> <li>Ordne die Begriffe <b>Oxidation (Erhöhung der OZ)</b> und <b>Reduktion (Erniedrigung der OZ)</b> dem entsprechenden Vorgang zu.</li> </ol>	<p>Beispiel:</p> <p>Iodid-Ionen reagieren in saurer Lösung mit Bromat-Ionen <math>\text{BrO}_3^-</math> unter Bildung von Iod-Molekülen und Bromid-Ionen</p> $  \begin{array}{ccccccc}  & & \text{Ox.} & & & & \\  & & \text{---} & \text{---} & \text{---} & & \\  & & & & \downarrow & & \\  \text{-I} & & & \text{+V / -II} & & \text{0} & & \text{-I} \\  \text{I}^- & + & \text{BrO}_3^- & \longrightarrow & \text{I}_2 & + & \text{Br}^- \\  & & & & \uparrow & & \\  & & & & \text{Red.} & &   \end{array}  $	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Schreibe die Teilgleichungen             <ol style="list-style-type: none"> <li>Schreibe das jeweilige <b>Redoxpaar mit Oxidationszahlen</b></li> <li>Gleiche die <b>Änderung der Oxidationszahl durch Elektronen aus</b>. Beachte dabei die Anzahl der Teilchen.</li> <li>Gleiche die <b>Anzahl der Elementarladungen</b> aus durch eine entsprechende Anzahl von                     <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>-Ionen in saurer Lösung</li> <li>⇒ <math>\text{OH}^-</math> Ionen in alkalischer Lösung</li> </ul> </li> <li>Gleiche die <b>Atombilanzen</b> durch eine entsprechende Anzahl von Wasser-Molekülen aus.</li> </ol> </li> </ol>	<p><b>Oxidation:</b></p> $  \begin{array}{ccc}  \text{-I} & & \text{0} \\  \text{I}^- & \longrightarrow & \text{I}_2 \\  2 \text{I}^- & \longrightarrow & \text{I}_2 + 2\text{e}^-  \end{array}  $ <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Du kannst natürlich alle 4 Schritte a-d der Teilgleichung hintereinander in einer Zeile durchführen und brauchst die Gleichung nicht mehrfach hinzuschreiben!</p> </div>	<p><b>Reduktion:</b></p> $  \begin{array}{ccc}  \text{+V} & & \text{-I} \\  \text{BrO}_3^- & \longrightarrow & \text{Br}^- \\  \text{BrO}_3^- + 6\text{e}^- & \longrightarrow & \text{Br}^- \\  \text{BrO}_3^- + 6\text{e}^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ & \longrightarrow & \text{Br}^- \\  \text{BrO}_3^- + 6\text{e}^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ & \longrightarrow & \text{Br}^- + 9 \text{H}_2\text{O}  \end{array}  $
<ol style="list-style-type: none"> <li>Schreibe die Redoxgleichung             <ol style="list-style-type: none"> <li>Multipliziere die Teilgleichungen so, dass die Anzahl der abgegebenen Elektronen gleich der aufgenommenen ist.</li> <li>Addiere die Teilgleichungen zur Redoxgleichung im kleinstmöglichen Teilchenanzahlverhältnis.</li> </ol> </li> </ol>	$  \begin{array}{l}  \text{Ox.:} \quad 2 \text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^- \quad   \quad \cdot 3 \\  \text{Red.:} \quad \text{BrO}_3^- + 6\text{e}^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{Br}^- + 9 \text{H}_2\text{O} \\  \hline  \text{Redox.:} \quad 6 \text{I}^- + \text{BrO}_3^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow 3 \text{I}_2 + \text{Br}^- + 9 \text{H}_2\text{O}  \end{array}  $	

**So geht's**

**Schrittweises Aufstellen  
von Redoxgleichungen**

**Aufgabe:** Beim Alko-Test der früher mit Teströhrchen durchgeführt wurde reagieren Dichromat-Ionen reagieren mit Ethanol-Molekülen in stark schwefelsaurer Lösung zu Cr<sup>3+</sup>-Ionen und Essigsäure-Molekülen

- Schreibe die Teilchenformeln der **Edukte** und **Produkte**.
- Bestimme die **Oxidationszahlen (= OZ)**.
- Ordne die Begriffe **Oxidation** (Erhöhung der OZ) und **Reduktion** (Erniedrigung der OZ) dem entsprechenden Vorgang zu.
- Formuliere die Teilgleichungen:
  - Schreibe das jeweilige **Redoxpaar mit Oxidationszahlen**.
  - Gleiche die **Änderung der Oxidationszahl durch Elektronen (= e<sup>-</sup>)** aus. Beachte dabei die Anzahl der ox./ red. Teilchen.
  - Gleiche die **Anzahl der Ladungen** aus durch eine entsprechende Anzahl von
    - H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-Ionen in saurer Lösung
    - OH<sup>-</sup>-Ionen in alkalischer Lösung
    - O<sup>2-</sup>-Ionen in der Schmelze
  - Gleiche die **Atombilanzen** durch eine entsprechende Anzahl von **Wasser-Molekülen** aus.
- Formuliere die Redoxgleichung:
  - Multipliziere** die Teilgleichungen: Anzahl der abgegebenen e<sup>-</sup> gleich der Anzahl der aufgenommenen e<sup>-</sup>.
  - Addiere** die Teilgleichungen der Redoxreaktion im kleinstmöglichen Teilchenanzahlverhältnis.



Linke Seite: 28 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  
 Rechte Seite: - 12 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  
 => Linke Seite: 16 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

Rechte Seite: 42 H<sub>2</sub>O  
 Linke Seite: - 15 H<sub>2</sub>O  
 => Rechte Seite: 27 H<sub>2</sub>O

# Benennung (Nomenklatur) von Alkanen

zusammengestellt von W. Habelitz-Tkotz  
in Anlehnung an  
Galvani 3, Oldenbourg-Verlag, S. 34 + 35

# Historische Entwicklung

- ursprünglich: Trivialnamen für viele Stoffe,  
z. B. Wasser, Harnstoff, Ammoniak, Methan
- seit 1892: Systematische (Genfer) Nomenklatur
- heute gültige Nomenklatorsysteme:
  - CA „chemical abstracts“  
(seit 1907, American chemical society)
  - **IUPAC** => Abi!  
(seit 1919, International Union of Pure and Applied Chemistry)

# Benennung unverzweigter Alkane

- Endsilbe „-an“
- 1-4 C-Atome: Trivialnamen  
Methan, Ethan, Propan, Butan
- Ab 5 C-Atome: Ableitung von lat. /griech. Zahlwörtern

1 Hen / Un	10 Deca
2 Do	20 (Ei)Cosa
3 Tri	30 Triaconta
4 Tetra	40 Tetraconta
5 Penta	50 Pentaconta
6 Hexa	60 Hexaconta
7 Hepta	70 Heptaconta
8 Octa	80 Octaconta
9 Nona	90 Nonaconta

Bsp.:  $C_{11}H_{24}$       Undecan

$C_{20}H_{42}$       Eicosan

$C_{32}H_{66}$       Do-tria-contan

# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 1

1. Hauptkette festlegen => hinterer Teil des Namens

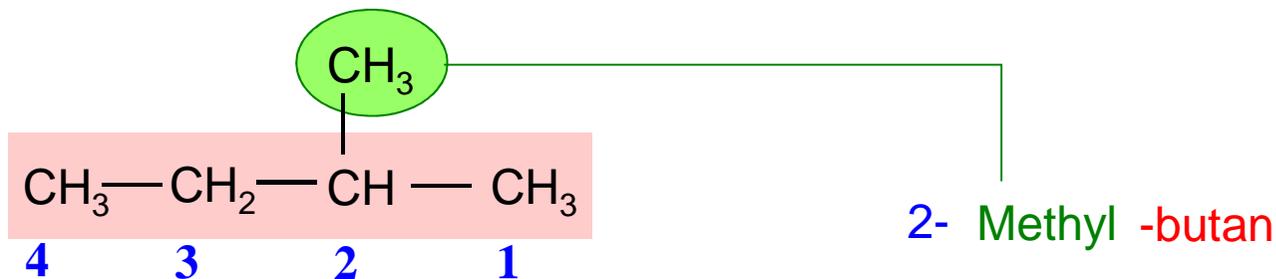
- längste Kette

2. Seitenketten (Alkylgruppen) benennen => „-an“ durch „-yl“ ersetzen

3. Durchnummerieren der Hauptkette

=> Positionsnummer der Seitenkette voranstellen + Bindestrich

- Seitenkette mit niedrigster Nummer



# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 2

1. Hauptkette festlegen => hinterer Teil des Namens

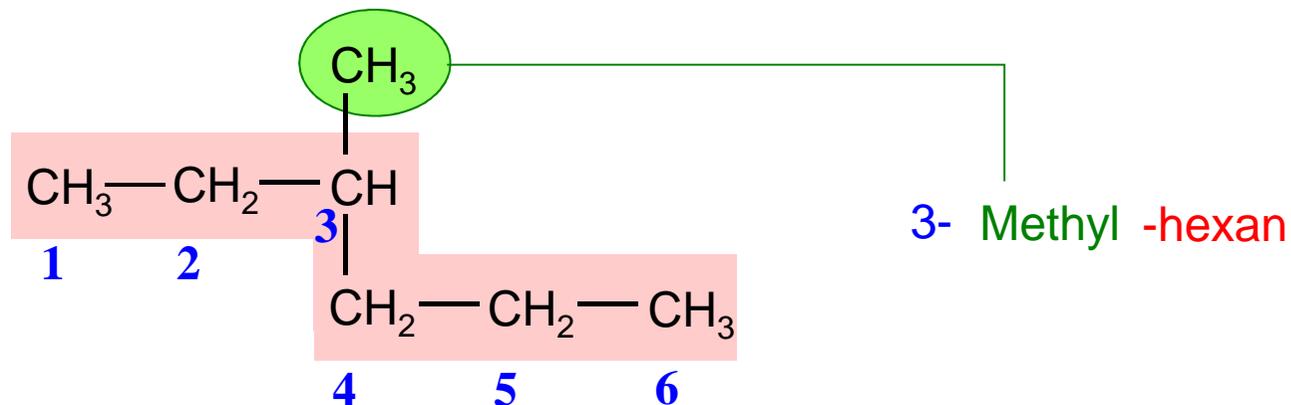
- längste Kette

2. Seitenketten (Alkylgruppen) benennen => „-an“ durch „-yl“ ersetzen

3. Durchnummerieren der Hauptkette

- Seitenkette mit niedrigster Nummer

=> Positionsnummer der Seitenkette voranstellen + Bindestrich



# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 3

## 1. Hauptkette festlegen => hinterer Teil des Namens

- längste Kette
- mit meisten Seitenketten

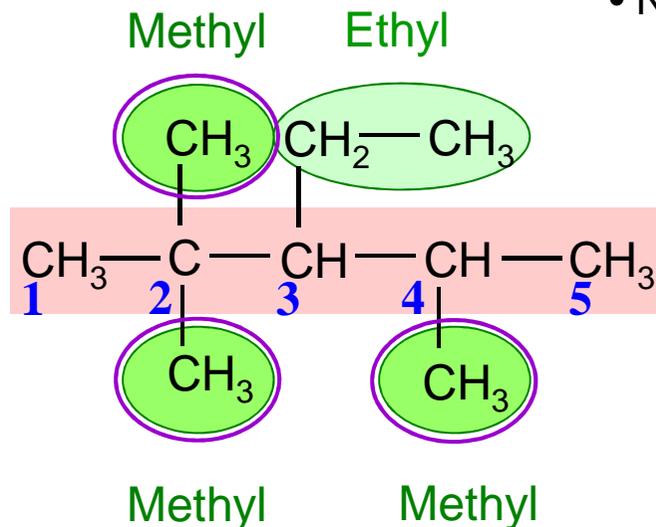
## 2. Seitenketten (Alkylgruppen) benennen => alphabetische Reihenfolge

## 3. Durchnummerieren der Hauptkette

- Seitenkette mit niedrigster Nummer
- insgesamt möglichst niedrige Positionsnummern

## 4. Vollständige Benennung

- Positionsnummern der Seitenkette durch Komma getrennt + Bindestrich
- gleiche Alkylreste zusammenfassen: di, tri, tetra
- Seitenketten alphabetisch sortiert
- Name des Stammalkans



3-Ethyl -2,2,4- tri methyl pentan

# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 4

1. **Hauptkette festlegen** => hinterer Teil des Namens

- längste Kette
- mit meisten Seitenketten

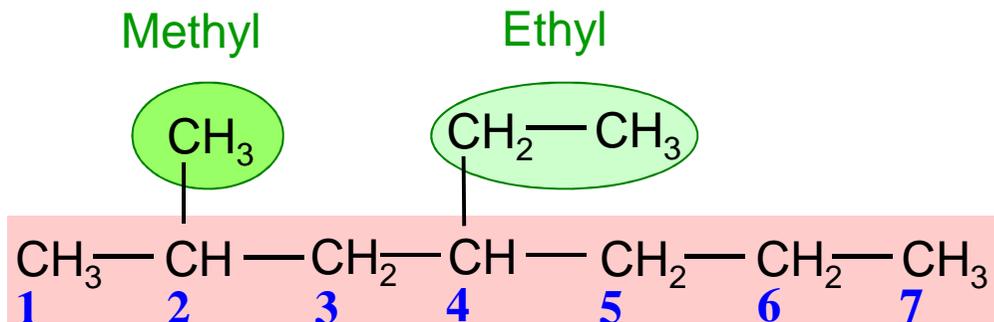
2. **Seitenketten (Alkylgruppen)** benennen => alphabetische Reihenfolge

3. **Durchnummerieren der Hauptkette**

- Seitenkette mit niedrigster Nummer
- insgesamt möglichst niedrige Positionsnummern

4. **Vollständige Benennung**

- Positionsnummern der Seitenkette durch Komma getrennt + Bindestrich
- gleiche Alkylreste zusammenfassen: di, tri, tetra
- Seitenketten alphabetisch sortiert
- Name des Stammalkans



4- Ethyl -2- methyl heptan

# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 5

## 1. Hauptkette festlegen => hinterer Teil des Namens

- längste Kette
- mit meisten Seitenketten

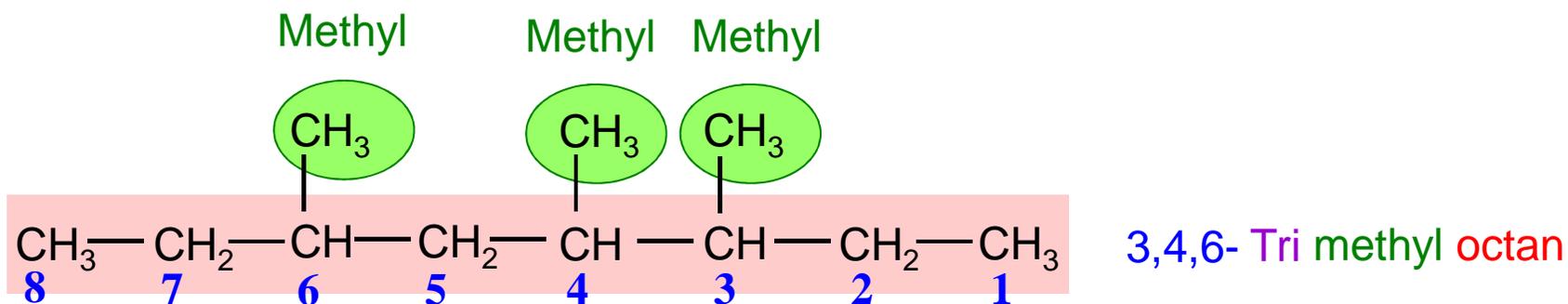
## 2. Seitenketten (Alkylgruppen) benennen => alphabetische Reihenfolge

## 3. Durchnummerieren der Hauptkette

- Seitenkette mit niedrigster Nummer
- insgesamt möglichst niedrige Positionsnummern

## 4. Vollständige Benennung

- Positionsnummern der Seitenkette durch Komma getrennt + Bindestrich
- gleiche Alkylreste zusammenfassen: di, tri, tetra
- Seitenketten alphabetisch sortiert
- Name des Stammalkans



# Benennung verzweigter Alkane – Beispiel 6

## 1. Hauptkette festlegen => hinterer Teil des Namens

- längste Kette
- mit meisten Seitenketten

## 2. Seitenketten (Alkylgruppen) benennen => alphabetische Reihenfolge

## 3. Durchnummerieren der Hauptkette

- Seitenkette mit niedrigster Nummer
- insgesamt möglichst niedrige Positionsnummern
- alphabetische vorrangige Alkylgruppe erhält niedrigere Nummer

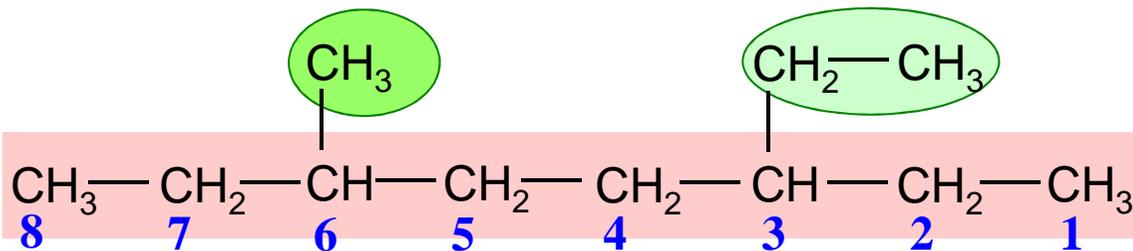
## 4. Vollständige Benennung

- Positionsnummern der Seitenkette durch Komma getrennt + Bindestrich
- gleiche Alkylreste zusammenfassen: di, tri, tetra
- Seitenketten alphabetisch sortiert
- Name des Stammalkans

Ethyl vor  
Methyl

Methyl

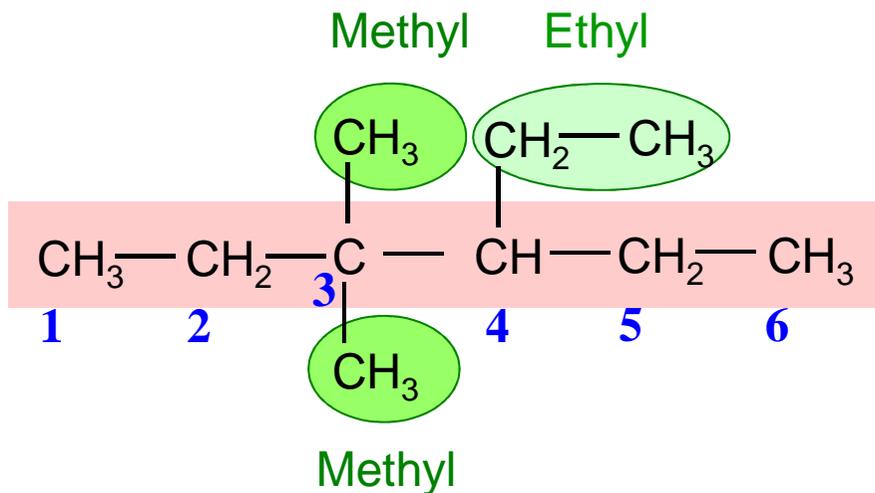
Ethyl



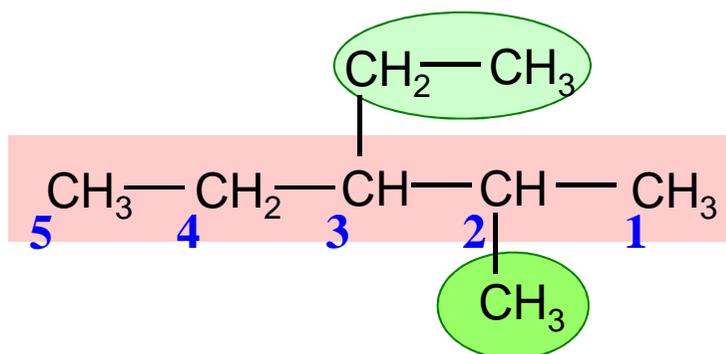
3- Ethyl -6- methyl octan

# Benennung verzweigter Alkane – Beispiele 7\* - 9

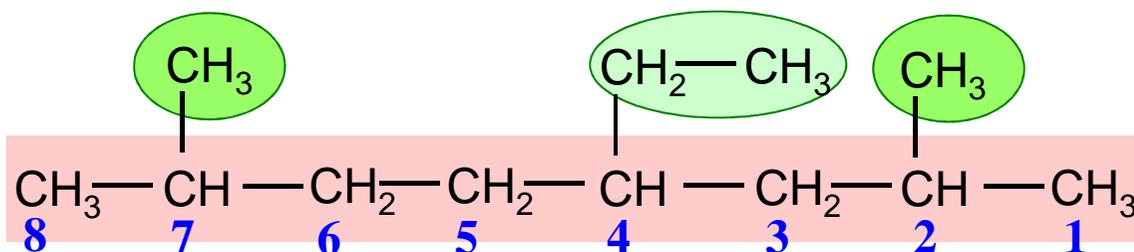
\* Bsp. abweichend vom Buch



4- Ethyl -3,3-dimethylhexan

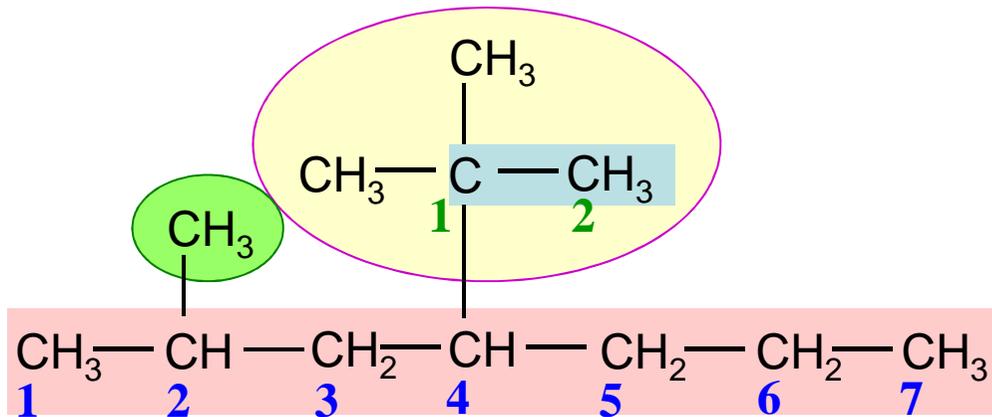


3- Ethyl -2- methylpentan



4- Ethyl -2,7-di methyl octan

# Benennung verzweigter Seitenketten – Beispiel 10



4- (1,1-Dimethylethyl) -2- methyl heptan

Nummerierung der Seitenkette an C-Atom, das an der Hauptkette gebunden ist, beginnen

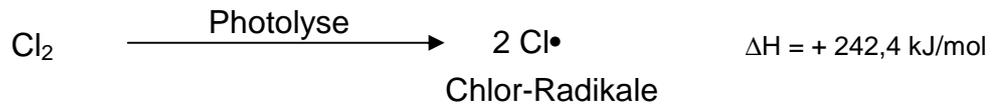
Name der verzweigten Seitenkette in Klammer setzen

Positionsnummer der Verzweigungen mit Bindestrich vor der Klammer angeben

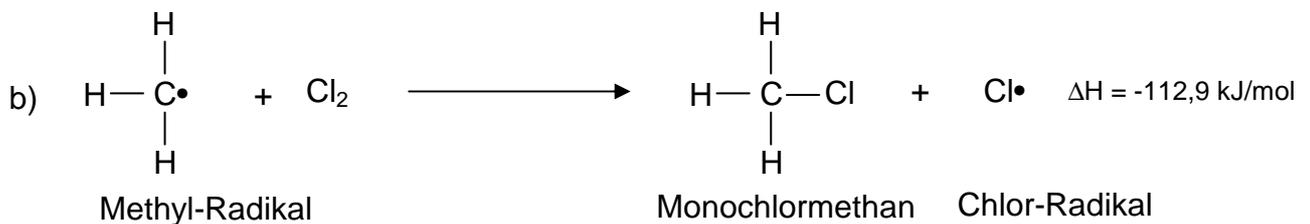
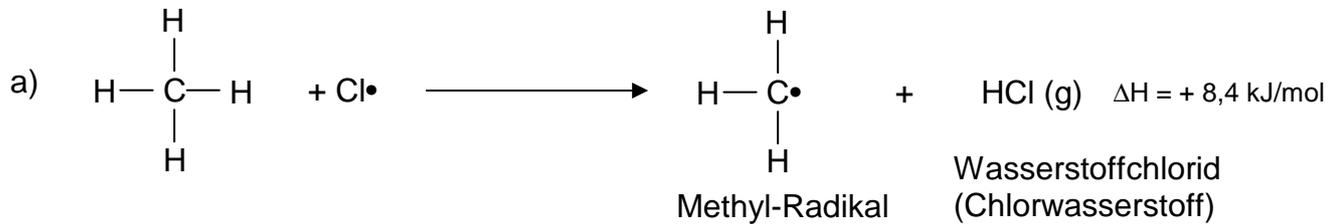
Zahlwort der Seitenkette bestimmt alphabetische Einordnung

# Grundwissen: Mechanismus der radikalischen Substitution $S_R$ bei der Halogenierung von Alkanen

1. Schritt: **Homolyse** von Chlor-Molekülen durch Einwirkung von UV-Licht



2. Schritt: **Kettenfortpflanzungsreaktion**

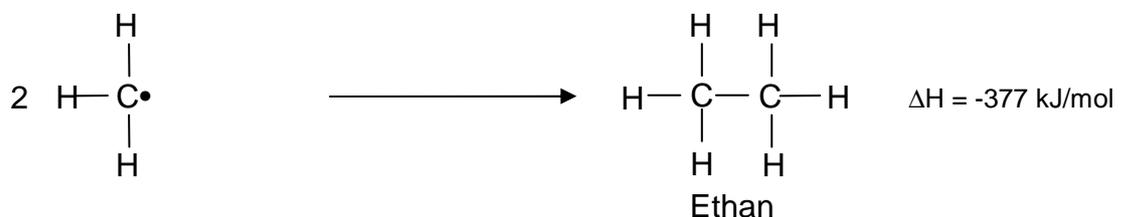
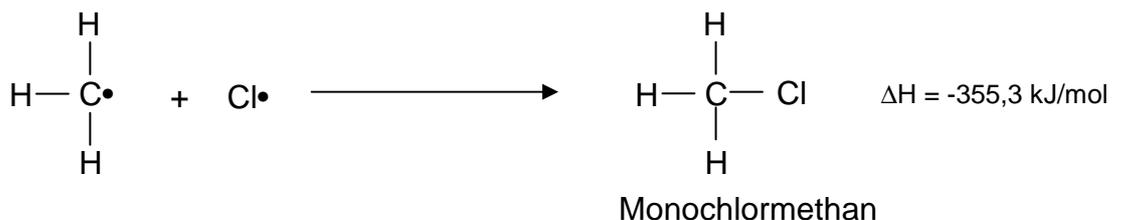


Dann 2a, 2b, 2a, 2b, usw. ...

Weitere Schritte der Kettenreaktion z. B. mit schon halogenierten Produkten führen zur Bildung von Dichlormethan (Methylenchlorid), Trichlormethan (Chloroform), Tetrachlormethan und laufen analog ab.

..... bis schließlich

3. Schritt: **Abbruchreaktionen** (Radikalrekombinationen)



Reaktionstyp: **photochemische Radikalkettensubstitution**

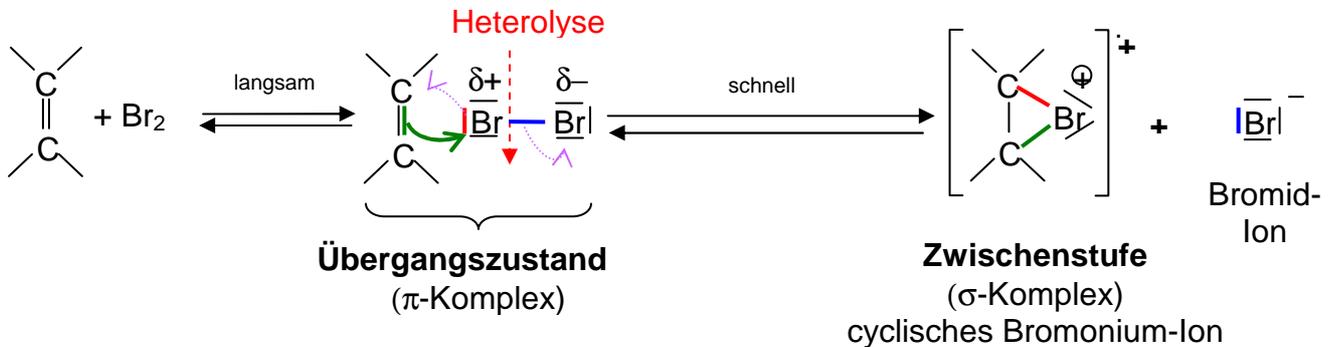
“**Beweise**” für diese Art von Mechanismus ( $S_R$ ):

- es treten niedermolekularen Nebenprodukte (z. B. HCl) auf => Keine Addition sondern Substitution
- es ist Licht notwendig => photochemische Reaktion
- es treten höheren Alkane/Alkanderivate auf => Radikalmechanismus

# Grundwissen: Mechanismus der elektrophilen Addition ( $A_E$ ) bei der Halogenierung von Alkenen

z. B. Reaktion von Brom mit Ethen

## 1. Schritt: elektrophiler Angriff

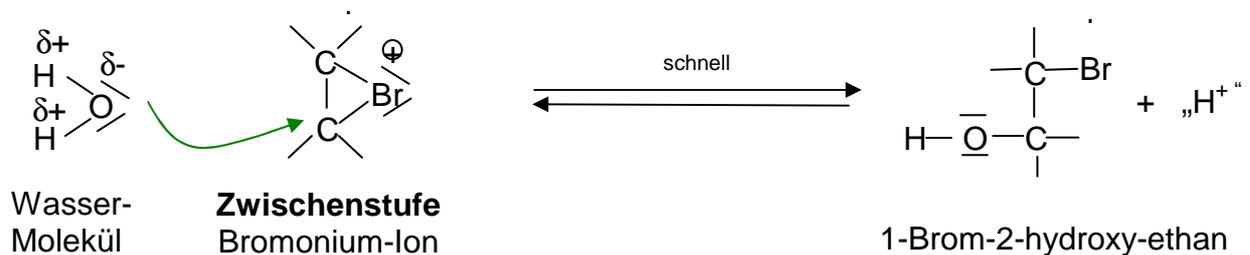


## 2. Schritt: nukleophiler (Rückseiten-)Angriff



Bei Schritt 2 können in einer **Konkurrenzreaktion** auch Wasser-Moleküle (Hydroxid-Ionen) oder **andere Nucleophile** (z. B.  $Cl^-$ -Ionen, die dem Lösemittel zugegeben wurden) den Rückseiten-Angriff durchführen

z. B. Bildung von 1-Brom-2-hydroxy-ethan als Nebenprodukt

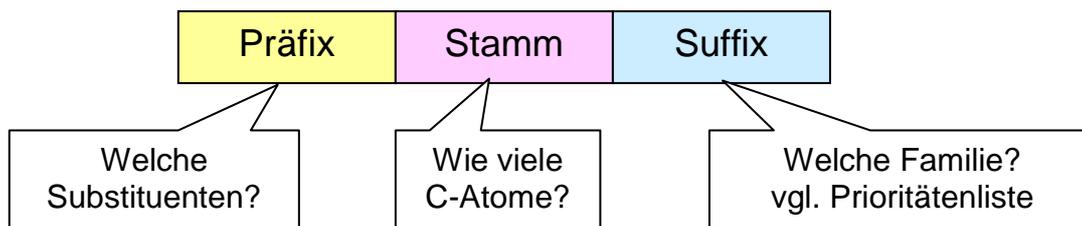


## „Beweise“ für diese Art von Mechanismus

- Reaktion benötigt **kein Licht** (läuft im Dunkeln), keine Wärme => **keine Radikalbildung**
- Reaktion läuft in **polaren Lösemitteln rascher** ab => Hinweis auf **Ionenbildung**, die von polaren Lösemitteln solvatisiert / hydratisiert werden
- In Gegenwart **weiterer Nucleophile** (z.B. Chlorid- / Nitrat-Ionen) entstehen **gemischte Additionsprodukte** (z.B. 2-Brom-1-chlor-ethan) => bestätigt Schritt 2
- **Interhalogenverbindungen** wie z.B. Bromchlorid werden auf Grund der polaren Atombindung **schneller addiert** => Hinweis auf vorausgehende Heterolyse

# IUPAC-Nomenklaturregeln zur Benennung von organischen Molekülen (vereinfachte Version)

1. Der Name des Moleküls wird folgendermaßen aufgebaut:



2. Identifizieren Sie die verschiedenen Substituenten und funktionellen Gruppen, die im Molekül vorhanden sind.
3. Beurteilen Sie die Prioritäten der gefundenen Substituenten und funktionellen Gruppen nach der Prioritätenliste.
4. Suchen Sie die **längste Kohlenwasserstoffkette** mit der **funktionellen Gruppe der höchsten Priorität**.

Die **Anzahl der Kohlenstoffatome** ergibt den **Stammmamen** (leitet sich von den Alkanen ab; bei Ringen: cyclo...; es gilt Ring vor Kette!) und diese **funktionelle Gruppe** wird als **Suffix** angehängt.

Die anderen **Substituenten** werden als **Präfixe** voran gestellt. Mehrere identische Substituenten werden durch die Zahlwörter (di, tri, tetra, ...) angegeben.

Die Suffixe sind:

-al	-CHO	(Aldehyde)
-on	-CO-	(Ketone)
-ol	-OH	(Alkohole)
-en	-CH=CH-	(Alkene)
-in	-C≡C-	(Alkine)
-an		Alkane, Cycloalkane (ohne Mehrfachbindungen)
usw.		

Unterschiedliche Funktionalitäten werden im Namen entsprechen dieser Reihenfolge gelistet: **an - en - in - ol - on - al**

- **on, ol** und **al** werden immer mit **an** oder **en** oder **in** verbunden
  - **an** wird nicht geschrieben, wenn **en** oder **in** benutzt wird.
  - **ol** wird nicht gemeinsam mit **al** oder **on** verwendet. Stattdessen wird die OH-Gruppe als Hydroxy-Substituent aufgeführt.
5. Nummerieren Sie diese längste Kette nun so, dass die funktionelle Gruppe der höchsten Priorität die **niedrigste Positionsziffer** erhält. Die Positionsziffern werden vor den Stamm geschrieben, die Positionsziffer 1 gibt man in der Regel nicht an.  
Ist die funktionelle Gruppe in der Mitte oder gibt es keine höchstprioritäre funktionelle Gruppe (z.B. bei Polyhalogenalkanen), dann nummerieren Sie so, dass die **Summe der Positionsziffern aller anderen Substituenten möglichst klein** ist.
  6. Beachten Sie bei der Benennung mehrerer funktioneller Gruppen die **Reihenfolge der Priorität**. Nur die **höchste Priorität steht am Ende** und ist der **Namensgeber** der Substanzklasse. Unmittelbar davor steht der **Stammmamen** (zugrundeliegender Kohlenwasserstoff). Alle **weiteren Substituenten** werden mit Angabe der Positionsziffer als **Präfixe in alphabetischer Reihenfolge vorangefügt**. Zahlwörter (z.B. di-, tri- oder tetra-) werden hierbei für die Sortierreihenfolge nicht berücksichtigt.
  7. Ist der Substituent selbst substituiert, wird für ihn ein Name analog Regel 1-6 gebildet, der auf **yl** endet (nicht auf an). Allerdings beginnt die **Nummerierung im Substituenten mit dem Atom, das an den Stamm gebunden ist**. Substituierte Substituenten werden als Ganzes eingeklammert, wenn sie selber eine Positionsnummer relativ zum Stamm haben, z.B. 5-(2-Methylpropyl)-nonan.
  8. Die Konfiguration von **Doppelbindungen** wird nach dem **E/Z-Formalismus** bestimmt. Die Inspektion der Substituenten auf jeder Doppelbindungshälfte nach **CIP** (Cahn-Ingold-Prelog) ergibt die **Prioritäten** (**Achtung: Priorität abweichend nach Ordnungszahlen!**). Die Konfiguration der Substituenten höherer Priorität erlaubt die **E/Z-Bezeichnung**. Die **Lage** (wenn nötig) und **Doppelbindungskonfiguration** werden **vor dem systematischen Namen in Klammern** gesetzt.
  9. **Bindestrache** werden nur zwischen Zahlen und Text eingefügt, sowie zwischen einer geschlossenen Klammer und weiterem Text.

Quelle: <http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/praktika/uebung-bio1/nomenklatur-regeln-ws08.pdf>

## Benennung und Priorität ausgewählter (funktioneller) Gruppen

Bei der Benennung von Molekülen mit mehreren funktionellen Gruppen wird die funktionelle Gruppe mit der höchsten Priorität als Suffix (Nachsilbe) verwendet, die übrigen funktionellen Gruppen werden als Präfixe mit Angabe der Positionsnummer vorangestellt. Die funktionelle Gruppe mit der höchsten Priorität erhält eine möglichst niedrige Positionsnummer.

**Achtung, Abweichung bei E-Z-Benennung! Die Priorität an der Doppelbindung richtet sich nach der Ordnungszahl der Atome. I > Br > Cl > S > F > O > N > C > H**

Verbindungsklasse	charakteristische Gruppe	Vorsilbe (Präfix)	Nachsilbe (Suffix)	
<b>Carbonsäuren</b>	<b>Carboxygruppe</b> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \mid \\ \text{O---H} \end{array}$	Carboxy-	<b>-säure</b> (-carbonsäure, dann ist ein C-Atom weniger im Stammnamen zu berücksichtigen)	
<b>Carbonsäureester</b>	Carboxylatgruppe $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \mid \\ \text{O---C---} \\ \mid \end{array}$	(Alkyl-)oxycarbonyl-	<b>-oat</b> -carboxylat <i>alternativ: -ester</i>	
<b>Aldehyde</b>	<b>Carbonylgruppe</b>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \mid \\ \text{H} \end{array}$	Oxo- / Formyl -CHO als Seitenkette	<b>-al</b>
<b>Ketone</b>		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C} \\ \mid \\ \text{---C---} \\ \mid \end{array}$	Oxo-	<b>-on</b>
<b>Alkohole</b>	<b>Hydroxygruppe</b> $\text{---}\overline{\text{O}}\text{---H}$	<b>Hydroxy-</b>	<b>-ol</b>	
<b>Amine</b>	Aminogruppe $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{---}\overline{\text{N}} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Amino-	-amin	
<b>Ether</b>	Alkoxygruppe $\begin{array}{c} \mid \\ \text{---C---}\overline{\text{O}}\text{---C---} \\ \mid \end{array}$	Alkyloxy-	<b>-ether</b>	
<b>Alkene</b>	Doppelbindung $\begin{array}{c} \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \end{array}$	--	<b>-en</b>	
<b>Alkine</b>	Dreifachbindung $\text{---}\text{C} \equiv \text{C}\text{---}$	--	<b>-in</b>	
<b>Halogenide</b>	$\text{---}\overline{\text{X}}\text{I}$ X = F, Cl, Br, I	<b>Brom- Chlor- Fluor- Iod-</b>	--	
<b>Alkane</b>	Einfachbindung $\begin{array}{c} \mid \\ \text{---C---} \\ \mid \end{array}$	Alkyl-	<b>-an</b>	

Abnehmende Priorität der funktionellen Gruppe