

# Chemie

Schwerpunktfach Biologie & Chemie

Persönliche Maturvorbereitung

Reaktionstypen & Reaktionsmechanismen

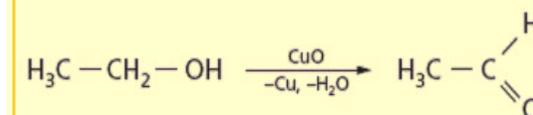
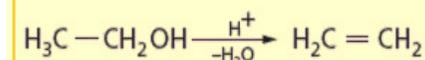
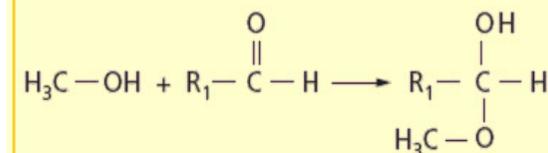
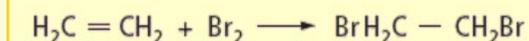
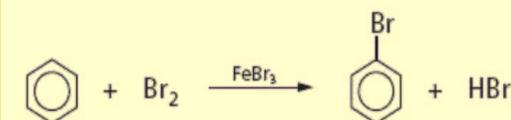
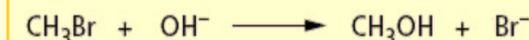
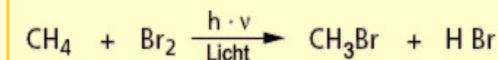
---

## Aufgabe

- ▽ Auf den nächsten Seiten findet sich eine Übersicht aller Reaktionstypen und aller Reaktionsmechanismen, die im Chemieskript verwendet wurden.
- ▽ Stellen Sie die per Übersichtseite aus dem Skript zusammengestellten Prinzipien und Beispiele graphisch dar.
- ▽ Sehr wichtig ist, dass Sie sich die Prinzipien vor Augen führen z.B. Der Ringschluss bei den Aldosen ist eine Nucleophile Addition der Hydroxygruppe des C5 zur Aldehydgruppe am C1. Es entsteht ein Halbacetal.
- ▽ Übertragen Sie nicht einfach wahllos und unreflektiert. *Das Schreiben einer Zusammenfassung* ist nicht der Sinn. Die *Reflexion* ist das Wichtige, das *Stolpern* und das *Sich-Fragen* müssen.
- ▽ Auf openKME ist unter *SCB4A:Matur* ein Wiki eröffnet worden, in dem die Fragen abgelegt werden können.
  
- ▽ Zu den folgenden Arbeitsblättern gibt es **keine Lösungen (!)**, da es sich hier um persönliche und individuelle graphische Aufarbeitungen handelt. Alle Informationen befinden sich im vorangegangenen Text und im Skript.
  
- ▽ Diese Vorbereitung wird während der Repetition vor der Matur gemeinsam durchgesehen.

# Reaktionstypen der Organischen Chemie

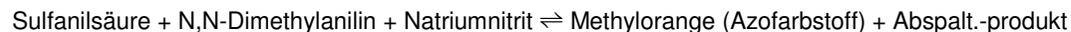
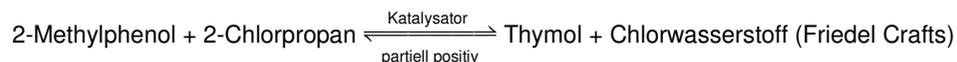
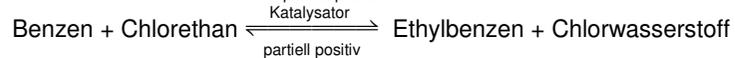
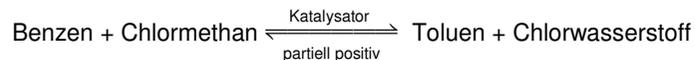
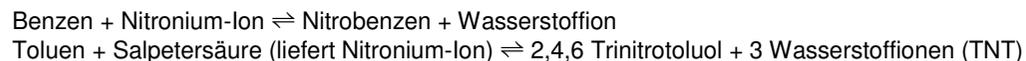
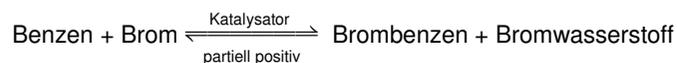
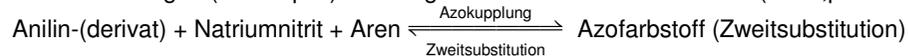
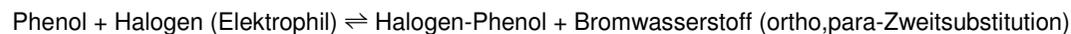
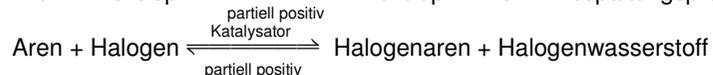
<p><b>Radikalische Substitution</b></p> <p>Bei <b>Substitutionsreaktionen</b> werden Atome oder Atomgruppen in einem Molekül ausgetauscht. Nach der Art des Reagenz unterteilt man in radikalische, nucleophile oder elektrophile Substitutionen. Im Unterschied zur Addition oder Eliminierung bleibt bei Substitutionen der Hybridisierungszustand der Kohlenstoffatome im Molekül erhalten. Die <b>radikalische Substitution</b> läuft über Radikale als Zwischenschritte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ typische Reaktion der Alkane</li> <li>▪ Alkane werden aktiviert</li> <li>▪ durch Licht aktiviert</li> </ul>
<p><b>Nukleophile Substitution</b></p> <p><b>Nukleophile Substitutionen</b> finden an Substraten statt, die an einem gesättigten, sp<sup>3</sup>-hybridisierten Kohlenstoffatom eine polare Atombindung besitzen. Das Nucleophil tauscht eine an diesem sp<sup>3</sup>-Kohlenstoffatom gebundene funktionelle Gruppe aus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ typisch für Halogenalkane und Alkanole</li> <li>▪ Oft werden Halogenalkane weiterverarbeitet z.B. zu Alkoholen. Grosse Reaktionsvielfalt.</li> </ul>
<p><b>Elektrophile Aromatische Substitution</b></p> <p>Aromatische Verbindungen sind durch das π-Elektronensystem elektronenreiche Verbindungen, die mit Elektrophilen reagieren. Bei der <b>elektrophilen Substitution</b> wird der aromatische Zustand durch die Abgabe eines Protons wieder hergestellt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aromatischer Ring wird mit funktionellen Gruppen „ausgerüstet“.</li> <li>▪ oft Katalysatoren erforderlich</li> <li>▪ Substituenten bestimmen den Ort der Zweitsubstitution</li> </ul>
<p><b>Elektrophile Addition</b></p> <p><b>Additionen</b> sind Anlagerungen von Reagenzien an Substrate, die über mindestens eine Mehrfachbindung verfügen. Auf Kosten der Mehrfachbindung werden zwei neue σ-Bindungen gebildet. Die Hybridisierung der an der Carbonylgruppe beteiligten Atome ändert sich.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ typische Reaktion ungesättigter Verbindungen (Alkene und Alkine)</li> </ul>
<p><b>Nukleophile Addition</b></p> <p><b>Additionen</b> sind Anlagerungen von Reagenzien an Substrate, die über mindestens eine Mehrfachbindung verfügen. Auf Kosten der Mehrfachbindung werden zwei neue σ-Bindungen gebildet. Die Hybridisierung der an der Carbonylgruppe beteiligten Atome ändert sich.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ typisch für Aldehyde, Ketone und Carbonsäurederivate</li> <li>▪ Grundlage (Teilaspekt) der Veresterung und Halbacetal-/Acetalbildung (Ringschluss bei Zuckern)</li> </ul>
<p><b>Eliminierung.</b></p> <p>Bei der <b>Eliminierung</b> werden aus einem Substrat Atome oder Atomgruppen unter Bildung einer Mehrfachbindung abgespalten. Sie ist damit die Rückreaktion der Addition. Bei Wasserabspaltung spricht man auch von Kondensationsreaktion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ typisch für Alkohole: Darstellung von Alkenen aus Alkoholen</li> </ul>
<p><b>Redoxreaktionen</b></p> <p>Bei Redoxreaktionen sind oftmals Carbonylgruppen involviert. Allen Redoxreaktionen ist gemein, dass sich die Oxidationszahl des Kohlenstoffatoms der funktionellen Gruppe ändert und es somit zu einer Elektronenübertragung an der funktionellen Gruppe kommt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Primäre Alkohole können zu Aldehyden und Carbonsäuren oxidiert werden.</li> <li>▪ Sekundäre Alkohole werden zu Ketonen oxidiert.</li> </ul>



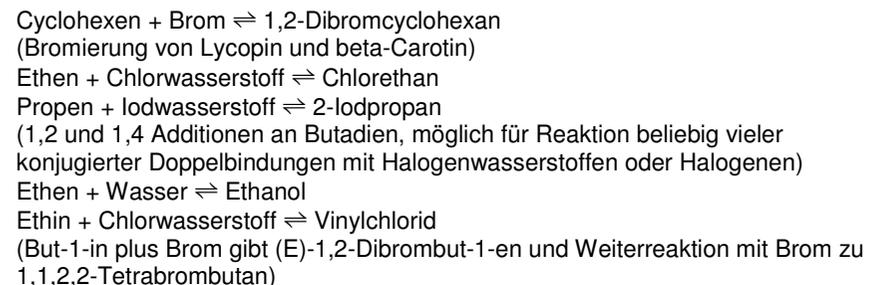
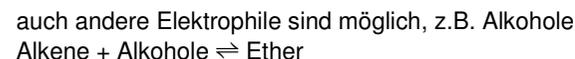
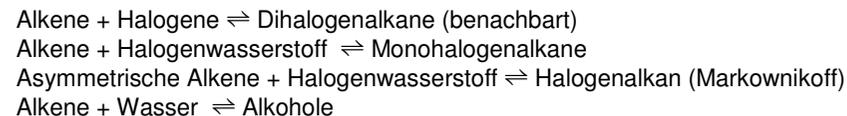
## Radikalische Substitution $S_R$



## Elektrophile Aromatische Substitution $S_E$

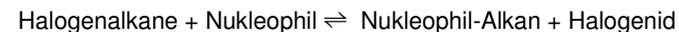


## Elektrophile Addition $E_A$



# Reaktionsmechanismen Beispiele des Skripts

## Nukleophile Substitution $S_N$



## Redoxreaktionen Organischer Sauerstoffverbindungen

Alkohole + [Sauerstoff]  $\rightleftharpoons$  Aldehyde, Ketone  
Aldehyde + [Sauerstoff]  $\rightleftharpoons$  Carbonsäuren

Ethanol + Kupferoxid  $\rightleftharpoons$  Ethanal + Kupfer  
Ethanol +  $\text{Cr}^{6+} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}$  + Essigsäure (Alkotest)  
 $2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{R-CHO} \rightleftharpoons 2 \text{Ag} + \text{R-COOH} + \text{H}_2\text{O}$  (Silberspiegelprobe = Tollens Reagenz)  
Keto-Enol-Tautomerie mit Aceton oder Fructose/Glucose

# Reaktionsmechanismen

## Beispiele des Skripts

## Eliminierungsreaktionen

Eliminierungsreaktionen unter Abspaltung von Wasser werden auch als Kondensationsreaktionen bezeichnet, Gegenteil von Additionsreaktionen.

Darstellung von Alkenen: Alkanole + Schwefelsäure  $\rightleftharpoons$  Alkene + Wasser  
Synthese von Estern aus Carbonsäuren und Alkoholen unter Wasserabspaltung (2. Schritt der Veresterungsreaktion)  
Synthese von Amiden aus Carbonsäuren und Aminen unter Ammoniakabspaltung = Synthese von Peptiden (2. Schritt bei der Herstellung von Dipeptiden)  
Synthese (enzymatisch) von Disacchariden aus Monosacchariden unter Wasserabspaltung  
Wasserabspaltung häufig mit konz. Schwefelsäure

## Nukleophile Additionsreaktionen

häufig ein Teilschritt der folgenden Reaktionen

### Veresterung/Verseifung

Veresterung: Carbonsäure + Alkohol  $\xrightleftharpoons[\text{aus H}_2\text{SO}_4]{\text{Katalysator H}^+}$  Ester + Wasser

Verseifung: Fett + konz. Base  $\rightleftharpoons$  Glycerin + Carboxylat-Anion (Seife)

Essigsäure + Ethanol  $\xrightleftharpoons[\text{aus H}_2\text{SO}_4]{\text{Katalysator H}^+}$  Essigsäureethylester (Ethylacetat) +  $\text{H}_2\text{O}$

Essigsäure + Salicylsäure  $\xrightleftharpoons[\text{aus H}_2\text{SO}_4]{\text{Katalysator H}^+}$  Aspirin +  $\text{H}_2\text{O}$

### Halbacetalbildung

Aldehyd + Alkohol  $\xrightleftharpoons[\text{aus H}_2\text{SO}_4]{\text{Katalysator H}^+}$  Halbacetal

Ringschlussreaktion bei Zuckern = Halbacetalbildung  
Mutarotation bei Zuckern  
Methanal + Ethanol

### $\alpha$ CH-Acidität Aldolreaktion & Aldolkondensation

Carbonylverbindungen +  $\text{OH}^-$  gibt  $\beta$ -Hydroxycarbonylverbindungen  
anschliessend angesäuert gibt  $\alpha$ - $\beta$ -ungesättigte Carbonylverbindungen

Synthese von Sorbinsäure:

(2E)-But-2-enal + Essigsäure  $\xrightleftharpoons{\text{Base OH}^-}$  (4E)-3-Hydroxyhex-4-ensäure (AldolRk)  
(4E)-3-Hydroxyhex-4-ensäure  $\xrightleftharpoons{\text{Säure H}^+}$  (2E, 4E)-Hexa-2,4-diensäure (Aldolkond.)

Synthese von Zitronensäure im Citratcyclus

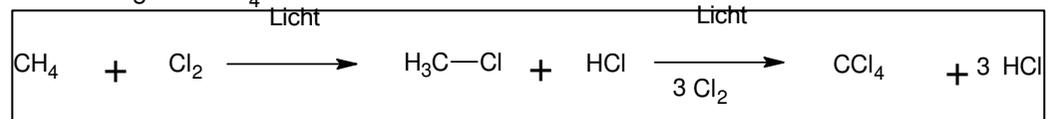
# Radikalische Substitution S<sub>R</sub> Muster-ARBEITSBLATT

Beispiel für ein Arbeitsblatt (nicht vollständig)



Alkane reagieren sehr schlecht, da sie wenig polar sind. Sie lassen sich nur (mit Sauerstoff) verbrennen, da die Produkte CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O sehr polar sind (energetisch sehr tief).

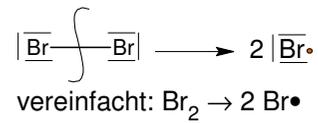
Herstellung von CCl<sub>4</sub> = Tetrachlormethan



# Radikalische Substitution S<sub>R</sub> Muster-REAKTIONSMECHANISMUS

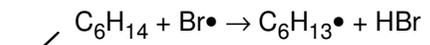
Suchen Sie den Reaktionsmechanismus aus dem Skript heraus und notieren Sie ihn hier.

1. Stufe: Start

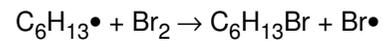


Brom farbig, absorbiert Licht = Energie  
Homolytische Spaltung  $\rightarrow$  Bromradikal  
Radikal hier Brom-Atom: besitzt  
ungepaartes  $e^-$ ; höchst reaktiv,  
versucht an 8  $e^-$  heranzukommen

2. Stufe

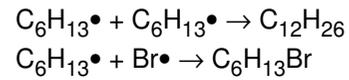


3. Stufe



Kettenreaktion

4. Stufe



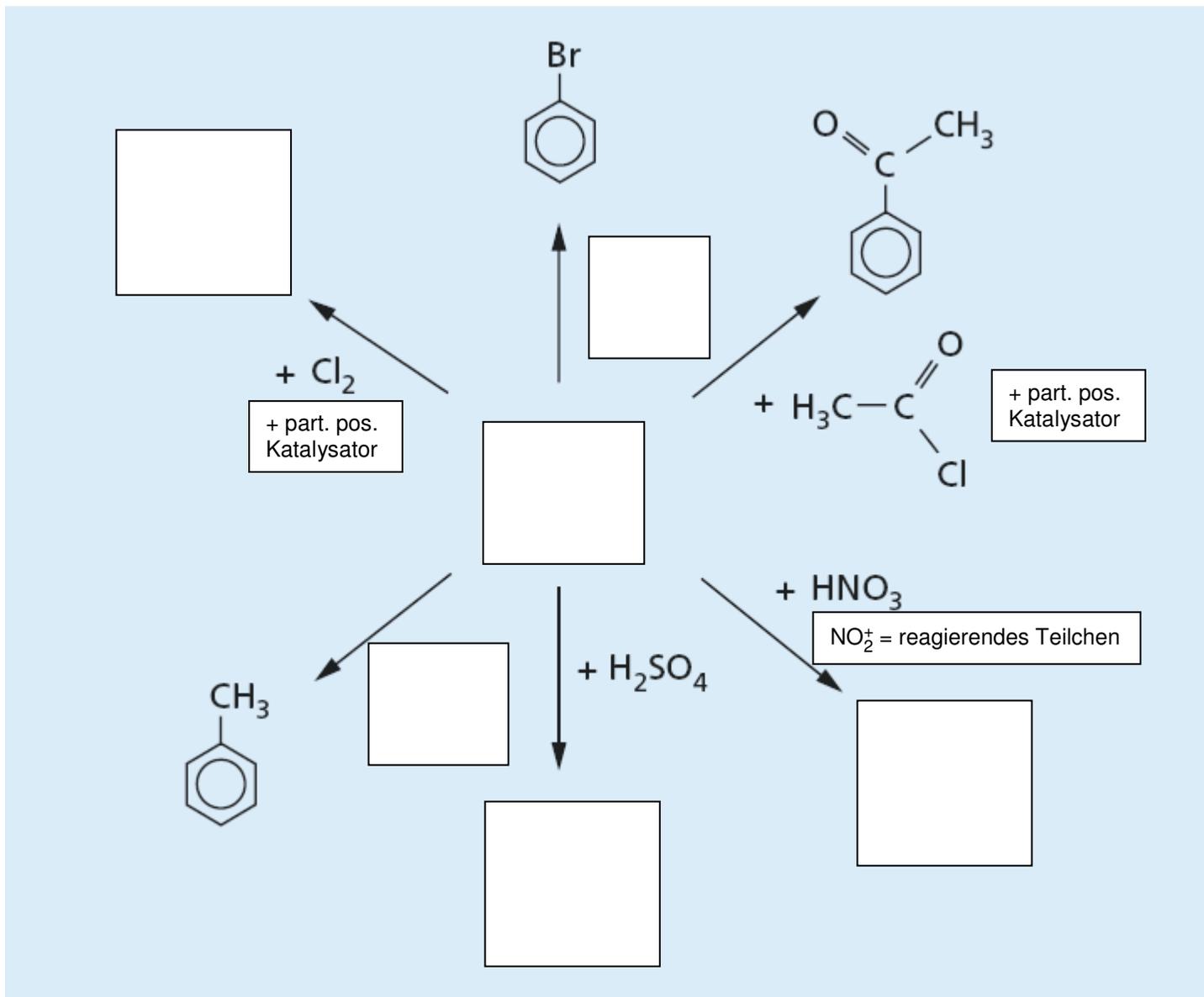
Kettenabbruchreaktion  
2 Radikale treffen aufeinander



# Elektrophile Addition E<sub>A</sub> REAKTIONSMechANISMUS



# Elektrophile Aromatische Substitution $S_E$ ÜBUNGSBLATT



(Hinweis:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lässt sich auch als  $\text{SO}_3$  und  $\text{H}_2\text{O}$  formell betrachten.)

# Elektrophile Aromatische Substitution $S_E$ REAKTIONSMECHANISMUS



# Nukleophile Substitution $S_N$ REAKTIONSMECHANISMUS

# Redoxreaktionen Organischer Sauerstoffverbindungen ARBEITSBLATT



# **Nukleophile Additionsreaktionen ARBEITSBLATT**

Veresterung/Verseifung, Halbacetalbildung, Aldolreaktion/Aldolkondensation

# Nukleophile Additionsreaktionen    Reaktionsmechanismen

Veresterung/Verseifung, Halbacetalbildung, Aldolreaktion/Aldolkondensation



