

## Zusammenfassung

### Carbonylverbindungen

- polarisierte Doppelbindung in **Carbonylverbindungen** ermöglicht die Reaktion mit **Nucleophilen** (→ Bildung einer **tetraedrischen Zwischenstufe**) und **Elektrophilen** (→ **Aktivierung**)
- **Carbonsäurederivate** tragen gute **Abgangsgruppen X**, die aus der Zwischenstufe abgespalten werden → **Substitution**
- **Ketone** und **Aldehyde** tragen keine Abgangsgruppen und ihre **Zwischenstufe** wird durch **Protonierung** stabilisiert → **Addition**
  - mit Wasser bilden sich **Hydrate**
  - mit Alkoholen bilden sich **Halbacetale**, welche in saurer Lösung **Vollacetale** bilden
  - mit Aminen bilden sich **Halbaminale**
- Amine und Aldehyde/Ketone reagieren zu **Iminen** (primäre Amine) oder **Enaminen** (sekundäre Amine)
- Aldehyde und Ketone liegen im Gleichgewicht mit ihrer Enolform vor → **Keto-Enol-Tautomerie**  
Starke Basen deprotonieren in  $\alpha$ -Position → Bildung eines **C-Nucleophils**
  - Addition an eine weitere Carbonylverbindung führt zu **Aldolen**  
→ **Aldolkondensation** führt dann zu  **$\alpha,\beta$ -ungesättigten Carbonylverbindungen**
- Carbonsäuren sind aufgrund ihrer resonanzstabilisierten Anionen **azide**
- Reaktivität von Carbonsäurederivaten:  
Säurechlorid > Anhydrid > Thioester > Carbonsäureester > Carbonsäureamid > Carboxylat
- **Carbonsäureester** entstehen durch die Reaktion von **Carbonsäuren** und **Alkoholen** unter Säurekatalyse (→ Gleichgewichtsreaktion)
- **Triacylglycerole** sind Ester des **Glycerols** mit drei **Fettsäuren**
- Alkalische Hydrolyse der Triacylglycerole führt zu **Seifen** (= **Amphiphile**)
- **Phosphoglycerole** (= **Phospholipide**) tragen zwei Alkylketten und bilden **Doppelschichten** (wichtig für den Aufbau **biologischer Membranen**)
- **Oxidationen** und **Reduktionen** lassen sich über die **Anzahl** an **CH-Bindungen** beschreiben
- **Hydrochinone** (reduzierte Form) und **Chinone** (oxidierte Form) spielen als Redoxpaar eine wichtige Rolle bei physiologischen **Elektronenübertragungsprozessen**

### Schlüsselbegriffe

- |           |                      |                       |
|-----------|----------------------|-----------------------|
| ■ Keton   | ■ Halbacetal, Acetal | ■ Triacylglycerol     |
| ■ Aldehyd | ■ Aldolkondensation  | ■ Phosphoglycerol     |
| ■ Hydrat  | ■ Carbonsäureester   | ■ Hydrochinon, Chinon |

### Aufgabe 11-1: Carbonylverbindungen – Definition und Reaktivität.

- a) Welche Gruppen von Carbonylverbindungen sind Ihnen bekannt?
- b) Skizzieren Sie an welchen Stellen einer Carbonylverbindung die Reaktion mit einem Elektrophil, einem Nucleophil oder einer Base möglich ist? Kennzeichnen Sie auch die Polarisation der Atome der Carbonylgruppe.

## Übung 11: Reaktionen von Carbonylverbindungen

Übung für Medizinische Biologen - Jun.-Prof. Dr. Michael Giese

### Aufgabe 11-2: Reaktionen von Carbonylverbindungen mit Nucleophilen.

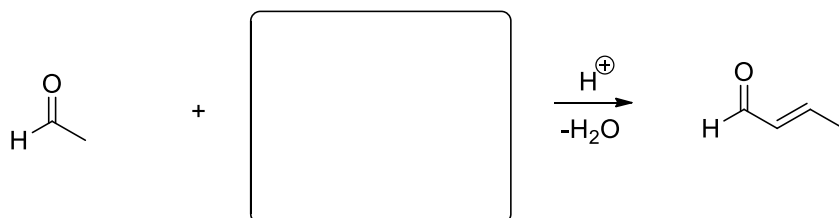
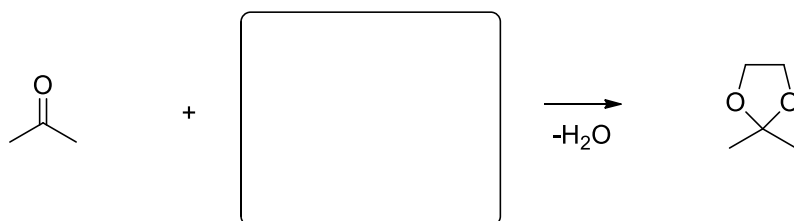
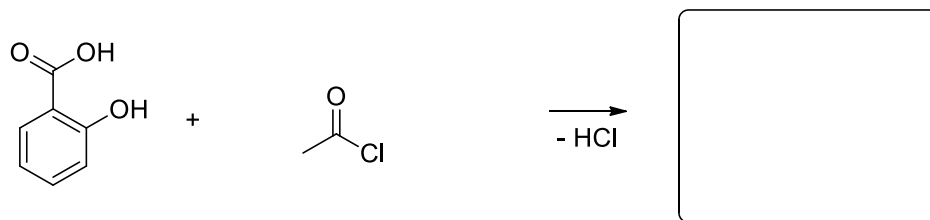
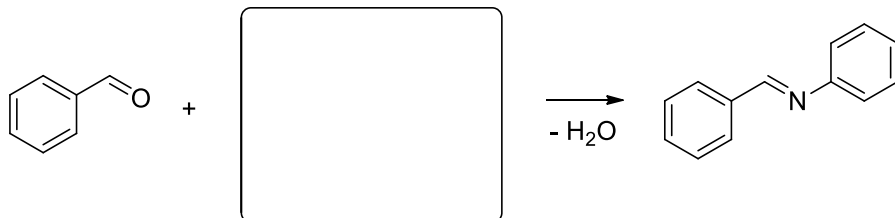
Für die Reaktion von Carbonylverbindungen mit Nucleophilen sind zwei Reaktionswege möglich. Welche? Nennen Sie die charakteristischen Stoffgruppen, die über diese Reaktionswege mit Nucleophilen reagieren.

### Aufgabe 11-3: Reaktionen von Carbonylverbindungen mit Elektrophilen.

Erläutern Sie die erhöhte Azidität von Carbonylverbindungen im Vergleich zu Alkanen. Zeichnen Sie dazu die entsprechenden Produkte der Deprotonierung.

### Aufgabe 11-4: Reaktionen von Carbonylverbindungen.

a) Ergänzen Sie die fehlenden Reagenzien bzw. die Produkte der Reaktion.



b) Benennen Sie die Substanzklasse des jeweiligen Produkts

### Aufgabe 11-5: Aldol-Addition.

Entscheiden Sie welche der nachfolgenden Aussagen zur Aldol-Addition von zwei Molekülen Acetaldehyd (Ethanal) richtig oder falsch sind.

	richtig	falsch
Es tritt eine C–C-Verknüpfung ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es tritt ein mesomeriestabilisiertes Carbanion (Enolat-Ion) als Zwischenstufe auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es wird ein Proton von einer Aldehyd-Gruppe (Formyl-Gruppe) abgespalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es handelt sich um eine <i>nucleophile</i> Addition.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es geht ein C-Atom vom $sp^2$ -hybridisierten in den $sp^3$ -hybridisierten Zustand über.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Aufgabe 11-6: Carbonsäure-Derivate.

Ordnen Sie die nachfolgenden Carbonsäure-Derivate gemäß ihrer Reaktivität.

### Aufgabe 11-7: Carbonsäureester.

- Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die säurekatalysierte Veresterung von Essigsäure mit Ethanol.
- Welchem Reaktionstyp folgt die Reaktion.

### Aufgabe 11-8: Reaktionen von Aldehyden.

Welche Reaktion und welches Produkt erwarten Sie nach der Umsetzung von Ethanal mit den folgenden Reagenzien:

- Kaliumpermanganat
- 1,2-Ethandiol
- Cyclohexylamin
- Ethanal unter sauren Bedingungen