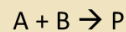


Zusammenfassung

Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen

- **Kinetik** beschreibt die **Reaktionsgeschwindigkeit** einer chemischen Reaktion
- **Zusammenhang** zwischen **Reaktionsgeschwindigkeit** und Konzentration der **Reaktionsteilnehmer** wird durch das **Reaktionsgeschwindigkeitsgesetz** quantifiziert



$$v = k \cdot [A]^n \cdot [B]^m$$

$$v = k$$

0. Ordnung

$$v = k \cdot [A]$$

1. Ordnung

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

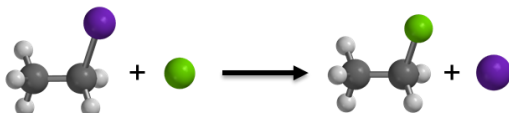
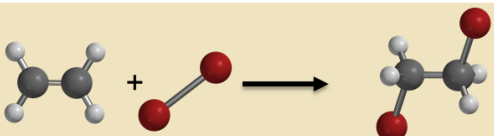
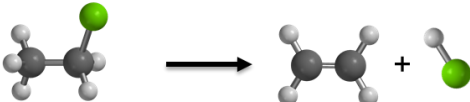
2. Ordnung

- Chemische Reaktionen können **einstufig (konzentriert)** oder **mehrstufig** verlaufen
- Einzelne Reaktionsschritte sind meist **monomolekular** oder **bimolekular**
- **Reaktionsmechanismus** beschreibt den genauen **molekularen Ablauf** der Reaktion
- **Reaktionsdiagramme** beschreiben die **Veränderung der Energie** während der Reaktion
 - **Energiedifferenz** zwischen **Ausgangs-** und **Endzustand** beschreibt die Gleichgewichtslage der Reaktion (**Thermodynamik**)
 - **Übergangszustände** = **Maxima** des Reaktionsdiagramms, Energie die zum Übergangszustand führt = **Aktivierungsenergie**
 - **Intermediate** = **lokale Minima** des Reaktionsdiagramms, kurzlebige Zwischenprodukte
- **Katalysatoren beschleunigen** eine **Reaktion**, werden dabei selber **nicht verbraucht** und beeinflussen die Lage des Gleichgewichts nicht
- Grundprinzip der meisten organisch-chemischen **Reaktion** ist die Reaktion eines **Nucleophils** (= Teilchen mit hoher Elektronendichte) mit einem **Elektrophil** (= Teilchen mit Elektronendefizit)
- Grundprinzip der meisten organisch-chemischen **Reaktion** ist die Reaktion eines **Nucleophils** (= Teilchen mit hoher Elektronendichte) mit einem **Elektrophil** (= Teilchen mit Elektronendefizit)
- Aromaten unterscheiden sich deutlich in ihrer Reaktivität von Alkenen → statt Addition reagieren sie unter **Substitution**
- Erster Substituent am Aromaten bestimmt die Position der Zweitsubstitution
 - aktivierende Substituenten → **ortho/para** Substitution
 - Halogene, deaktivierend aber → **ortho/para** Substitution
 - deaktivierende Substituenten → **meta** Substitution

Schlüsselbegriffe

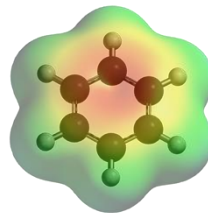
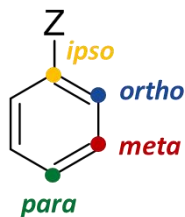
- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| ■ Kinetik | ■ Reaktionsmechanismus | ■ Katalysatoren |
| ■ Reaktionsgeschwindigkeitsgesetz | ■ Reaktionsenergiendiagramm | ■ Elektrophile |
| ■ Nucleophile | ■ Substitution | ■ Substituenten-Effekt |
| ■ Eliminierung | ■ Additionsreaktionen | ■ Elektrophile Substitution am Aromaten |

Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen

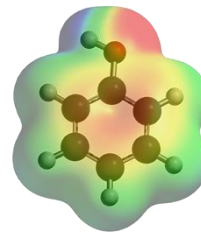
Reaktion	Reaktionstyp	Beispiel
	Substitution	Nucleophile Substitution (S_N1 , S_N2) Elektrophile aromatische Substitution (S_EAr) Radikalische Substitution (S_R)
	Addition	Katalytische Hydrierung Elektrophile Addition von HX / H_2O Elektrophile Addition von X_2
	Eliminierung	Eliminierung ($E1$ und $E2$)

Substitution am Aromaten

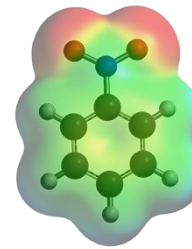
Mehrfach Substitution



Benzol



Phenol
ortho/para



Nitrobenzol
meta

- **Elektronenschiebende** Substituenten wie **-OR**, **-OH**, **-NR₂**, **-NH₂**, **Alkyl** sind **aktivierend** und dirigieren in **ortho/para Position**
- **Halogene** sind **desaktivierend** und **ortho/para**-dirigierend
- **Elektronenziehende** Substituenten wie **-NO₂**, **-CN**, **-COR**, **-CO₂R**, **-CONH₂** sind **desaktivierend** und dirigieren in **meta**-Stellung

Aufgabe 10-1: Einflussfaktoren der Reaktionsgeschwindigkeit.

Welche Faktoren können die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion beeinflussen und warum?

Aufgabe 10-2: Geschwindigkeitsgesetze.

- Formulieren Sie das Geschwindigkeitsgesetz für eine Reaktion 1. Ordnung und nennen Sie ein Beispiel für eine solche Reaktion.
- Von welchen Faktoren hängt die Geschwindigkeitskonstante k ab und wie lautet die Gleichung die diese Abhängigkeit beschreibt?
- Was ist eine Reaktion Pseudo-0. Ordnung und wie lautet das entsprechende Geschwindigkeitsgesetz?

Aufgabe 10-3: Katalyse.

Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Katalysators mit Hilfe eines Energiediagramms.

Aufgabe 10-4: Nucleophile Substitution 2. Ordnung.

Welche der folgenden Aussagen über eine **nucleophile Substitution 2. Ordnung** (S_N2) ist **richtig**?

- S_N2 -Reaktionen verlaufen über ein positiv geladenes C-Atom (Carbenium-Ion) als Zwischenstufe.
- Durch eine S_N2 -Reaktion wird das betroffene C-Atom im Edukt vom sp^3 -hybridisierten in den sp^2 -hybridisierten Zustand im Produkt überführt.
- S_N2 -Reaktionen verlaufen über ein negativ geladenes C-Atom (Carbanion) als Zwischenstufe.
- Primäre Alkylhalogenide gehen nucleophile Substitutionen bevorzugt nach dem S_N2 -Mechanismus ein.
- Die Geschwindigkeit der S_N2 -Reaktion ist nur von der Konzentration eines Eduktes abhängig.

Aufgabe 10-5: Nucleophile Substitution.

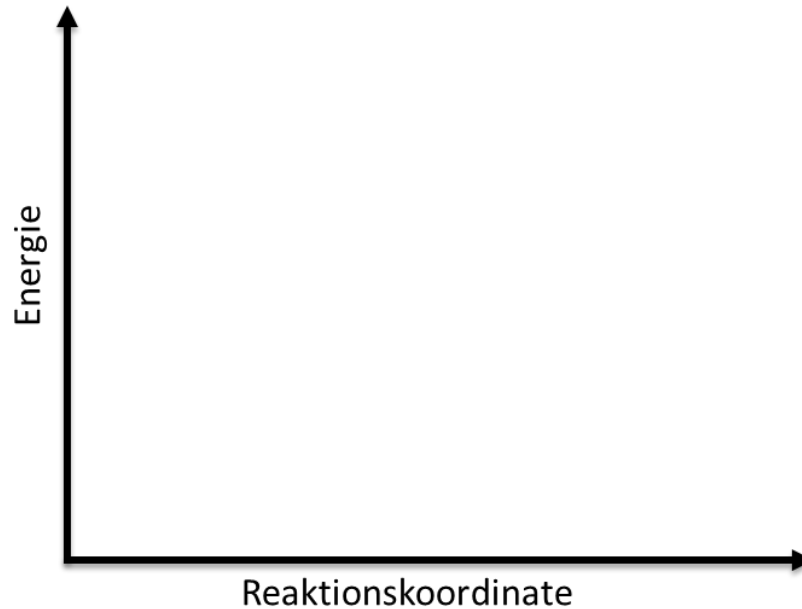
Wenn man optisch aktives *2-Butanol* mit HBr versetzt, erhält man racemisches, also optisch inaktives *2-Brom-butan*.

- a) Lässt diese Beobachtung auf einen S_N1 - oder einen S_N2 -Mechanismus schließen? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe einer formelmässigen Darstellung.
- b) Zeichnen Sie schematisch das Energieprofil der Reaktion:



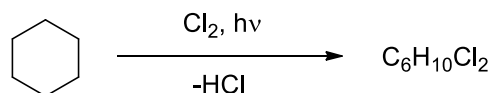
- c) Warum kann man bei dieser Reaktion die Bildung von *2-Buten* als Nebenprodukt beobachten?

- b) Skizzieren Sie das Reaktionsenergiendiagramm für **Reaktion 2**. Beschriften Sie das Diagramm und kennzeichnen Sie Edukte, Produkte, Aktivierungsenergie, Übergangszustände und evtl. vorhandene Zwischenstufen.



Aufgabe 10-8: Radikalische Substitution.

Bei einer radikalischen Chlorierung von **Cyclohexan** (C_6H_{12}) (s. Formeln) entstehen (unter anderem) verschiedene **Isomere** (**Konstitutions-**, **Konfigurations-**, **Konformations-**Isomere) des **Dichlor-cyclohexans**.



- Geben Sie die Strukturformel und die systematischen Namen (nach IUPAC) für die möglichen *Konstitutions*-Isomere der Reaktion an.
- Geben Sie jeweils ein Beispiel für *Enantiomeren-* sowie ein *Diastereomerenpaar* des Produktes an.
- Geben Sie ein Beispiel für ein Paar von *Konformationsisomeren* des Produkts an.
- Zeichnen sie (1*R*,3*S*)1,3-Dichlor-cyclohexan
- Ist das (1*R*,3*S*)1,3-Dichlor-cyclohexan chiral?
- Wie nennt man Verbindungen wie (**D**), die trotz zwei (oder mehr) stereogener Zentren, in mindestens einer Konformation vorliegen können, die eine C_s -Symmetrie hat?