

# Chemie

## Themen Übersicht

# Inhalt

1	Was fehlt noch?	3
2	Allgemeines	4
2.1	Homologe Reihen	4
2.2	Bindungen	4
2.2.1	Elektronenpaarbindungen	4
2.2.2	Atombindung	4
2.2.3	Ionenbindung	4
2.2.4	Metallbindung	4
2.2.5	Koordinative Bindungen	5
2.3	Aktivierungsenergie	5
2.4	Kalorimeter	5
2.5	Katalysator	5
2.6	Massenwirkungsgetz	6
2.7	Nukleophiler Angriff	6
2.8	Oxidation	6
2.9	Redox Reaktion	6
2.10	Wichtige Stoffe	6
3	Thermodynamik	7
3.1	Energetik	7
3.1.1	Chemische Reaktionen und Energie	7
3.1.2	System und Umgebung	7
3.1.3	Die innere Energie	7
3.1.4	Energieerhaltungssatz	8
3.2	Endotherm und Exotherm	8
3.3	Innere Energie	8
3.3.1	Innere Energie	8
3.4	Enthalpie	8
3.4.1	Standardreaktionsenthalpie	8
3.4.2	Reaktionsenthalpie berechnen	9
3.5	Entropie	9
3.5.1	Reaktionsentropie	9
3.5.2	2. Hauptsatz der Thermodynamik	9
3.5.3	3. Hauptsatz der Thermodynamik	9
4	Metastabile Systeme	10
4.1	Chemisches Gleichgewicht	10
4.1.1	Chemisches Gleichgewicht Berechnung	10
4.2	Metastabile Systeme	10
4.3	Spontane Vorgänge	10

4.3.1	Gibbs Hemholtz Gleichung	10
4.3.2	Ordnung im System	11
5	Säure/Base	12
5.1	Säure Base Liste	12
5.2	pH-Wert	13
5.2.1	pKs/pKb Berechnung	13
5.3	pKs/pKb Wert	13
5.3.1	pKs/pKb Berechnen	13
5.4	Säure Base Reaktion	13
5.5	Puffer	14
5.5.1	Puffer Berechnung	14
6	Naturstoffe	15
6.1	Kohlenhydrate	15
6.2	Fischer Projektion	15
6.3	Haworth Projektion	15
6.4	Zucker	15
6.4.1	Monosaccharide	15
6.4.2	Disaccharide	15
6.4.3	Oligosaccharide	16
6.4.4	Polysaccharide	16
6.5	Begriffe	16
6.5.1	Isomerie	16
6.5.2	Asymmetrisches C-Atom	17
6.5.3	Chiralität	17
6.5.4	Alpha-Beta	17
6.5.5	Fehling/Tollens Reaktion	17
7	Aromaten	18
8	Kunststoffe	19
9	Elektrochemie	20

# Kapitel 1: Was fehlt noch?

- Fehling/Tollens Probe
- Redox Reaktion
- Homologe Reihen
- Bindungen
- Mesomer info
- Furanose, Pyranose
- Brönsted
- Koordinative Bindungen
- Schreibweisen:
  - was gibt es und erklärungs
  - Louis (oder wie man das schreibt)
  - Haworth
  - Fischer
  - Ionenschreibweise
- Stoffe:
  - Aldehyde
  - Carboxi-/Carboxylgruppen
  - Voll-/Halbacetat
  - Glycosidische Bindungen
  - Glucose/Fructose
  - Acetat

# Kapitel 2: Allgemeines

## 2.1 Homologe Reihen

## 2.2 Bindungen

### 2.2.1 Elektronenpaarbindungen

- Atome teilen sich die Elektronen
- Immer zwei Elektronen bilden eine Elektronenpaarbindung (polar, unpolar  $\Delta EN$ )
- bindende/nichtbindende Elektronenpaare
- Oktettregel/Edelgaskonfiguration soll erfüllt sein
- Einfach-, Zweifach-, Dreifachbindungen möglich

### 2.2.2 Atombindung

### 2.2.3 Ionenbindung

- Salze
- Nichtmetall mit Metall
- Elektronen werden vollständig übertragen bzw. entzogen  $\Delta EN > 1.5$   
→ Kationen (positiv), Anionen (Negativ)
- Bohr'sche Atommodell → volle äußerste Schale
- positive und negative Ladungen ziehen sich elektrostatisch an
- Gitterstrukturen
- Wechselwirkungen in alle Raumrichtungen
- Hohe Schmelz und Siedepunkte

### 2.2.4 Metallbindung

- Metall
- "Elektronengasmodell"
- Leitfähigkeiten erklärbar
- Duktilität (Verformbarkeit)
- chemische Bindung, die durch Anziehung zwischen Atomrümpfen und den freien Elektronen (Elektronengas) entsteht

### 2.2.5 Koordinative Bindungen

- Kommen bei Komplexverbindungen vor
- Wechselwirkungen zwischen Zentralatom/ion und Liganden
- Spezielle Art der Elektronenpaarbindung
- Koordinationszahl als Anzahl der koordinativen Bindungen am Zentralteilchen
- Lewis Säure/Base-Theorie

Bsp: Diamminsilber(I)-Ions bei Tollens Reaktion, Tetraaquakupfer(II)-Ions bei Fehling Reaktion

### 2.3 Aktivierungsenergie

Die Aktivierungsenergie ist die benötigte Energie um eine Reaktion ablaufen zu lassen. Die Aktivierungsenergie zeigt an ob es sich um eine **exotherme** oder **endotherme** Reaktion handelt. Ist die Aktivierungsenergie hoch, so ist es eine **endotherme** Reaktion, ist sie jedoch niedrig so ist es eine **exotherme** Reaktion. Reaktionen mit niedriger Aktivierungsenergie laufen in der Regel schneller ab und können als spontaner wahrgenommen werden. Um die Aktivierungsenergie herabzusetzen kann man einen **Katalysator** verwenden.

### 2.4 Kalorimeter

Ein Kalorimeter ist ein Gerät um Temperaturen eines Systems zu berechnen.

Aufbau:

- Geschlossener Behälter
- Thermometer
- Rührer

Berechnung:

$$Q = m_{ges} * c_{ges} * \Delta T$$

- Q = Wärmeenergie
- m = Masse des Behälters
- c = spezifische Wärmekapazität
- $\Delta T$  = Temperaturänderung

### 2.5 Katalysator

Ein Katalysator ist ein Stoff um die **Aktivierungsenergie** herabzusetzen.

**"Der Katalysator geht unverändert aus der Reaktion heraus."**

Er bietet der Reaktion eine andere Route wodurch es einfacher wird zu reagieren.

Arten es Katalysator:

- Homogene Katalyse: Der Katalysator und der Reaktionspartner sind beide in der gleichen Phase. Sprich, beide gasförmig oder flüssig. Dadurch können sich die Stoffe gut vermischen.

- Heterogene Katalyse: Beide Stoffe liegen in verschiedenen Phasen vor. Der Katalysator ist im festen Zustand während die Edukte flüssig oder gasförmig sind.
- Biokatalyse: Katalyse die im Körper statt findet (biologische Systeme)
- Autokatalyse: Bei der Reaktion entsteht der Katalysator selbstständig, daher braucht man keinen extra hinzufügen.

## 2.6 Massenwirkungsgesetz

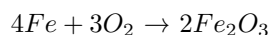
Die Gleichgewichtskonstante  $K_c$  ist temperaturabhängig und unabhängig von den Anfangskonzentrationen der reagierenden Stoffe. Bei konstanter Temperatur im chemischen Gleichgewicht bleibt das Verhältnis der Konzentrationen der Teilchen auf der rechten Seite der Gleichung dividiert durch die Konzentrationen der Teilchen auf der linken Seite konstant. Die Einheit der Gleichgewichtskonstanten hängt von den Koeffizienten in der Reaktionsgleichung ab.

## 2.7 Nukleophiler Angriff

Ein nukleophiler Angriff beschreibt den Angriff eines elektronenreichen Teilchens (Nukleophil) auf ein elektronenarmes Zentrum (Elektrophil) in einer chemischen Reaktion.

## 2.8 Oxidation

Oxidation ist ein chemischer Prozess, bei dem ein Element oder eine Verbindung Elektronen verliert, während es mit einem anderen Stoff reagiert. Die Substanz, die Elektronen verliert, wird als Reduktionsmittel bezeichnet, während die Substanz, die Elektronen gewinnt, als Oxidationsmittel bekannt ist. Ein Beispiel für eine Oxidationsreaktion ist die Reaktion von Eisen mit Sauerstoff, bei der Eisenoxid entsteht:



In diesem Beispiel verliert das Eisen Elektronen und wird oxidiert, während der Sauerstoff Elektronen gewinnt und reduziert wird.

## 2.9 Redox Reaktion

## 2.10 Wichtige Stoffe

Name	Formel
Essigsäure	$HC_3COOH$
Ammoniak	$NH_3$
Ammoniumchlorid	$NH_4Cl$
Chlorwasserstoff	$HCl$
Oxoniumionen	$H_3O^+$
Hydroxidion	$OH^-$
Citronensäure	$C_6H_8O_7$

# Kapitel 3: Thermodynamik

## 3.1 Energetik

### 3.1.1 Chemische Reaktionen und Energie

Alle Stoffe sind mit Energieumwandlungen gekoppelt. Chemische Energie kann umgewandelt werden in:

- thermische Energie
- kinetische Energie (Mechanische Energie)
- elektrische Energie
- Strahlungsenergie

### 3.1.2 System und Umgebung

Will man Energieumsätze bei chemischen Reaktionen betrachten, muss man festlegen in welchem räumlichen Bereich die Untersuchung statt finden soll. Ein solch abgegrenzter Raum nennt man System. Der Bereich der übrig bleibt wird Umgebung genannt.

Arten:

- Offenes System: Energie + Stoffaustausch (Reagenzglas)
- Geschlossenes System: Energieaustausch (Reagenzglas + Stopfen)
- Isoliertes System: kein Austausch (Reagenzglas + Stofen + Styropor)

### 3.1.3 Die innere Energie

Die Summe aller Energie die in einem System steckt:

- chemische Energie
- thermische Energie
- kinetische Energie

Einheit in Joule [J].

Die innere Energie ist eine extensive Größe die von der Stoffmenge abhängig ist. Daher ist der Unterschied  $\Delta U$  messbar.



### 3.1.4 Energieerhaltungssatz

1. Hauptsatz der Thermodynamik:

Die Gesamtenergie eines Systems und seine Umgebung kann weder zu, noch abnehmen.

exotherme Reaktion  $Q_r < 0$  (-E)

endotherme Reaktion  $Q_r > 0$  (+E)

Um  $Q_r$  bestimmen zu können, begrenzt man die Umgebung künstlich auf einen definierten Raum. Dieser muss isoliert sein. Solche "Systeme" sind **Kalorimeter**.

Kann vernachlässigt werden:

- Reaktionswärme die im geschlossenen System bleibt
- Wärmeverlust durch den Deckel des **Kalorimeters**

Je nach Reaktionstyp unterscheidet man:

- Verbrennungswärme
- Lösungswärme
- Neutralisationswärme
- Bildungswärme

## 3.2 Endotherm und Exotherm

Mithilfe der **Aktivierungsenergie** und der Differenz der Energien zwischen Edukt und Produkt, lässt sich sagen, ob eine Reaktion endotherm oder exotherm ist. Wenn die **Aktivierungsenergie** kleiner ist als die Differenz, dann ist die Reaktion exotherm. Ist die Aktivierungsenergie höher als die Differenz, dann ist die Reaktion endotherm.

Endotherm:

Das System nimmt Energie aus der Umgebung auf. Während der Reaktion nimmt die Temperatur ab. Ein Beispiel wäre das verdampfen von Wasser.

Exotherm:

Das System gibt Energie an das System in Form von Wärme ab. Ein Beispiel wäre das Verbrennen von Holz.

## 3.3 Innere Energie

### 3.3.1 Innere Energie

Nur die Änderung der inneren Energie kann bestimmt werden ( $\Delta U$ ).

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

## 3.4 Enthalpie

### 3.4.1 Standardreaktionsenthalpie

Um Reaktionsenthalpien besser vergleichen zu können hat man die molare Standardreaktionsenthalpie eingeführt:  $\Delta_R H$

Standardbedingungen = 25°C bzw. 298K — 1013mBar

Es gibt verschiedene Standardenthalpien, besonders für Berechnungen geeignet sind:

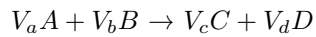
- molare Schmelz- und Verdampfungsenthalpie
- molare Verbrennungsenthalpie
- molare Bindungsenthalpie
- molare Bildungsenthalpie

Für energetische Betrachtungen kann es geschickt sein die Reaktion in gedachte Teilschritte zu zerlegen.

Satz von Hess 1840: Gesetz der konstanten Wärmesummen:

**„Die Enthalpieänderung von zwei Zuständen ist unabhängig vom Reaktionsweg“**

### 3.4.2 Reaktionsenthalpie berechnen



$V_x$  = stöchiometrischer Koeffizient

$$\Delta_R H = \Sigma H_{Produkte} - \Sigma H_{Edukte}$$

## 3.5 Entropie

### 3.5.1 Reaktionsentropie

$$\Delta_r S_m = (\Sigma v S_m(Produkte)) - (\Sigma v S_m(Edukte))$$

### 3.5.2 2. Hauptsatz der Thermodynamik

Entropie ist der 2. Hauptsatz der Thermodynamik:

**Die Gesamtentropie eines Systems und seiner Umgebung kann nicht abnehmen. Sie bleibt entweder gleich (ideal reversibler Verlauf) oder nimmt zu (tatsächlicher Ablauf in Natur und Technik).**

Die Entropie ist das Maß der Unordnung.

$$\Delta S_{Ges} = \Delta S_{System} + \Delta S_{Umgebung}$$

Änderung der Entropie durch Wärmezufuhr:  $\Delta S = \frac{Q}{T}$

### 3.5.3 3. Hauptsatz der Thermodynamik

Gibt ein System Wärme ab, verringert sich seine Entropie. Am absoluten Nullpunkt  $t = 0K = -273.15^\circ C$  ist die Entropie eines ideal kristallisierten Reinstoff 0.

# Kapitel 4: Metastabile Systeme

## 4.1 Chemisches Gleichgewicht

Chemisches Gleichgewicht ist ein Zustand, wenn die Geschwindigkeit der Hin- und Rückreaktion gleich sind und die Konzentration der beteiligten Stoffe konstant bleiben.

### 4.1.1 Chemisches Gleichgewicht Berechnung

$$K_c = \frac{|C|^c |D|^d}{|A|^a |B|^b}$$

$K_c$  = Gleichgewichtskonstante

## 4.2 Metastabile Systeme

Metastabilität ist eine schwache Form der Stabilität. Ein metastabiler Zustand ist stabil gegen kleine Änderungen, aber instabil gegenüber größeren Änderungen.

Ein metastabiles System:

Zustand 1 ist gegenüber kleinen Störungen stabil und geht bei großen Störungen in Zustand 3 über. Zustand 2 ist labil.

Erst ein Zündfunke oder ein Katalysator lässt eine Reaktion bei metastabilen Systemen ablaufen.

Man benötigt Aktivierungsenergie.

## 4.3 Spontane Vorgänge

Chemische Reaktionen, die energetisch betrachtet bei einer gegebenen Temperatur ohne äußere Einflüsse ablaufen können. Die Geschwindigkeit spielt dabei keine Rolle.

### 4.3.1 Gibbs Hemholtz Gleichung

Die freie Enthalpie  $G$  beschreibt spontane Reaktionen.

$$G = H - T * S$$

$$\Delta G = \Delta H - T * \Delta S$$

- $\Delta_r H$  = Reaktionswärme  $Q_r$  bei konstantem Druck
- $T * \Delta S$  = Temperatur mal die Entropieänderung
- $\Delta_r G < 0$  = Reaktion ist Exergonisch, läuft freiwillig ab
- $\Delta_r G > 0$  = Reaktion ist Endergonisch, kann durch Energieerzeugung von außen erzwungen werden

### 4.3.2 Ordnung im System

Befinden sich Teilchen in einem begrenzten Bereich an bestimmten Plätzen, bezeichnet man diesen Zustand als geordnet. Die Ordnung wird geringer, wenn für die Teilchen der Raum und die Anzahl der möglichen Plätze größer werden. Dies beruht auf der Ausbreitung der Energie.

Vorgänge mit geringer Ordnung:

- Diffusion
- Rost
- Schmelzen

Die Ordnung nimmt ab wenn...

- der Raum größer wird
- die Geschwindigkeit der Teilchen zu nimmt (Temperatur)
- Anzahl der Teilchen zu nimmt
- Temperatur, Konzentration oder Druck gleichen sich aus

Man muss die Ordnung sowohl im System als auch in der Umgebung betrachten. [Entropie](#) ist ein Maß der Unordnung.

# Kapitel 5: Säure/Base

## 5.1 Säure Base Liste

Säure	Formel	Base	Formel
Chlorwasserstoff	$HCl$	Chloridion	$Cl^-$
Perchlorsäure	$HClO_4$	Perchloration	$ClO_4^-$
Ameisensäure	$HCOOH$	Formiation	$CHOO^-$
Bromwasserstoff	$HB_r$	Bromidion	$Br^-$
Salpetersäure	$HNO_3$	Nitration	$NO_3^-$
Essigsäure	$HC_3COOH$	Acetation	$CH_3COO^-$
Schwefelwasserstoff	$H_2S$	Hydrosulfidion	$HS^-$
		Sulfidion	$S^{2-}$
Schweifelige Säure	$H_2SO_3$	Hydrosulfition	$HSO_3^-$
		Sulfation	$SO_3^{2-}$
Schweifelsäure	$H_2SO_4$	Hydrosulfation	$HSO_4^-$
		Sulfation	$SO_4^{2-}$
Kohlensäure	$H_2CO_3$	Hydrogencarbonation	$HCO_3^-$
		Carbonation	$CO_3^{2-}$
Phosphatsäure	$H_3PO_4$	Dihydrogenphosphation	$H_2PO_4^-$
		Hydrogenphosphation	$HPO_4^{2-}$
		Phosphation	$PO_4^{3-}$

## 5.2 pH-Wert

Der pH Wert ist ein Maß für den sauren oder basischen Charakter eine wässrigen Lösung. Er ist die Gegenzahl zum Logarithmus der Ammonium-Ionen ( $H_3O^+$ ) des Stoffes. Um die Stärke der jeweiligen Säure/Base zu bestimmen gibt es den  $pK_s$  oder  $pK_b$  Wert.

0: stark sauer

4: leicht sauer

7: neutral

10: leicht basisch

14: stark basisch

### 5.2.1 $pK_s/pK_b$ Berechnung

starke Säuren:

$$pH = -\lg([c(H_3O^+)]) = -\lg([c_0(HAc)])$$

schwache Säuren:

$$pH = \frac{1}{2}(pK_s - \lg([c_0(HAc)]))$$

starke Basen:

$$pOH = -\lg([c(OH^-)]) \rightarrow pH = 14 - pOH$$

schwache Basen:

$$pOH = \frac{1}{2}(pK_b - \lg([c_0(Ac)]))$$

## 5.3 $pK_s/pK_b$ Wert

Je niedriger der  $pK_s$ -Wert desto stärker die Säure.

Je niedriger der  $pK_b$ -Wert desto stärker die Base.

Der **pH Wert** wird mithilfe des  $pK_s$ - $pK_b$ -Wert berechnet.

$$pK_s + pK_b = 14$$

### 5.3.1 $pK_s/pK_b$ Berechnen

Nach dem **Massenwirkungsgesetz**:

$$K_s = \frac{c(A^-) \cdot c(H_3O^+)}{c(HA)}$$

$$K_b = \frac{c(HB^-) \cdot c(OH^-)}{c(B)}$$

- $K_s$  = Säurenkonstante
- $H_3O^+$  = Hydroxidion
- $A^-$  = konjugierte Base
- $HA$  = schwache Säure

$$pK_s = -\lg(K_s)$$

$$pK_b = -\lg(K_b)$$

## 5.4 Säure Base Reaktion

Im Bronsted-Modell werden Säuren als Protonendonatoren und Base als Protenenakzeptoren definiert.

- Säure gibt  $H^+$  ab
- Base nimmt  $H^+$  auf

## 5.5 Puffer

Puffersysteme werden benutzt um den **pH Wert** auf einem konstanten Wert zu halten. Dabei gibt man eine schwache Säure und ihre konjugierte Base in ein Verhältnis von 1:1.

Pufferwirkung ist am optimalsten:  $pH = pK_s + / - 1$

Pufferkapazität:

- Stoffmenge an  $H_3O^+$  die hinzugegeben werden muss, um den pH Wert um 1 zu verringern.
- Stoffmenge an  $OH^-$  die hinzugegeben werden muss, um den pH Wert um 1 zu vergrößern.

### 5.5.1 Puffer Berechnung

$$\text{pH Wert} = pK_s + \lg\left(\frac{|A^-|}{|HA|}\right)$$

# Kapitel 6: Naturstoffe

## 6.1 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate enden auf -ose.

- Zahl der C-Atome:
  - 3: Triose
  - 4: Tetrose
  - 5: Pentose
  - 6: Hexose
- Zahl der Einheiten:
  - 1 Zuckereinheit: Monosaccharid
  - 2 Zuckereinheiten: Disaccharid
  - 3-20 Zuckereinheiten: Oligosaccharid
  - 20 < Zuckereinheiten: Polysaccharid
- Nach ihrer funktionellen Gruppe:
  - Aldehydgruppe:
    - \* Aldosen
    - \* Glucosen
    - \* Polyhydroxyaldehyde
  - Ketogruppe:
    - \* Ketosen
    - \* Fructosen
    - \* Polyhydroxyketone
  - => sie sind das Produkt der partiellen Oxidation mehrwertiger Alkohole

## 6.2 Fischer Projektion

## 6.3 Haworth Projektion

## 6.4 Zucker

### 6.4.1 Monosaccharide

### 6.4.2 Disaccharide

Zwei Monosaccharide die über eine Sauerstoffverbindung vernetzt sind.



**Besonderheiten zum Bau der Saccharose:**

$\alpha$ -D-Glucose (Glucopyranose) und  $\beta$ -D Fructose (Fructofuranose) zu einer  $\alpha 1 - \beta 2$  glycosidischen B.  
→  $\alpha - \beta$ -1,2-...

Saccharose muss gezeichnet werden können.

**Besonderheiten zum Bau der Maltose:**

Es gibt eine  $\alpha$ -Maltose +  $\beta$ -Maltose.

$\alpha$ -1,4 glycosidische Verknüpfung einer  $\alpha$ -D Glucose mit einer  $\alpha/\beta$ -D Glucose

**Besonderheiten zum Bau der Cellobiose:**

$\beta$ -D Glucose mit  $\beta$ -D Glucose

$\beta$ -1,4-glycosidische Verknüpfung.

**Besonderheiten zum Bau der Lactose:**

D-Galactose mit D-Glucose

$\beta$ -1,4 glycosidische Bindung

**6.4.3 Oligosaccharide**

- Mehrfachzucker
- Muttermilch
- Fucosyllactose
- Cyclodextrin

**6.4.4 Polysaccharide****6.5 Begriffe****6.5.1 Isomerie**

Stoffe mit der selben Summenformel aber unterschiedlicher Strukturformel. (Andere räumliche Struktur)

1. Konstitutionsisomere:  
Beispiel: 2-Methylpropan und Butan
2. Stereoisomere  
Unterscheiden sich nur in der räumlichen Anordnung
3. Enantiomere  
Sind Stereoisomere; Spiegelbild aber nicht identisch
4. Diastomere sind Stereoisomere; Keine Enantiomere → nicht im Spiegelbild gleich

### **6.5.2 Asymmetrisches C-Atom**

Ein C-Atom bei dem alle "Ärmchen" unterschiedliche Bindungen haben.  
Beispiel:

1. - H
2. - OH
3. - Methan
4. - Ethan

### **6.5.3 Chiralität**

### **6.5.4 Alpha-Beta**

### **6.5.5 Fehling/Tollens Reaktion**

## **Kapitel 7: Aromaten**

## **Kapitel 8: Kunststoffe**

# **Kapitel 9: Elektrochemie**