

Grundwissenskatalog Chemie

10. Jahrgangsstufe (WSG)

- Orbital:**
Ein Orbital ist der Raum um den Atomkern, in dem sich maximal zwei Elektronen mit größter Wahrscheinlichkeit aufhalten.
- Molekülorbital:**
Durch teilweise Überlappung der Orbitale zweier Atome kann ein Elektronenpaar von zwei Atomen zum Erreichen der Edelgaskonfiguration genutzt werden. Es kommt zur Bildung eines gemeinsamen Molekülorbitals. Eine Bindung (Elektronenpaarbindung, Molekülbindung, kovalente Bindung) entsteht, indem die beiden Kerne elektrostatisch von der Konzentration an negativer Ladung zwischen ihnen angezogen werden.
- Elektronegativität (EN):**
Die EN ist ein relatives Maß für den Einfluss der Atomkerne auf die Bindungselektronenpaare.
- Polare Molekülbindung:**
Elektronenpaarbindung, bei der die Bindungselektronen zum elektronegativeren Atom verschoben sind. Als Folge können **Teilladungen** (Partialladungen) auftreten.
Beachte: Teilladungen sind keine Elementarladungen wie bei den Ionen!
- Dipolmoleküle (permanente Dipole):**
Moleküle, die Teilladungen aufweisen. Voraussetzungen sind:
 - ▶ polare Molekülbindung(en)
 - ▶ passender räumlicher Bau mit getrennten Ladungsschwerpunkten im Molekül
- Elektronenpaarabstoßungs-Modell (EPA – Modell):**
Sowohl bindende als auch nichtbindende Elektronenpaare stoßen sich elektrostatisch ab, so dass sich die Atome im Molekül im größtmöglichen Abstand anordnen.
- Zwischenmolekulare Kräfte** (geordnet nach absteigender Stärke):
Dipol-Ionen-Kraft, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol-Kraft und Van-der-Waals-Kraft
- Wasserstoffbrückenbindung:**
Diese zwischenmolekulare Kraft beruht auf der Anziehung zwischen einem stark positiv polarisierten Wasserstoffatom eines Moleküls und dem freien Elektronenpaar eines stark negativ polarisierten zentralen Atoms (F, O oder N) eines benachbarten Moleküls.
- Anomalie des Wassers:**
 - ▶ größte Dichte bei 4 °C: dichteste Packung der Wassermoleküle
 - ▶ Eis schwimmt auf Wasser, da das Eis die geringere Dichte besitzt

- Dipol-Dipol-Kräfte:**
Elektrostatische Anziehung zwischen permanenten Dipolen.

- Van-der-Waals-Kräfte:**
 - ▶ Schwache Anziehungskräfte vor allem bei Atomen oder unpolaren Molekülen
 - ▶ **Spontaner Dipol:** asymmetrische Ladungsverteilung führt zu positiv und negativ geladenen Bereichen im Atom/Molekül
 - ▶ **Induzierter Dipol:** durch spontane Dipole polarisiertes Atom/Molekül

- Löslichkeit von Stoffen:**
Je eher eine Wechselwirkung zwischen dem Lösungsmittelteilchen und dem zu lösenden Stoff zu erwarten ist, desto leichter wird sich der zu lösende Stoff im Lösungsmittel lösen.
 - ▶ Salze (aufgebaut aus Ionen) oder **polare** Stoffe (z. B. Zucker) lösen sich in polaren Lösungsmitteln wie z. B. Wasser
 - ▶ polar in polar
 - ▶ **Unpolare** Stoffe (z. B. Fette) lösen sich in unpolaren Lösungsmitteln (z. B. Benzin)
 - ▶ unpolar in unpolar
 - ▶ Merke: Ähnliches wird durch Ähnliches gelöst.

- Säuren- und Basendefinition nach Brönsted:**
 - ▶ Säuren sind Protonendonatoren (Protonenspender) und geben Protonen (H^+) an
 - ▶ Basen, welche Protonenakzeptoren (Protonenempfänger) sind, ab.

- Kennzeichen saurer und basischer (alkalischer) Lösungen:**
 - ▶ Saure Lösungen enthalten Oxoniumionen (H_3O^+)
 - ▶ Basische Lösungen enthalten Hydroxidionen (OH^-)

- pH-Wert:**
Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der Oxoniumionenkonzentration.
 - ▶ $pH = -\log c_{(H_3O^+)}$

- Indikatoren:**
Indikatoren sind Farbstoffe, die durch ihre Farbe anzeigen, ob eine wässrige Lösung sauer, basisch (alkalisch) oder neutral ist.

- Ampholyt:**
Ampholyte sind Teilchen, die in Abhängigkeit vom Reaktionspartner, sowohl als Säure als auch als Base reagieren können. Beispiel: H_2O oder HCO^-

- Neutralisation:**
Die Oxoniumionen einer Säureportion reagieren mit den Hydroxidionen einer Basenportion unter Energiefreisetzung zu Wasser.

- Wichtige Säuren** (alle Stoffe sind in Wasser gelöst):
Salzsäure **HCl**, Schwefelsäure **H₂SO₄**, Salpetersäure **HNO₃**, Kohlensäure **H₂CO₃** und Essigsäure **CH₃COOH**

- Wichtige Basen** (alle Salze sind in Wasser gelöst):
Natronlauge **NaOH**, Kalilauge **KOH** und Kalkwasser **Ca(OH)₂**

- Oxidations- und Reduktionsreaktion (Redoxreaktion):**
Bei Redoxreaktionen werden Elektronen von einem **Elektronendonator** (bei der Oxidation) auf einen **Elektronenakzeptor** (bei der Reduktion) übertragen.

- Oxidationszahl (OZ):**
Die Oxidationszahl eines Atoms in einer Verbindung gibt die gedachte Ladung an, die dieses Atom hätte, wenn alle Elektronen einer Bindung jeweils dem elektronegativeren Partner zugeordnet würden.
Durch die Änderung der Oxidationszahl im Zuge einer chemischen Reaktion kann erkannt werden, ob eine Redoxreaktion vorliegt. Eine Oxidation liegt dann vor, wenn sich die Oxidationszahl erhöht. Eine Reduktion liegt dann vor, wenn sich die Oxidationszahl verringert.

- Organische Chemie:**
Beschäftigt sich mit den Kohlenstoffverbindungen (Ausnahme: Kohlenstoffoxide und Carbonate). Wichtige Teilbereiche innerhalb der organischen Chemie sind die ► *Kohlenwasserstoffe*.

- Nomenklatur und homologe Reihe:**
 - Alkane: gesättigte Kohlenwasserstoffe; C_nH_{2n+2} ; tragen die Endung „-an“
 - Alkene: ungesättigte Kohlenwasserstoffe; C_nH_{2n} ; tragen die Endung „-en“
 - Alkine: ungesättigte Kohlenwasserstoffe; C_nH_{2n-2} ; tragen die Endung „-in“Homologe Reihe der Alkane (von $n=1$ bis $n=10$):
Methan, Ethan, Propan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan, Octan, Nonan und Decan

- Bindungsverhältnisse und räumlicher Bau:**
Alkane sind gesättigte Kohlenwasserstoffe, da jedes C-Atom vier ► *Einfachbindungen* ausbildet. Das Elektronenpaarabstoßungsmodell zeigt eine tetraedrische Anordnung der Atome mit einem Bindungswinkel von $109,5^\circ$. Die ungesättigten Kohlenwasserstoffverbindungen besitzen Mehrfachbindungen. Alkene haben eine ► *Doppelbindung*, die beteiligten Atome sind in einem Bindungswinkel von 120° angeordnet. In den Alkinen ist eine ► *Dreifachbindung* enthalten, daher resultiert ein Bindungswinkel von 180° .

- Reaktionsverhalten:**
Alle Kohlenwasserstoffe können verbrannt (also oxidiert) werden, die häufigste Reaktion der Alkane ist jedoch die ► *radikalische Substitution* (S_R), die der Alkene bzw. Alkine die ► *elektrophile Addition* (A_E).

- Isomerie:**
Moleküle die die gleiche Summenformel, aber eine unterschiedliche Verknüpfung der Atome oder einen anderen räumlichen Bau besitzen. Moleküle, die die gleiche Summenformel, aber eine unterschiedliche Atomverknüpfung haben, bezeichnet man als ► *Konstitutionsisomere*.
Sitzen an den beiden Kohlenstoffatomen der Doppelbindungen jeweils verschiedene Substituenten

□ **Anwendung der Nomenklatur (Bsp. Alkan):**

- ▶ *Längste Kette aus Kohlenstoffatomen ermitteln* und benennen. Aus der Zahl der Kohlenstoffatome ergibt sich der Name der Hauptkette.
- ▶ *Seitenketten benennen und alphabetisch ordnen*. Seitenketten erhalten ebenfalls ihren Namen nach der Zahl der Kohlenstoffatome. Anstelle der Endung „an“ erhalten die Seitenketten die Endung „yl“. Der Name der Seitenkette wird dem Namen der Hauptkette vorangestellt.
- ▶ *Anzahl der gleichen Seitenketten ermitteln* und durch das entsprechende griechische Zahlwort (di-, tri-, tetra-, ...) kennzeichnen.
- ▶ *Verknüpfungstellen zwischen Haupt- und Seitenkette ermitteln*, dabei Hauptketten so durchnummerieren, dass die Verknüpfungstellen kleinstmögliche Zahlen enthalten.

□ **Physikalische Eigenschaften der Alkane, Alkene und Alkine:**

Innerhalb der homologen Reihen nehmen wegen der Zunahme der zwischenmolekularen Kräfte (▶ *Van-der-Waals-Kräfte*) die Schmelz- und Siedetemperaturen zu. Alkanmoleküle sind unpolar, daher lösen sie sich nur in anderen aus unpolaren Molekülen aufgebauten Stoffen.

□ **Erneuerbare Energiequellen:**

Fossile Brennstoffe (Erdöl und Erdgas) sind endlich, daher benötigt man in der Zukunft neue Energiequellen, die zudem die Kohlenstoffdioxidemissionen senken sollen.

□ **Funktionelle Gruppen:**

- | | | | |
|---|------------------------|--|--------------|
| ▶ | Alkohole (-ol): | <i>Hydroxy-</i> , bzw. <i>Hydroxylgruppe</i> | -OH |
| ▶ | Aldehyde (-al): | <i>Carbonyl-</i> , bzw. <i>Aldehydgruppe</i> | -C=O |
| ▶ | Ketone (-on): | <i>Carbonyl-</i> , bzw. <i>Ketogruppe</i> | -C=O |
| ▶ | Carbonsäuren (-säure): | <i>Carboxy-</i> , bzw. <i>Carboxylgruppe</i> | -COOH |
| ▶ | Ester (-ester): | <i>Estergruppe</i> | -COOR |

□ **Alkohole:**

Enthalten Alkoholmoleküle eine Hydroxygruppe bezeichnet man sie als einwertig. Je nach Lage der Hydroxygruppe im Molekül unterscheiden sich Alkoholmoleküle in ihrem Reaktionsverhalten. ▶ *Primäre* Alkohole werden zu Aldehyde und ▶ *sekundäre* Alkohole zu Ketonen oxidiert. Oxidation der ▶ *tertiären* Alkohole ohne Zerstörung des Kohlenstoffatomgerüsts nicht möglich.

□ **Aldehyde und Ketone:**

Im Gegensatz zur Ketogruppe besitzt die Aldehydgruppe eine Reduktionswirkung. Daher können die beiden Stoffklassen durch geeignete Reaktionen wie die Fehling'sche Probe unterschieden werden. Die häufigste Reaktion der Carbonylverbindungen ist die ▶ *nukleophile Addition* (A_N), da die Doppelbindung der Carbonylgruppe polar ist. Das positiv teilgeladene C-Atom ist ein Angriffsziel für ▶ *nukleophile* Teilchen (mit Elektroneüberschuss). Das negativ teilgeladene O-Atom ist ein Angriffsziel für ▶ *elektrophile* Teilchen (mit Elektronenmangel). Aldehyde können zu den Carbonsäuren oxidiert werden. Ketone sind, genau wie die tertiären Alkohole, nicht oxidierbar.

Carbonsäuren:

Carbonsäuremoleküle sind Protonendonatoren. Diese Acidität hat zwei Ursachen. Zum einen ist das Wasserstoffatom der Carboxylgruppe aufgrund der Polarisierung durch das Carbonylsauerstoffatom positiv polarisiert, zum anderen ist das entstehende Carboxylation stabil, da die Elektronen und damit die negative Ladung delokalisiert sind.

Ester:

Reagiert eine Carbonsäure mit einem Alkohol, erhält man als Produkte einen Ester und Wasser. Bei dieser Reaktion vereinigen sich zwei Moleküle unter Abspaltung eines kleineren Moleküls (hier: Wasser). Derartige Reaktionen nennt man ► *Kondensationsreaktionen*. Estermoleküle können unter Anlagerung eines Wassermoleküls gespalten werden, die entsprechende Reaktion nennt man ► *Hydrolyse*.

Zur Benennung eines Esters verwendet man den Namen der Säure, den Namen des Alkylrestes des Alkohols und die Endung „-ester“ (Bsp.: Essigsäureethylester).

Gleichgewichtsreaktion:

Die Esterbildung ist zum Beispiel eine Gleichgewichtsreaktion, das heißt, Hin- und Rückreaktion stehen miteinander im Gleichgewicht. Im Zustand des ► *dynamischen* Gleichgewichts werden pro Zeiteinheit genauso viele Estermoleküle gebildet wie gespalten. Daher ist auf der Stoffebene kein Stoffumsatz mehr beobachtbar.

Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der Molekülstruktur organischer Stoffe:

► Alle Kohlenwasserstoffe: die Siedetemperatur steigt mit Zunahme der Länge der Alkylreste da die zwischenmolekularen Anziehungen aufgrund der Van-der-Waalskräfte zunehmen.

► Aldehyde und Ketone: besitzen polare Carbonylgruppen. Daher verstärkt sich die Anziehung der Moleküle durch die Dipol-Dipol-Kraft.

► Alkohole: Siedetemperatur erhöht sich zusätzlich mit der Anzahl bestehender Hydroxygruppen, da diese die stärkere Wasserstoffbrückenbindung aufbauen.

► Carbonsäuren: höchste Siedetemperaturen, auch weil zwei Carbonsäuremoleküle miteinander Dimere bilden können.

► Wasserlöslichkeit: umso besser, je größer der Anteil der Hydroxygruppen

Fette:

Ester (Triglyceride), aus Glycerin und drei Fettsäuren aufgebaut. Der Schmelzbereich des Fettes liegt umso niedriger, je höher der Anteil an ungesättigten Fettsäuren ist.

Glucose:

Wichtiges Monosaccharid; Summenformel $C_6H_{12}O_6$; kann sowohl offenkettig, als auch ringförmig vorliegen; Grundbaustein vieler Di- und Polysaccharide (z.B. Stärke, Cellulose), einzelne Molekülbausteine werden über eine ► *glycosidische Bindung* verknüpft; Mono-, Di- und Polysaccharide zählen zu den ► *Sacchariden* (Kohlenhydrate, Zucker).

Aminosäuren und Peptide:

Bausteine der Peptide, bzw. Proteine; besitzen zwei funktionelle Gruppen: Carboxy- und Aminogruppe; aufgrund ihres zwitterionischen Baus bei Raumtemperatur kristalline Feststoffe. Aminosäuren reagieren unter Kondensationsreaktionen untereinander zu Peptiden. Ab 100 Peptiden spricht man von Proteinen.