

Christian-Ernst-Gymnasium

Am Langemarckplatz 2

91054 ERLANGEN



**GRUNDWISSEN
CHEMIE 10 - MuG
erstellt von der Fachschaft Chemie**

**C 10.1
Molekülstruktur und
Stoffeigenschaften**

Atombindung	Die chemische Bindung, die in Molekülen als Anziehungskraft zwischen positiver Kernladung und negativer Elektronenladung wirkt, wird als Elektronenpaarbindung / Atombindung bezeichnet.
Bindungsenergie	Die Bindungsenergie ist die Energie, die benötigt wird, um eine Elektronenpaarbindung zu spalten.
Elektronegativität	Die Elektronegativität EN ist die Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen zu sich heranzuziehen.
Polare Atombindung	Atombindung, bei der das Bindungselektronenpaar zu einem der beiden gebundenen Atome hin verschoben ist. Die Atombindung ist umso polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz ΔEN der beiden Atome ist.
Dipolmolekül	Ein Molekül ist polar, wenn aufgrund eines asymmetrischen Molekülbaus die Schwerpunkte der positiven und negativen Partialladungen nicht zusammenfallen.

Strukturformel	<p>Wird bei einer Valenzstrichformel der räumliche Bau berücksichtigt, so spricht man auch von einer Strukturformel.</p>
van-der Waals-Kräfte (vdW-Kräfte)	<p>Zwischenmolekulare Anziehungskräfte, die zwischen den Edelgasatomen oder unpolaren Molekülen wirken und auf momentanen (temporären) Dipolen beruhen. Die van-der-Waals-Kräfte (vdW-Kräfte) sind umso größer, je größer die Masse und die Oberfläche der Teilchen sind.</p>
Dipol-Dipol-Wechselwirkungen	<p>Die Wechselwirkungen (WW) zwischen polaren Molekülen (permanenten Dipolmolekülen) nennt man Dipol-Dipol-Wechselwirkungen. Sie sind größer als die van-der-Waals-Kräfte zwischen unpolaren Molekülen vergleichbarer Größe.</p>
Wasserstoffbrücken	<p>Die sehr starken zwischenmolekularen WW zwischen Molekülen über Wasserstoffatome, die an Sauerstoff-, Stickstoff- oder Fluoratome gebunden sind, nennt man Wasserstoffbrücken.</p>
Hydratation	<p>Umhüllung von Ionen eines gelösten Salzes mit Wassermolekülen. Zwischen den Teilchen des gelösten Stoffes und dem Lösungsmittel wirken Ionen-Dipol-Kräfte.</p>

C 10.2

Protonenübergänge

Säure und saure Lösung

Säuremoleküle geben Protonen ab (Protonendonatoren). Bei der Protolyse zwischen Säure- und Wassermolekül entstehen Oxoniumionen (H_3O^+). Saure Lösungen enthalten Oxoniumionen.

Base und basische Lösung

Basemoleküle nehmen Protonen auf (Protonenakzeptoren). Bei der Protolyse zwischen Base- und Wassermolekül entstehen Hydroxidionen (OH^-). Basische Lösungen enthalten Hydroxidionen.

Ampholyt

Moleküle, die sowohl als Protonenakzeptor als auch als Protonendonator fungieren können, bezeichnet man als Ampholyte.

Säure-Base-Reaktion

Eine Säure-Base-Reaktion ist eine Protolyse, ein Protonenübergang. Das Säuremolekül gibt ein Proton ab (Donator), das Basemolekül nimmt ein Proton auf (Akzeptor). Bei Protolysen handelt es sich um Donator-Akzeptor-Reaktionen.

Stoffmengenkonzentration

Den Quotient aus der Stoffmenge $n(\text{X})$ eines gelösten Stoffes und dem Volumen der Lösung $V_{\text{Lsg.}}(\text{X})$ bezeichnet man als Stoffmengenkonzentration $c(\text{x})$.
 $[c] = \text{mol} / \text{l}$

pH-Wert

Der Betrag des Exponenten der Konzentration der Oxoniumionen einer wässrigen Lösung wird als pH-Wert der Lösung bezeichnet. Er kann Zahlenwerte zwischen 0 und 14 annehmen.

Saure Lösung

Es gilt:
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) > 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$
und $\text{pH} < 7$

Basische Lösung

Es gilt:
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) < 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$
und $\text{pH} > 7$

Neutrale Lösung

Es gilt:
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$
und $\text{pH} = 7$

Neutralisations- reaktion

Protolyse zwischen Oxoniumionen der sauren Lösung und Hydroxidionen der basischen Lösung unter Bildung von Wassermolekülen.

Neutralisations- titration

Maßanalytisches Verfahren zur Bestimmung der Konzentration einer sauren bzw. basischen Lösung durch Reaktion mit einer basischen bzw. sauren Lösung bekannter Konzentration (Maßlösung).

C 10.3 Elektronenübergänge

Oxidation

Elektronenabgabe eines Teilchens.

Reduktion

Elektronenaufnahme eines Teilchens.

Redoxreaktion	Elektronenübergang zwischen Teilchen.
Oxidationsmittel	Teilchen, die Elektronen aufnehmen, Elektronenakzeptoren (z.B. Nichtmetallatome), werden selbst reduziert.
Reduktionsmittel	Teilchen, die Elektronen abgeben, Elektronendonatoren (z.B. Metallatome), werden selbst oxidiert.
Oxidationszahl	Die Anzahl echter bzw. zugewiesener Ladungen von Teilchen wird als Oxidationszahl (OZ) bezeichnet. Eine Erhöhung der Oxidationszahl bedeutet Oxidation, eine Erniedrigung bedeutet Reduktion.
Aufstellen von Redoxgleichungen	

C 10.4

Reaktionsverhalten organischer Verbindungen

Kohlenwasserstoffe

Organische Stoffe

Verbindungen, deren Teilchen Kohlenstoffatome enthalten.
Ausnahme:
Kohlenstoffoxide, Kohlensäure,
Carbonate

Kohlenwasserstoffe

Verbindungen, deren Moleküle nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind.

Nomenklatur der Kohlenwasserstoffe nach IUPAC-Regeln

Alkane

Gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der allgemeinen Molekülformel C_nH_{2n+2} . In den Molekülen liegen nur Einfachbindungen vor.
n-Alkane: C-Kette ist unverzweigt.

Homologe Reihe der Alkane

Die Moleküle der homologen Reihe der Alkane unterscheiden sich nur durch den Mehrgehalt einer Methylengruppe (CH_2 -Gruppe) in der unverzweigten C-Kette: Methan, Ethan, Propan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan, Octan, Nonan, Decan.

Isomere Teil 1

Moleküle, die die gleiche Molekülformel aber unterschiedlichen räumlichen Bau besitzen.

Konformationsisomere:
gleiche Valenzstrichformel, unterschiedliche räumliche Anordnung der Atome durch Drehung um die Einfachbindung

Isomere Teil 2

Konstitutionsisomere:
1. unterschiedliche Valenzstrichformeln
2. unterschiedliche Strukturen
3. unterschiedliche Bezeichnungen

**Zusammenhang:
Molekülstruktur -
Physikalische
Eigenschaften
der Alkane – Teil 1**

Alkanmoleküle sind unpolar. Zwischen ihnen wirken nur van-der-Waals-Kräfte. Diese nehmen mit der Kettenlänge zu und sind zwischen linearen Isomeren größer als zwischen verzweigten.

Je stärker die zwischenmolekularen Kräfte desto größer sind Schmelz- und Siedetemperaturen der Stoffe.

**Zusammenhang:
Molekülstruktur -
Physikalische
Eigenschaften
der Alkane – Teil 2**

Unpolare Moleküle können schlecht zwischen polare Teilchen / Ionen eingelagert werden, da zwischen diesen stärkere Kräfte (Dipol-WW, H-Brücken, Ionenbindungen) wirken.

Alkane sind gut löslich in unpolaren Stoffen (lipophil), schlecht löslich in polaren Stoffen wie Wasser (hydrophob).

**Chemische
Eigenschaften
der Alkane**

Alle Alkane sind brennbar, bei der vollständigen Verbrennung entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid.

Alkane reagieren nach dem Mechanismus einer Radikalischen Substitution mit Halogenen.

Alkene

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit mindestens einer Doppelbindung. Die allgemeine Molekülformel von Alkenen mit einer Doppelbindung lautet: C_nH_{2n}

Homologe Reihe beginnt bei Ethen (Propen, Buten etc.)

Alkine

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit mindestens einer Dreifachbindung. Die allgemeine Molekülformel von Alkinen mit einer Dreifachbindung lautet: C_nH_{2n-2}

Homologe Reihe beginnt bei Ethin (Propin, Butin etc.)

E / Z – Isomerie der Alkene

Die Molekülteile sind nicht frei um die Doppelbindung drehbar. Die entsprechenden Reste an der Doppelbindung können entgegengesetzt (E) oder zusammen (Z) stehen.

Physikalische Eigenschaften

Entsprechen denen der Alkane, da auch Alken- und Alkinmoleküle unpolare Moleküle sind, zwischen denen nur van-der-Waals-Kräfte wirken.

Chemische Eigenschaften

Alkene und Alkine reagieren nach dem Mechanismus der Elektrophilen Addition mit Halogenen (Halogenwasserstoff, Wasser, Wasserstoff, ...).

Sauerstoffhaltige organische Verbindungen

Alkohole / Alkanole	Organische Stoffe, deren Moleküle neben Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen noch Sauerstoffatome besitzen. Die funktionelle Gruppe der Alkanole ist die Hydroxyl-Gruppe (OH-Gruppe).
Homologe Reihe und Nomenklatur der Alkohole	Die ersten Glieder der homologen Reihe der Alkanole sind: Methanol, Ethanol, Propanol, ... Dem Namen des entsprechenden Alkans wird die Endung -ol angehängt.
Primäre, sekundäre, tertiäre Alkanole	Bei primären Alkoholen befindet sich im Molekül die Hydroxyl-Gruppe an einem C-Atom mit zwei (nur beim Methanol-molekül mit drei) Wasserstoffatomen, bei sekundären Alkoholen an einem C-Atom mit einem und bei tertiären Alkoholen an einem C-Atom ohne Wasserstoffatom.

Diole, Triole, Polyole

Diole enthalten zwei, Triole drei und Polyole mehrere Hydroxyl-Gruppen im Molekül, wobei jeweils nur eine Hydroxyl-Gruppe an einem C-Atom gebunden ist.

Zusammenhang: Molekülstruktur - Physikalische Eigenschaften der Alkanole

Alkanolmoleküle besitzen einen unpolaren (hydrophoben, lipophilen) Kohlenwasserstoff-Rest, der nur vdW-Kräfte zu anderen Molekülen ausbilden kann und eine polare (hydrophile, lipophobe) Hydroxyl-Gruppe, die Wasserstoffbrücken zu anderen Molekülen ausbilden kann.

Chemische Eigenschaften der Alkanole

Primäre Alkanolmoleküle lassen sich durch entsprechende Oxidationsmittel (Kupfer(II)oxid, Permanganationen, Dichromationen) zu Aldehydmolekülen und sekundäre Alkanolmoleküle zu Ketonmolekülen oxidieren.

Carbonyl- Verbindungen

Sowohl Aldehyd- als auch Keton-Moleküle (s.u.) tragen eine Carbonylgruppe: Das Carbonyl-Kohlenstoffatom ist an ein Sauerstoffatom mit einer Doppelbindung gebunden.

Carbonyl- Verbindungen: 1. Aldehyde / Alkanale

Das endständige Kohlenstoff-Atom eines Aldehyd-Moleküls trägt ein Wasserstoff-Atom und ein zweifach gebundenes Sauerstoff-Atom: -CHO . Diese funktionelle Gruppe bezeichnet man als Aldehyd-Gruppe.

**Carbonyl-
Verbindungen:
2. Ketone / Alkanone**

Die funktionelle Gruppe der Ketone bezeichnet man als Keto-Gruppe. Sie besteht aus einem C-Atom mit einem zweifach gebundenen Sauerstoff-Atom. Das C-Atom trägt zwei Alkyl-Reste.

**Zusammenhang:
Molekülstruktur -
Physikalische
Eigenschaften von
Aldehyden / Ketonen**

Aldehydmoleküle besitzen einen unpolaren Kohlenwasserstoff-Rest (Keton-Moleküle zwei). Dieser Rest kann nur vdW-Kräfte zu anderen Molekülen ausbilden. Die polare Carbonyl-Gruppe kann Wasserstoffbrücken nur zu Wassermolekülen ausbilden.

**Chemische
Eigenschaften der
Alkanale / Alkanone**

Aldehydmoleküle wirken reduzierend, sie lassen sich durch entsprechende Oxidationsmittel zu Carbonsäuremolekülen oxidieren. Ketone wirken nicht reduzierend, sie lassen sich nicht ohne Bindungsbruch oxidieren. Typische Nachweisreaktionen für Aldehyde beruhen auf der reduzierenden Wirkung der Moleküle: Fehlingprobe (Reduktion von Kupfer(II)ionen), Silberspiegelprobe (Reduktion von Silber(I)ionen).

Carbonsäuren

Diese Moleküle enthalten C-, H-, O-Atome. Die funktionelle Gruppe ist die Carboxylgruppe. Das Carboxyl-C-Atom ist an ein Sauerstoffatom mit einer Doppelbindung und eine OH-Gruppe gebunden.

**Homologe Reihe und
Nomenklatur der
Carbonsäuren**

Erste Glieder der homologen Reihe der Alkansäuren sind Methansäure, Ethansäure, Propansäure,

Zusammenhang: Molekülstruktur - Physikalische Eigenschaften von Carbonsäuren

Alkansäuremoleküle besitzen einen unpolaren Kohlenwasserstoff-Rest, der nur vdW-Kräfte zu anderen Molekülen ausbilden kann und eine polare Carboxyl-Gruppe, die Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrücken zu anderen Molekülen ausbilden kann. Siede- und Schmelztemperaturen der Alkansäuren liegen entsprechend höher als die vergleichbarer Alkane.

Chemische Eigenschaften der Carbonsäuren

Säurestärke: Je stärker polarisiert die O-H-Bindung der Carboxylgruppe ist, desto leichter kann das Proton abgespalten werden und desto stärker ist die Säure.
Veresterung: Alkoholmoleküle reagieren mit Carbonsäuremolekülen zu Ester-molekülen und Wassermolekülen.

Funktionelle Gruppen (Übersicht) Teil 1:

Verbindungs- klasse	Allgemeine Strukturformel	Funktionelle Gruppe	Endung
Alkohole	$R - \bar{O} - H$	Hydroxylgruppe	-ol
Aldehyde	$\begin{array}{c} \bar{O} \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ H \end{array}$	Aldehydgruppe (Formylgruppe)	-al
Ketone	$\begin{array}{c} /O\backslash \\ \\ R - C - R' \end{array}$	Ketogruppe (Oxogruppe)	-on

Funktionelle Gruppen (Übersicht) Teil 2:

Verbindungs- klasse	Allgemeine Strukturformel	Funktionelle Gruppe	Endung
Carbonsäuren	$\begin{array}{c} \bar{O} \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ \bar{O} - H \end{array}$	Carboxylgruppe	-säure
Ester	$\begin{array}{c} \bar{O} \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ \bar{O} - R' \end{array}$	Estergruppe	-ester

Aminocarbonsäuren und Proteine

ohne Angaben (siehe Q11)