

Grundwissen Chemie Mittelstufe

Marie-Therese-Gymnasium

Erlangen



Einzeldateien:

- **GW8**
Grundwissen für die 8. Jahrgangsstufe

- **GW9**
Grundwissen für die 9. Jahrgangsstufe (MNG)

- **GW9a**
Grundwissen für die 9. Jahrgangsstufe (SG)

- **GW10**
Grundwissen für die 10. Jahrgangsstufe (MNG)

- **GW10a**
Grundwissen für die 10. Jahrgangsstufe (SG)

- **GW-Chemie**
Komplette Grundwissenskartei 8-10

Diese Fassung des Grundwissens wurde im Dezember 2014 für das Marie-Therese-Gymnasium Erlangen von der Fachschaft Chemie beschlossen. Arbeitsgrundlagen waren die Fassung der Wilhelm-Löhe-Schule Nürnberg und Diskussionsergebnisse in der Arbeitsgruppe DELTAPLUS Mittelfranken.

Diese Grundwissenssammlung soll einen Überblick darüber geben, welche Grundfertigkeiten und -kenntnisse zum jeweiligen Zeitpunkt bzw. beim Eintritt in die Q11 vorausgesetzt werden. Sie umfasst nicht den gesamten vermittelten Stoff und ersetzt daher nicht die kontinuierliche Vor- und Nachbereitung.



Version 5.1 (5.12.2014)

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

1

Naturwissenschaftliches Arbeiten (natwiss. Erkenntnisweg)

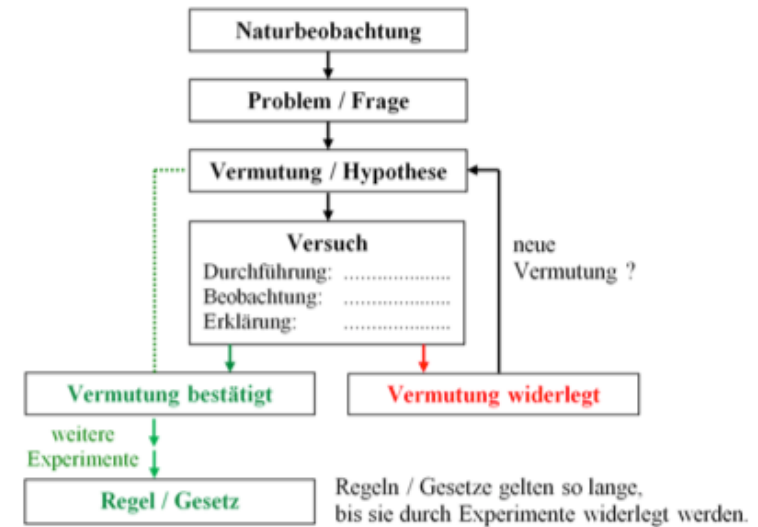
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

1



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

2

Einteilung: Stoff Reinstoff Gemisch

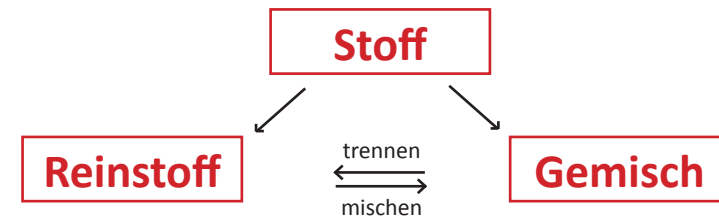
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

2



Bei gleichen Bedingungen (Temperatur, Druck): immer gleiche Kenneigenschaften (z.B. Farbe, Geruch, Geschmack, Aggregatzustand, Schmelz- und Siedetemperatur, Dichte)
z.B.: Gold, Wasser, Wasserstoff

Keine konstanten Kenneigenschaften, die Kenneigenschaften ändern sich mit der Zusammensetzung.
z.B.: Salzwasser

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

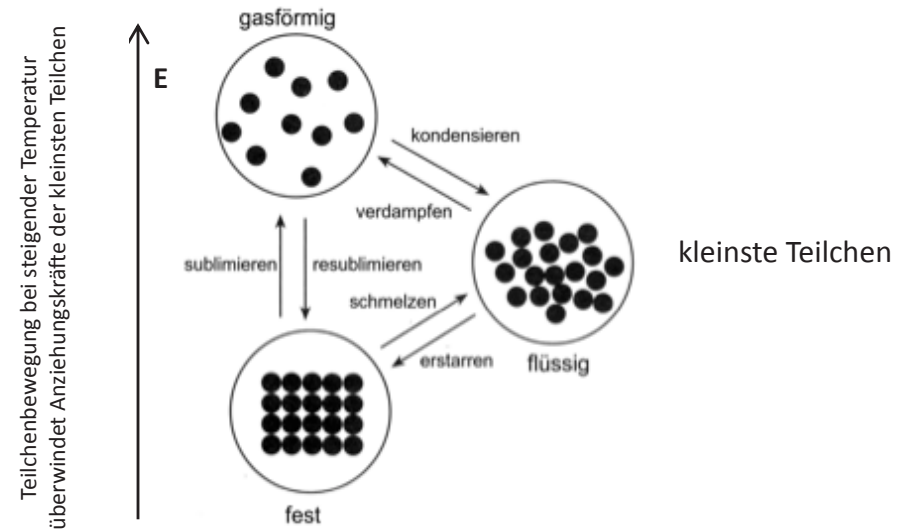
3

Aggregatzustände

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

3



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

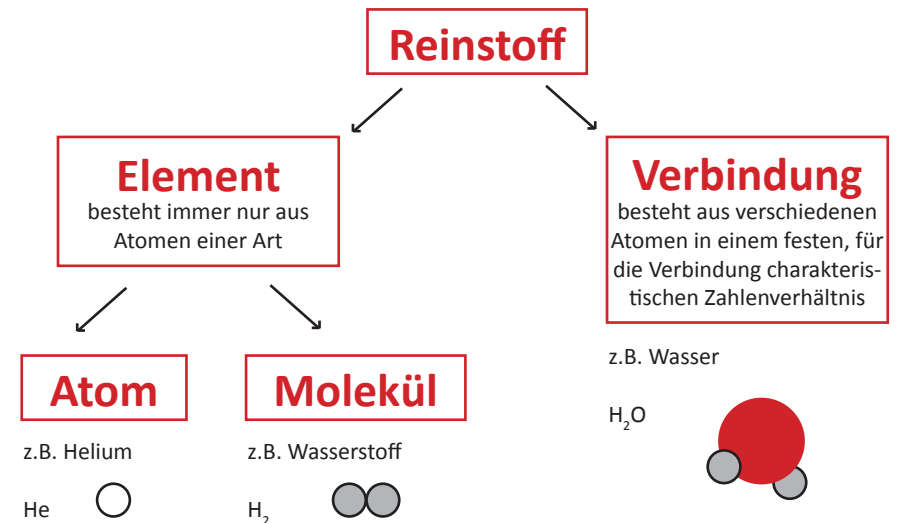
4

Einteilung:
Reinstoff
Element
Verbindung

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

4



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

5

Einteilung:

Homogenes Gemisch Heterogenes Gemisch

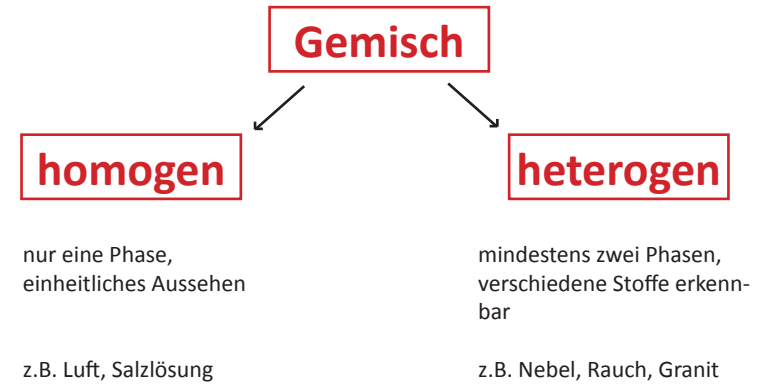
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

5



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

6

Teilchenarten

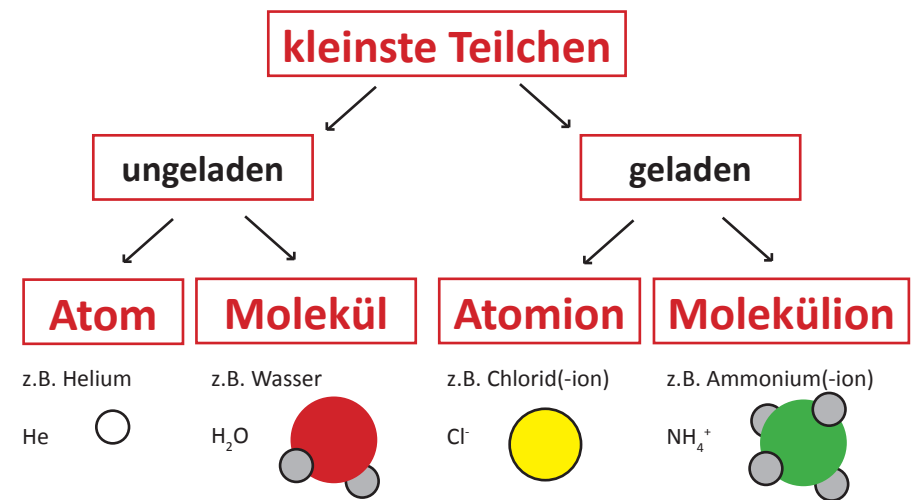
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

6



Alle diese Teilchen können einzeln vorliegen oder auch ein Gitter bilden.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

7

Chemische Reaktion

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

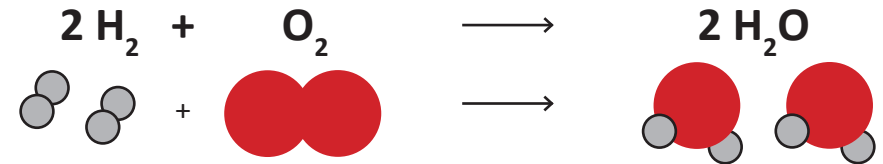
Energie

7

Chemische Reaktionen sind **Stoff- und Energieumwandlungen**.

Auf **Teilchenebene** sind sie gekennzeichnet durch:

- Zusammenstöße der reagierenden Teilchen
- Lösen und Neuverknüpfen von chemischen Bindungen



Auf **Stoffebene** sind sie gekennzeichnet durch Änderung der Kenneigenschaften.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

8

Reaktionsgleichungen

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

8

Reaktionsgleichungen beschreiben die stofflichen und energetischen Veränderungen bei einer chemischen Reaktion. Sie folgen stets dem Schema:

Edukte (Ausgangsstoffe) \longrightarrow **Produkte** ggf. Energieumsatz
(9 NTG/10 SG)

Reaktionspfeil



Koeffizienten stehen vor den Formeln und geben die relative Anzahl der miteinander reagierenden Teilchen an. Sie werden so gewählt, dass auf beiden Seiten der Gleichung die gleiche Anzahl Atome steht („Ausgleichen“).

Der **Index** gehört zur Formel. **Indices** werden beim Ausgleichen nie verändert!

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

9

Grundtypen chem. Reaktionen

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

9

Synthese



Analyse



Umsetzung



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

10

Nachweisreaktionen

Wasserstoff
Sauerstoff

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

10

Knallgasprobe

Wasserstoff ist brennbar und bildet mit Sauerstoff explosive Gemische. Hält man die Öffnung eines mit dem zu untersuchenden Gas gefüllten Reagenzglases an eine Flamme, weist eine hörbare Verbrennung („plopp“, kurzer Pfiff) auf **Wasserstoff** hin. An der Glaswand kondensiert das gebildete Wasser.

Glimmspanprobe

Sauerstoff unterhält eine Verbrennung. Führt man einen glimmenden Span in ein mit dem zu untersuchenden Gas gefülltes Reagenzglas, deutet das Aufleuchten einer Flamme auf **Sauerstoff** hin.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

X

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

X

X



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

11

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

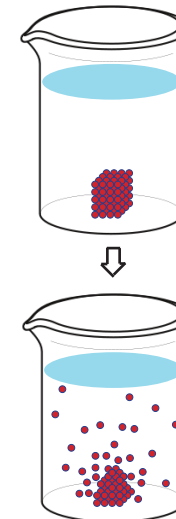
Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

11

Diffusion

Stoffebene:
Gelöste Stoffe scheinen das Bestreben zu haben, sich völlig gleichmäßig miteinander zu vermischen.



Teilchenebene:
Alle Teilchen einer Lösung bewegen sich zufällig. Es ist unwahrscheinlich, dass mehrere gleiche Teilchen dabei beisammen bleiben, sie bewegen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit in unterschiedliche Bereiche. Durch zufällige Teilchenbewegungen durchmischen sich daher alle Teilchen einer Lösung.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

12

Innere Energie

exotherme Reaktion
endotherme Reaktion

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

12

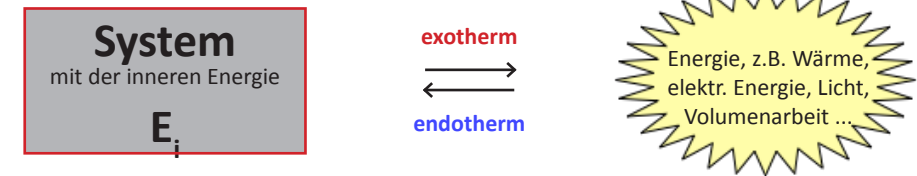
Die Innere Energie E_i ist der gesamte Energievorrat eines Systems.
(Einheit: 1 kJ). Sie verändert sich bei jeder chemischen Reaktion.
Reaktionsenergie: $\Delta E_i = E_i(\text{Produkte}) - E_i(\text{Edukte})$

Abgabe von Energie bei einer Reaktion an die Umgebung:

exotherme Reaktion: $\Delta E_i < 0$

Aufnahme von Energie bei einer Reaktion aus der Umgebung:

endotherme Reaktion: $\Delta E_i > 0$



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

13

Energiediagramm exotherme Reaktion

8 NTG
9 SG

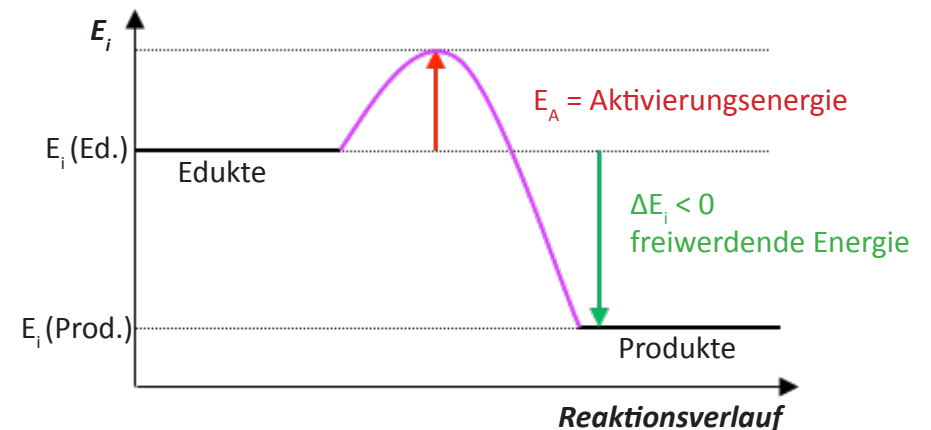
Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

13

Die Änderung der inneren Energie eines Systems bei chemischen Reaktionen kann durch ein Energiediagramm dargestellt werden:



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

14

Energiediagramm endotherme Reaktion

8 NTG
9 SG

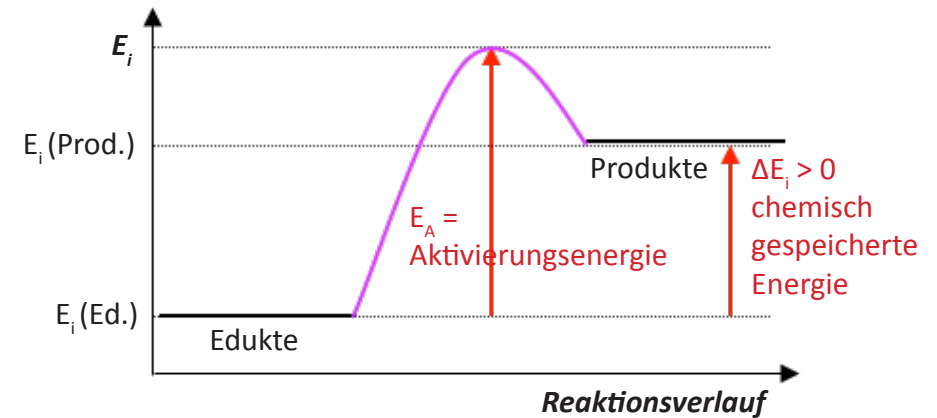
Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

14

Die Änderung der inneren Energie eines Systems bei chemischen Reaktionen kann durch ein Energiediagramm dargestellt werden:



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

15

Katalysator

8 NTG
9 SG

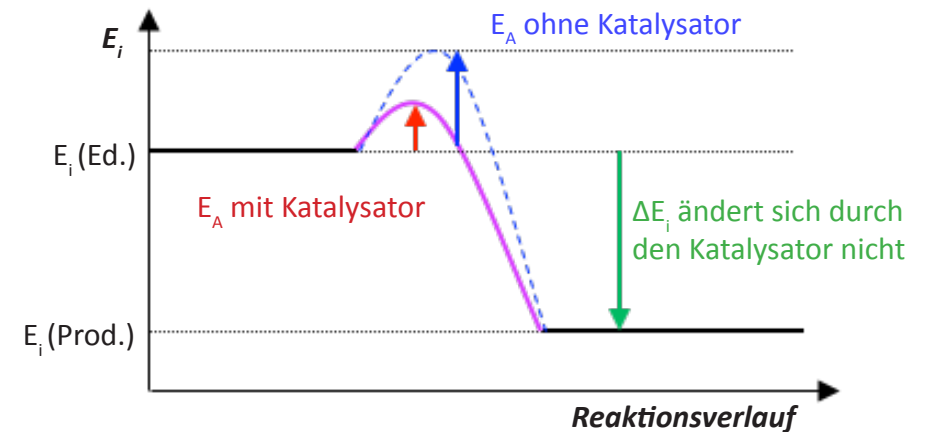
Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

15

Ein Katalysator ist ein Stoff, der E_A herabsetzt, die Reaktion beschleunigt und nach der Reaktion unverändert vorliegt.



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

16

Molekül

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

16

Teilchen, die aus mindestens zwei Nichtmetall - Atomen bestehen, werden als Moleküle bezeichnet.

Moleküle von Elementen bestehen aus gleichartigen Atomen (Cl_2 , O_2 , N_2 , H_2), Moleküle von Verbindungen aus verschiedenartigen Atomen (NH_3 , H_2O , CO_2 , CH_4).

Beispiele:

Wasserstoff



Sauerstoff



Wasser



Kohlenstoffdioxid



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

17

Salze

Kationen und Anionen
Atomionen und Molekülionen

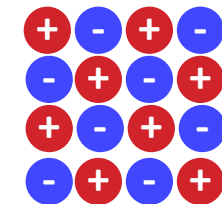
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

17

Salze sind Verbindungen aus Ionen.

Im Feststoff sind positiv geladene Kationen und negativ geladene Anionen gitterförmig angeordnet. Ihre Ladungen gleichen sich dabei aus.

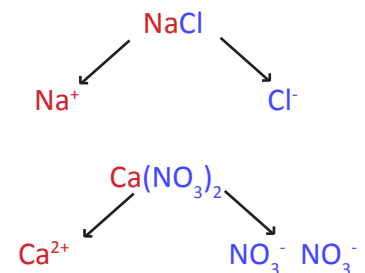


Atom-Ionen

z.B.: Na^+ , Ca^{2+} , Cl^-

Molekül-Ionen

z.B.: NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

18

Formel

Verhältnisformel

Molekülformel

8 NTG
9 SG

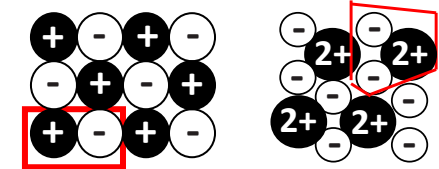
Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

18

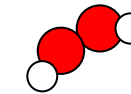
Die Verhältnisformel gibt Art und Zahlenverhältnis der Ionen in einem Salz (Metall-Nichtmetall-Verbindung) an.



NaCl

CaF₂

Die Molekülformel gibt an, aus welchen und aus wie vielen Atomen jeweils ein Molekül (Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindung) besteht.



H₂O₂



C₄H₁₀

Wasserstoffperoxid

Butan

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

19

Atombau

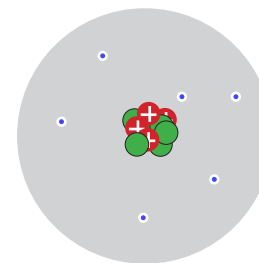
8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

19



¹²₆C (Kohlenstoff)

Ordnungs-, Elektronen-,
Protonen- und Kernla-
dungszahl: 6
Neutronenzahl: 6
Nukleonenzahl: 12
mittl. Atommasse
m_A = 12,00112 u

Atomhülle:

- Elektronen e⁻ (•)
negativ geladen, sehr geringe Masse

Atomkern aus Nukleonen:

- Protonen p⁺ (⊕) - Neutronen n (●)
pos. geladen, Masse 1 u ungeladen, Masse 1 u

Die Ordnungszahl definiert das Element.
Die Nukleonenzahl bestimmt die Masse (Mas-
senzahl).

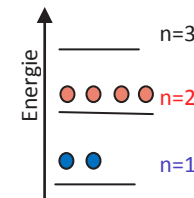
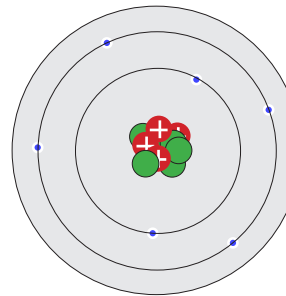
Isotope eines Elements unterscheiden sich in
der Anzahl der Neutronen und haben daher
eine unterschiedliche Masse.
Die mittlere Atommasse (m_A) errechnet sich aus
dem Durchschnitt der Massen der verschiede-
nen Isotope eines Elements.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

20

Bohr'sches Atommodell/ Energienstufenmodell



Die Elektronen befinden sich auf Energiestufen, die durch das Bohr'sche Schalenmodell dargestellt werden.

Je weiter ein Elektron vom Kern entfernt ist, desto höher ist seine Energie.

Die Elektronen der jeweils äußersten besetzten Schale (= Energiestufe) heißen Valenzelektronen.

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

21

Edelgasregel Bildung von Ionen

8 NTG
9 SG

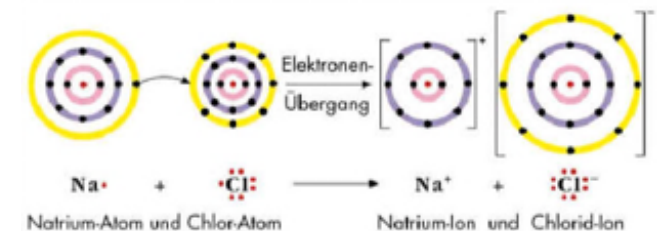
Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

21

Edelgas-Atome haben voll besetzte äußerste Schalen (oft: „Oktett“). Solche Teilchen sind **besonders stabil** und somit reaktionsträge. Atome, die keine Edelgaskonfiguration besitzen, sind reaktiver und können z.B. Ionen bilden, um eine Edelgaskonfiguration zu erreichen:



Ionen entstehen durch **Aufnahme** oder **Abgabe** von Elektronen



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

22

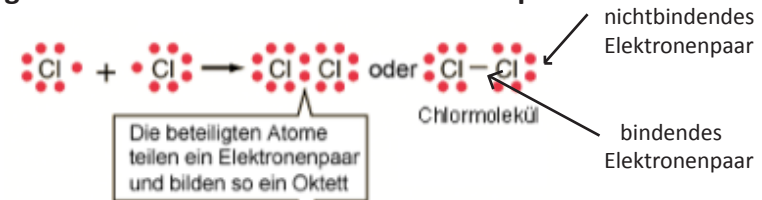
Edelgasregel Bildung von Molekülen

8 NTG
9 SG

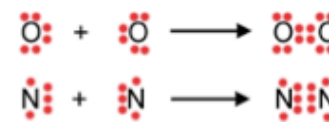
Stoff/Teilchen **Donor/Akzeptor** Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

22

Wenn Nichtmetallatome miteinander reagieren, findet keine Ionenbildung statt, sondern es entsteht eine **Atombindung durch gemeinsames Nutzen eines Elektronenpaares**.



Bei einer Doppelbindung (Dreifachbindung) werden zwei (drei) Elektronenpaare gemeinsam genutzt.



Jedes Atom der Bindung erreicht mit Hilfe der zusätzlichen Elektronen des Bindungspartners den stabilen Edelgaszustand (Oktett).

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

23

Chemische Bindung

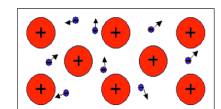
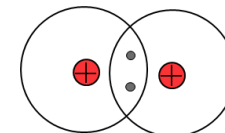
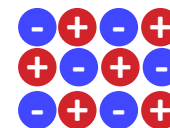
- Ionenbindung
- Atombindung
- Metallbindung

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

23

Bindungsart	Ionenbindung	Atombindung	Metallbindung
Bindungs-partner	Metall-/ Nichtmetallionen	Nichtmetallatome	Metallatome
Bindung durch	Anziehung von Kationen und Anionen	Bindende Elektronenpaare	Elektronengas zwischen den (pos.) Atomrümpfen
→	Ionengitter	Moleküle	Metallgitter



8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

24

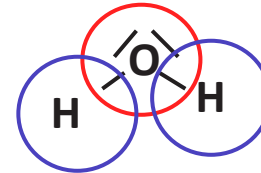
Valenzstrichformel (Strukturformel)

8 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

24

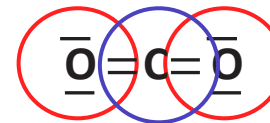
Valenzstrichformeln enthalten Striche zur Symbolisierung bindender und nicht bindender **Elektronenpaare** in Molekülen. Die Valenzstrichformel erlaubt die Andeutung von Bindungswinkeln. Es gilt stets die Edelgasregel.



Beispiel Wassermolekül (gewinkelt)

O-Atom: Elektronenkonfiguration des Ne,

H-Atom: Elektronenkonfiguration des He



Beispiel Kohlenstoffdioxidmolekül (linear)

C-Atom: Elektronenkonfiguration des Ne,

O-Atom: Elektronenkonfiguration des Ne

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

25

Elektronegativität Polare Bindung

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen **Donor/Akzeptor** **Energie**
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

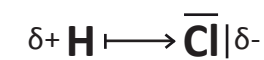
25

Elektronegativität (EN)

- Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen anzuziehen
- Die EN hängt von der Kernladung und der Größe der Atome ab.
- Die EN nimmt im PSE von rechts oben nach links unten ab:



In einer Atombindung zieht der Bindungspartner mit der höheren EN die Bindungselektronen stärker an. Dadurch wird die Bindung polar ($\text{H} \longrightarrow$), es entstehen Partialladungen ($\delta+$, $\delta-$). Die Atombindung ist umso polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz der Bindungspartner ΔEN ist.



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

26

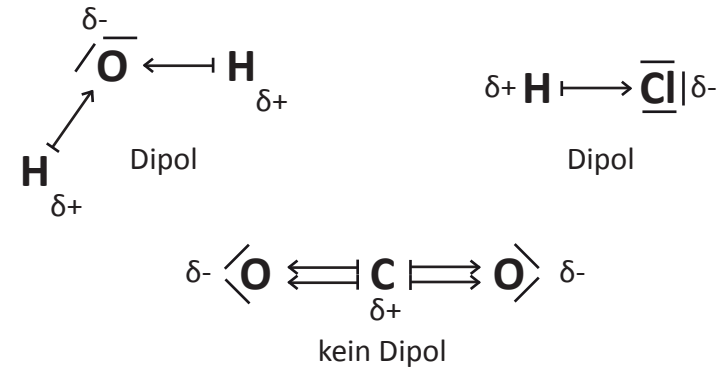
Dipolmoleküle

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht **Struktur/Eigenschaften**

26

Ein Molekül mit polaren Atombindungen ist genau dann ein Dipol, wenn sich die Ladungsverschiebungen nach außen nicht aufheben.



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

27

Zwischenmolekulare WW

van-der-Waals-WW
Dipol-WW
Wasserstoffbrücken

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht **Struktur/Eigenschaften**

27

van-der-Waals-WW

- Anziehungskräfte zwischen spontanen und induzierten Dipolen
- steigen mit zunehmender Kontaktfläche und Molekülmasse
- wirken zwischen allen Teilchen (auch unpolaren)

Dipol-Dipol-WW

- sind WW zwischen positiven und negativen Partialladungen von Dipol-Molekülen (z.B. HCl)

Wasserstoffbrücken

- sind besonders starke Dipol-Dipol-WW
- sind bei geringer Molekülgröße die stärksten WW
- bestehen zwischen stark (nur durch F, N und O) positiv polarisiertem H und einem nichtbindenden Elektronenpaar:



9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

28

Atomare Masseneinheit u

9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

28

Die Masse eines Teilchens (Atom, Molekül, Ion) kann in der Einheit Gramm g oder in der **atomaren Masseneinheit u** angegeben werden. Ein u ist definiert als der 12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms ^{12}C .

$$1\text{u} \approx 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$1\text{g} \approx 6,022 \times 10^{23} \text{ u}$$

Protonen, Neutronen und Wasserstoffatome haben ungefähr die Masse 1 u.

9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

29

Stoffmenge n

Einheit: 1 mol

9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

29

Ein **Mol** ist die Stoffmenge, die aus $6,022 \times 10^{23}$ **Teilchen** des betreffenden Stoffes besteht („**Avogadro-Konstante**“ = N_A). Die Zahl ist so gewählt worden, dass ein Mol Kohlenstoff (Isotop ^{12}C) genau 12 g wiegt.

Praktische Bedeutung:

Die Masse eines Mols eines beliebigen Stoffes in Gramm entspricht daher der Masse eines einzelnen Teilchens dieses Stoffes in u.

Der Zahlenwert für Elemente ist im PSE als Massenzahl ablesbar, für Verbindungen lässt er sich daraus errechnen.

9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

30

Berechnungsgrundlagen für stöchiometrisches Rechnen

9 NTG
9 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

30

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V = V_m \cdot n$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

mit:

n Stoffmenge [mol]

m Masse [g]

M Molare Masse [$\frac{g}{mol}$]

V Volumen [l]

V_m Molares Volumen (Gase: $22,4 \frac{l}{mol}$)

N Teilchenanzahl

N_A Avogadrokonstante ($6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$)

c Konzentration [$\frac{mol}{l}$]

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

31

Säure – saure Lösung neutrale Lösung Base – alkalische Lösung

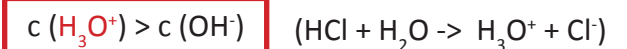
9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

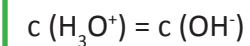
31

Säure: Protonendonator (Beispiel: HCl)

Saure Lösungen enthalten mehr Oxonium- als Hydroxidionen

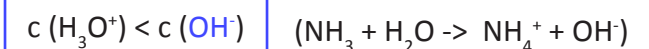


Neutrale Lösungen enthalten gleich viel Teilchen beider Ionensorten:



Base: Protonenakzeptor (Beispiel: NH_3)

Alkalische Lösungen enthalten mehr Hydroxid- als Oxoniumionen:



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

32

Wichtige Säuren

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

32

Säure

HCl

Chlorwasserstoff
(Lösung: Salzsäure)
(Magensäure)

HNO₃

Salpetersäure
(Dünger- u. Sprengstoffherstellung)

H₂SO₄

Schwefelsäure
(in Autobatterien)

H₂CO₃

Kohlensäure
(in Erfrischungsgetränken)

H₃PO₄

Phosphorsäure
(in Coca-Cola)

CH₃COOH

Essigsäure
(Konservierungsmittel)

Säure-Anion

Cl⁻ Chlorid

NO₃⁻ Nitrat

SO₄²⁻ Sulfat

CO₃²⁻ Carbonat

PO₄³⁻ Phosphat

CH₃COO⁻ Acetat

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

33

Wichtige Basen

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

33

Natriumhydroxid NaOH

Lsg.: Natronlauge
*in Rohrreiniger,
Laugengebäck*

Kaliumhydroxid KOH

Lsg.: Kalilauge
zum Abbeizen

Calciumhydroxid Ca(OH)₂

Lsg.: Kalkwasser
*CO₂-Nachweis,
Kalkmörtel*

Ammoniak NH₃

Lsg.: Ammoniakwasser
*Pferdemist, Haarfarbe,
überreifer Camembert*

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

34

Protolyse Neutralisation

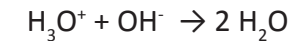
9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen **Donor/Akzeptor** Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

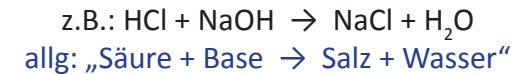
34

Einer **Protolyse** ist eine chemische Reaktion, bei der Protonen übertragen werden.

Bei einer **Neutralisation** findet ein Protonenübergang von Oxonium-Ionen auf Hydroxid-Ionen unter Bildung von Wassermolekülen statt:



Bei der Reaktion äquivalenter Mengen einer starken Säure mit einer starken Base bildet sich eine neutrale Lösung (pH=7).



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

35

Säure-Base-Titration

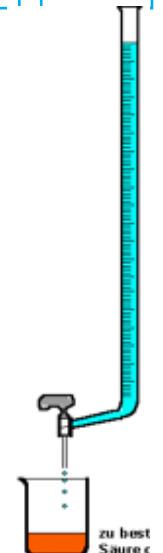
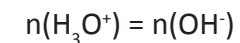
9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen **Donor/Akzeptor** Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

35

Quantitatives Verfahren zur Bestimmung einer unbekanntes Konzentration eines **gelösten Stoffes** (z.B. Säure) durch schrittweise Zugabe einer **Lösung bekannter Konzentration** (Maßlösung, z.B. Lauge) bis zum **Äquivalenzpunkt ÄP** (zu erkennen z.B. an der Änderung der Indikatorfarbe).

Am ÄP gilt für die Titration von Säuren



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

36

pH-Wert

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

36

Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren, neutralen oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung.

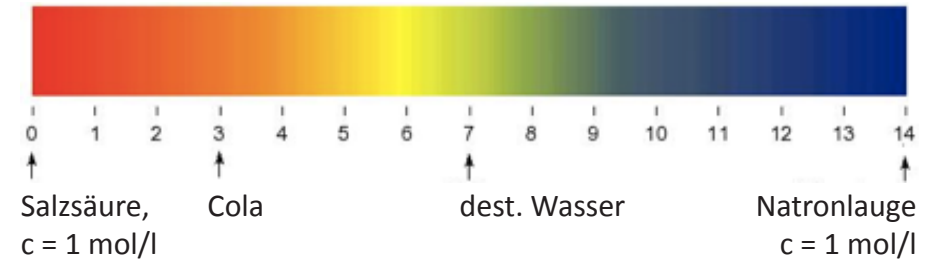
Daher ist der pH-Wert auch ein Maß für die Konzentration der Oxoniumionen in einer wässrigen Lösung.

Es gilt: Saure Lösung: $\text{pH} < 7$

Neutrale Lösung: $\text{pH} = 7$

Basische Lösung: $\text{pH} > 7$

pH-Skala, Färbung mit Universalindikatorlösung:



9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

37

Oxidation und Reduktion

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen **Donor/Akzeptor** Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

37

Oxidation: Abgabe von Elektronen
(Oxidationszahl wird größer)

Reduktion: Aufnahme von Elektronen
(Oxidationszahl wird kleiner)

Oxidationsmittel:
oxidiert, nimmt Elektronen auf und wird dabei selbst reduziert

Reduktionsmittel:
reduziert, gibt Elektronen ab und wird dabei selbst oxidiert

Redoxreaktion:
chemische Reaktion, bei der Elektronen übertragen werden.

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

38

Elektrolyse Batterie/Galvan. Element

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

38

Elektrolyse:

Eine Redox-Reaktion wird mit Hilfe einer Spannungsquelle durch Zufuhr von elektrischer Energie erzwungen

Galvanisches Element:

Die Umkehrung der Redox-Reaktion setzt elektrische Energie frei.

Elektrolyse	Galvanisches Element
$ZnI_2 \rightarrow Zn + I_2 \quad \Delta E_i > 0$	$Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2 \quad \Delta E_i < 0$
erzwungen	freiwillig

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

39

Donor-Akzeptor-Prinzip

Protolyse-reaktion
Redoxreaktion

9 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

39

Fast alle chemischen Reaktionen können als Donator-Akzeptor-Reaktionen beschrieben werden.

- Protolyse-Reaktion: Protonenübergang
- Redox-Reaktion: Elektronenübergang

	Donator	Akzeptor
Protolyse-Reaktion	Säure	Base
Redox - Reaktion	Reduktionsmittel	Oxidationsmittel

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

40

Kohlenwasserstoffe

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

40

Kohlenwasserstoffe sind nur aus C- und H-Atomen aufgebaut.



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

41

Homologe Reihe

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

41

In einer homologen Reihe werden Moleküle zusammengefasst, die sich nur durch die Länge ihrer Kette aus $-CH_2-$ Einheiten unterscheiden.

Beispiel: Alkane (Methan - Ethan - Propan - Butan - Pentan - ...)

Allgemeine Summenformeln:

Homologe Reihe der Alkane: $C_n H_{2n+2}$

Homologe Reihe der Alkene: $C_n H_{2n}$

Homologe Reihe der Alkine: $C_n H_{2n-2}$

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

42

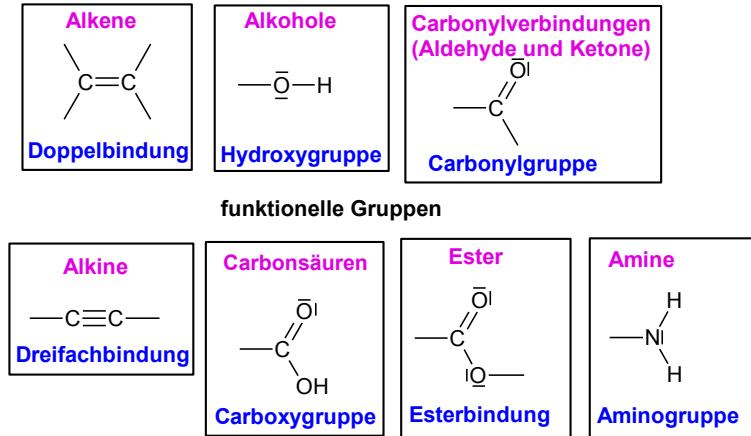
Funktionelle Gruppen

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht **Struktur/Eigenschaften**

42

Funktionelle Gruppen bestimmen mit ihren Eigenschaften das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen:



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

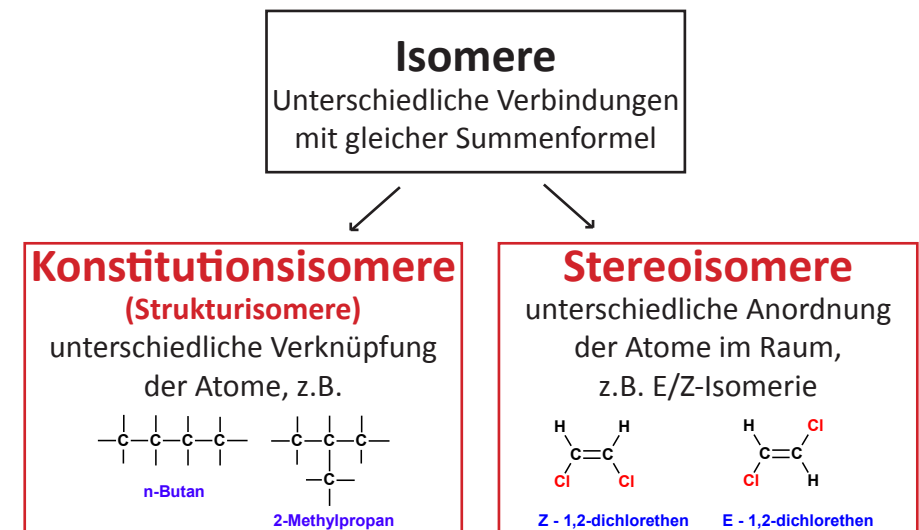
43

Isomerie

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht **Struktur/Eigenschaften**

43



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

44

elektrophile Teilchen nucleophile Teilchen Radikale

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

44

Elektrophile Teilchen haben an einer Stelle ein Elektronendefizit, sind also positiv geladen oder polarisiert.

Nucleophile Teilchen haben an einer Stelle einen Elektronenüberschuss, sind also negativ geladen oder polarisiert. Sie haben mindestens ein nichtbindendes Elektronenpaar.

Elektrophile Teilchen (Elektronenakzeptoren) reagieren stets mit nucleophilen Teilchen (Elektronendonatoren).

Radikale sind Teilchen mit mindestens einem ungepaarten Elektron. Radikale sind besonders reaktiv.

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

45

organische Reaktionstypen:

Substitution

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

45

Organische Verbindungen mit Einfachbindungen (Alkane, Alkohole, Halogenalkane) haben die Tendenz zu Substitutionsreaktionen:

Zum Beispiel: Radikalische Substitution bei den Alkanen



Mechanismus (nur NTG):

Die Radikalische Substitution läuft in drei Schritten ab:

- Startreaktion (Bildung eines Radikals, z.B. durch Lichtenergie)
- Ketten(fortpflanzungs)reaktion
- Abbruchreaktionen (Kombination zweier Radikale)

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

46

organische Reaktionstypen:

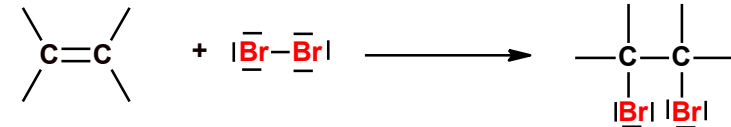
Addition

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

46

Organische Verbindungen mit Mehrfachbindungen (Alkene, Carbonylverbindungen) gehen Additionsreaktionen ein:
Zum Beispiel: elektrophile Addition bei den Alkenen



Mechanismus (nur NTG):

- Angriff des elektrophilen Teilchens an der Doppelbindung (hier: $\delta^+ \text{Br} \rightarrow \text{Br} \delta^-$)
- im zweiten Schritt nucleophiler Angriff (hier: Br).

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

47

organische Reaktionstypen:

Kondensation und Hydrolyse

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

47

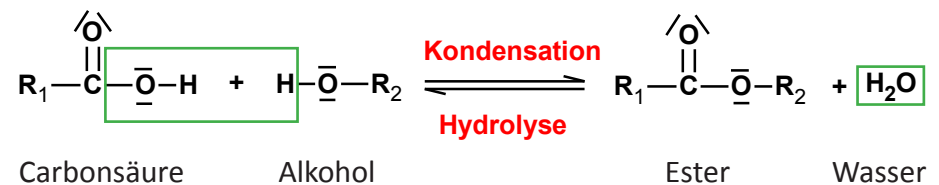
Kondensationsreaktion:

zwei Moleküle verbinden sich miteinander unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (z.B. H_2O : Esterbildung)

Hydrolyse:

Spaltung einer Verbindung durch Reaktion mit Wasser (z.B. Esterspaltung)

Veresterung \rightleftharpoons Esterspaltung



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

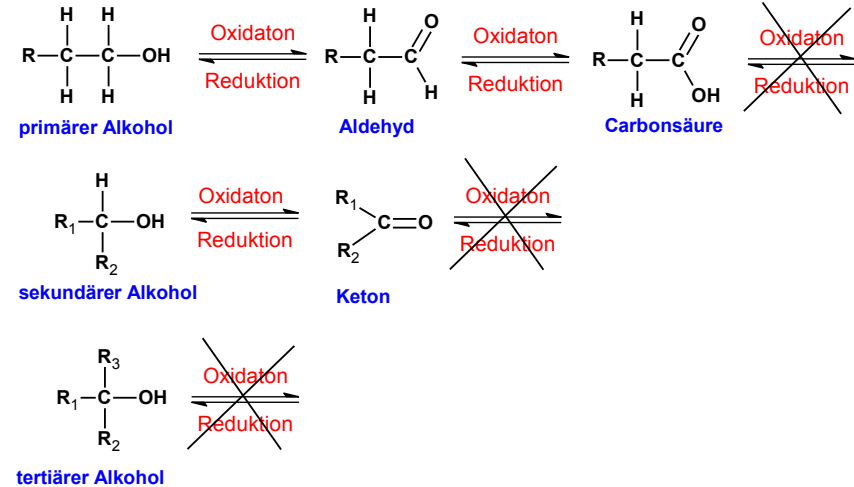
48

Redoxverhalten der organischen Sauerstoffverbindungen

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

48



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

49

Nachweisreaktionen für Aldehyde

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

49

Fehlingsche Probe

Eine alkalische wässrige Lösung von Kupfer(II)-sulfat wird bei vorsichtigem Erhitzen durch Aldehyde zu rotem Kupfer(I)-oxid (Cu_2O) reduziert (ziegelroter Niederschlag).
(Ketone reagieren nicht)

Silberspiegelprobe

Hier werden Silber(I)-Ionen einer ammoniakalischen Silbernitratlösung (Tollens Reagens) bei vorsichtigem Erhitzen durch Aldehyde zu metallischem Silber (Silberspiegel) reduziert.
(Ketone reagieren nicht)

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

50

Wichtige sauerstoffhaltige organische Verbindungen

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

50

Methan ol	Treibstoff
Ethan ol	Genussmittel, Brennstoff, Lösungsmittel
Hexan-1,2,3,4,5,6-hex ol (Sorbit)	Zuckeraustauschstoff
Methan al (Formaldehyd)	Ausgangsstoff für Kunststoffe, Konservierungsstoff (Anatomie)
Propan on (Aceton)	Lösungsmittel
Methan säure (Ameisensäure)	Bestandteil von Ameisen- und Brennesselgift
Ethan säure (Essigsäure)	Essig, Konservierungsmittel
Frucht ester	Bestandteil natürlicher Aromen

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

51

Fette

10 NTG
10 SG

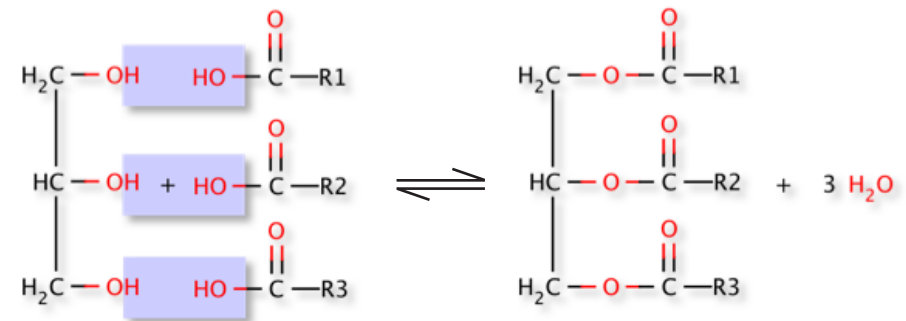
Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

51

Fette sind Triglyceride, d.h. Ester aus Glycerin und drei Fettsäuren. Fettsäuren sind langkettige gesättigte oder ungesättigte Carbonsäuren.



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

52

Kohlenhydrate: Monosaccharide

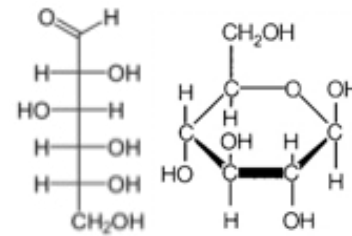
10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

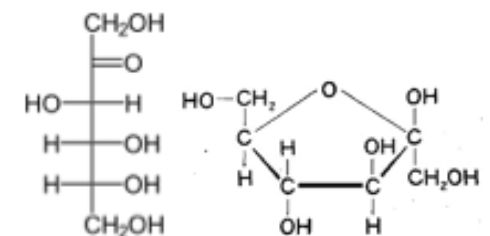
52

Monosaccharide sind entweder Polyhydroxyaldehyde oder Polyhydroxyketone,

Beispiele:



Glucose (Traubenzucker)
Aldose



Fructose (Fruchtzucker)
Ketose

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

53

Kohlenhydrate: Disaccharide

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

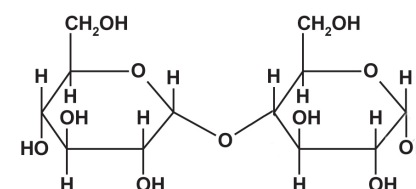
53

Disaccharide

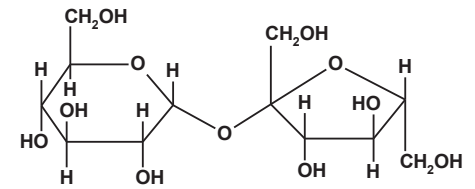
Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Disacchariden oder Polysacchariden verknüpft.

Beispiele:

Maltose



Saccharose



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

54

Kohlenhydrate: Polysaccharide

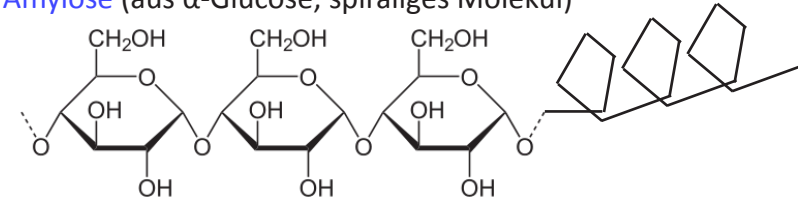
10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht **Struktur/Eigenschaften**

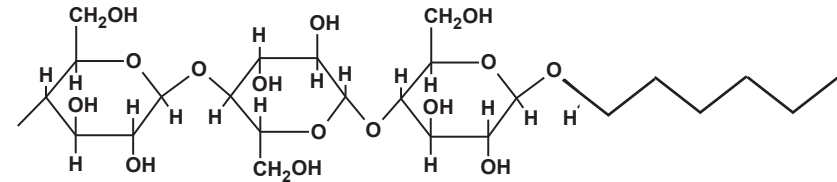
54

Polysaccharide sind lange Ketten von glycosidisch miteinander verknüpften Monosacchariden. Beispiele sind:

Amylose (aus α -Glucose; spiralisches Molekül)



Cellulose (aus β -Glucose; gestrecktes Molekül)



10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

55

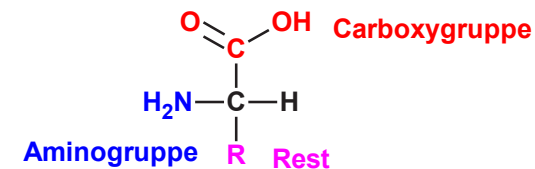
Proteine: Aminosäuren

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen Donor/Akzeptor Energie
Gleichgewicht Struktur/Eigenschaften

55

Aminosäuren (2-Aminocarbonsäuren; α -Aminocarbonsäuren)
allg. Schema:



Nur 20 Aminosäuren mit jeweils unterschiedlichem Rest bilden die Bausteine der Proteine („proteinogene Aminosäuren“).

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

56

Proteine

10 NTG
10 SG

Stoff/Teilchen
Gleichgewicht

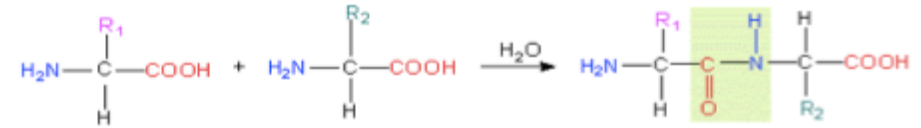
Donor/Akzeptor
Struktur/Eigenschaften

Energie

56

Proteine:

Aminosäuren werden durch Peptidbindungen zu Ketten verknüpft.



- **Primärstruktur:** Reihenfolge der Aminosäuren (AS-Sequenz),
- **Sekundärstruktur:** Regelmäßige geordnete Strukturen innerhalb der Aminosäurekette, die durch Wasserstoffbrücken zwischen Peptidgruppen stabilisiert werden: α -Helix oder β -Faltblatt.
- **Tertiärstruktur:** Räumliche Anordnung der Helix- bzw. Faltblattstruktur durch WW zwischen den Resten
- **Quartärstruktur:** Räumliche Anordnung mehrerer Polypeptid-Ketten zu einem Gesamtprotein.