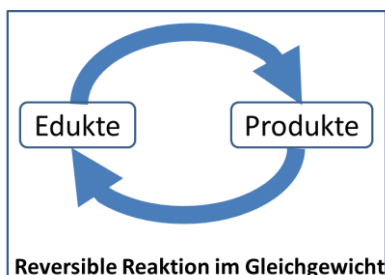
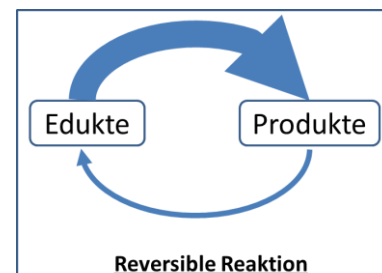


A) GLEICHGEWICHTSREAKTIONEN

1) DEFINITION

Gleichgewichtsreaktionen sind **umkehrbare („reversible“)** Reaktionen, d.h. die Produkte können wieder zu den Edukten zurückreagieren. In der Gleichung schreibt man einen

Doppelpfeil: Edukte \rightleftharpoons Produkte



Im **Gleichgewicht** ändern sich die Konzentrationen der beteiligten Stoffe nicht mehr, da **pro Zeiteinheit gleich viele Edukte zu Produkten reagieren wie Produkte zu Edukten**.

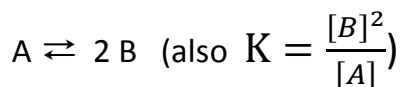
2) DAS MASSENWIRKUNGSGESETZ, DIE GLEICHGEWICHTSKONSTANTE K

Um die Lage eines Gleichgewichts anzugeben, dividiert man das Produkt der Konzentrationen der Endstoffe durch das Produkt der Konzentrationen der Edukte in mol/l. Die Faktoren der Reaktionsgleichung gehen in den Exponenten ein. Diesen Wert nennt man die Gleichgewichtskonstante K. (Den ganzen Ausdruck nennt man das Massenwirkungsgesetz)



Die eckigen Klammern **[X]** bedeuten „die Konzentration von X in mol/l“

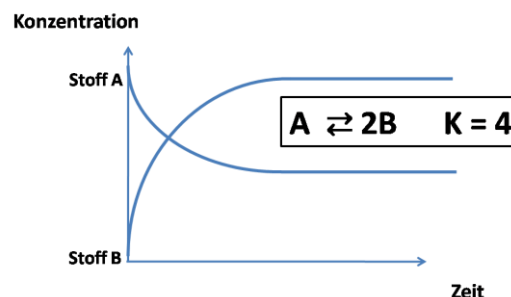
Die Konzentrationsänderung einer Reaktion



mit $K = 4$ sieht wie folgt aus:

(Ausgangssituation: $[A]_0 = 2 \text{ mol/l}$, $[B]_0 = 0 \text{ mol/l}$)

Konzentrationsverlauf einer GGW-Reaktion:



3) BEEINFLUSSUNG DES CHEMISCHEN GLEICHGEWICHTS

Eine Reaktion hat unter bestimmten Bedingungen immer den gleichen Wert für „K“. Wird bei einer im GGW befindlichen Reaktion Druck oder Konzentration geändert („äußerer Zwang“) so ist das GGW „gestört“. Dies führt zu einer Änderung der übrigen Konzentrationen bis das GGW wieder erreicht wird.

„Prinzip des kleinsten Zwanges“ (nach Le Chatelier und Braun):

Es läuft *die* Reaktion ab (von links nach rechts oder von rechts nach links), die diesem äußeren Zwang ausweicht.

a. ÄNDERUNG DER KONZENTRATION

Erhöht man bei einer im GGW befindlichen Reaktion eine **Konzentration**, so läuft **die Reaktion** in die Richtung ab, **die diese Konzentration verringert**. (und umgekehrt)

b. ÄNDERUNG DES DRUCKES

Erhöht man bei einer im GGW befindlichen Reaktion mit Gasen den **Druck**, so läuft die Reaktion in die Richtung ab, die den Druck erniedrigt – also **auf die Seite mit weniger Gasteilchen**. (und umgekehrt)

c. ÄNDERUNG DER TEMPERATUR

Erhöht man bei einer im GGW befindlichen Reaktion die **Temperatur**, so ändert sich die GGW-Konstante K und daraufhin die Konzentrationen. Nach dem Prinzip des kleinsten Zwanges wird durch Temperaturerhöhung die **endotherme Reaktionsrichtung begünstigt**. (und umgekehrt)

4) BEISPIEL FÜR GLEICHGEWICHTSREAKTIONEN: DIE KOMPLEXBILDUNG

Ein **Komplex** ist ein Teilchen mit einem **zentralen Metallkation** und mehreren daran gebundenen „**Liganden**“. Diese Liganden sind meist negativ geladen oder haben zumindest ein freies Elektronenpaar, welches mit der positiven Ladung des Metalls eine **Koordinationsbindung** eingeht:

z.B.: Tetramminkupfer(II) $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$

4 Moleküle Ammoniak (NH_3) sind an ein Kupferion gebunden:

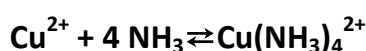
Das freie Elektronenpaar des Stickstoffs koordiniert an das positive Kupferion (Cu^{2+})

z.B.: Hexacyanoferrat(III) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$

6 Cyanidionen (CN^-) sind an ein Eisenion (Fe^{3+}) gebunden:

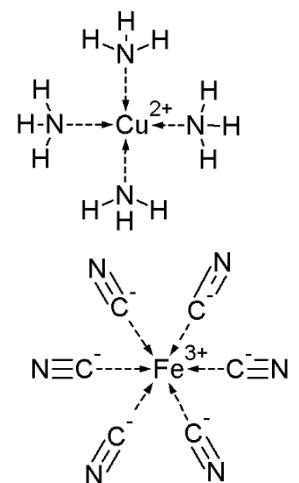
Das freie Elektronenpaar des Kohlenstoffs koordiniert an das positive Eisenion

Die Bildung von Komplexen ist eine Gleichgewichtsreaktion:



$$K_B = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^4}$$

Die Gleichgewichtskonstante für die Komplexbildung wird mit K_B abgekürzt.



5) BEISPIEL FÜR GLEICHGEWICHTSREAKTIONEN: DIE LÖSLICHKEIT

Von schwerlöslichen Salzen geht nur ein geringer Teil „in Lösung“ (d.h. das Salz trennt sich in Ionen welche von Wasserteilchen umgeben frei beweglich sind). Wie viel in Lösung geht wird über die Lösereaktion beschrieben:



(„(s)“ steht hier für fest; „(aq)“ steht für in Wasser gelöst)

Da die **Konzentration von Festkörpern per Definition immer 1 mol/l** ist, wird in diesen GW-Konstanten immer **nur die Konzentration der gelösten Teilchen** angegeben

$$K_L = [\text{Ag}^+(\text{aq})] \cdot [\text{Cl}^-(\text{aq})]$$

Die Gleichgewichtskonstante für die Löslichkeit wird mit K_L abgekürzt.

B) DIE IDEALE GASGLEICHUNG

$pV = nRT$	p	Druck in Pa
	V	Volumen in m ³
	n	Stoffmenge in mol
	R	Gaskonstante: 8,3145 J/(K* mol)
	T	Temperatur in K

Diese Gleichung beschreibt die Zusammenhänge von Druck, Temperatur und Volumen einer bestimmten Menge eines Gases. Man spricht hier von der „idealen“ Gasgleichung, da diese Gleichung diese Zusammenhänge nur näherungsweise beschreibt.

Es wurden hier mehrere Erkenntnisse zusammengetragen:

- Eine bestimmte Menge Gasteilchen, hat bei gleicher Temperatur und gleichem Druck immer das gleiche Volumen – unabhängig von der Gasart. So hat 1 mol Gas bei 0°C und 1 bar Druck ca. 22,4 l Volumen und bei 25°C und 1 bar Druck ca. 24 l Volumen. (Gesetz von Avogadro)
- Bei konstantem Druck führt eine Temperaturerhöhung zu einer Volumensvergrößerung. (Gesetz von Gay-Lussac)
- Bei konstanter Temperatur nimmt das Volumen bei Druckerhöhung ab. (Gesetz von Boyle-Mariotte)
- Bei konstantem Volumen führt eine Temperaturerhöhung zu einer Druckerhöhung. (Gesetz von Amontons)

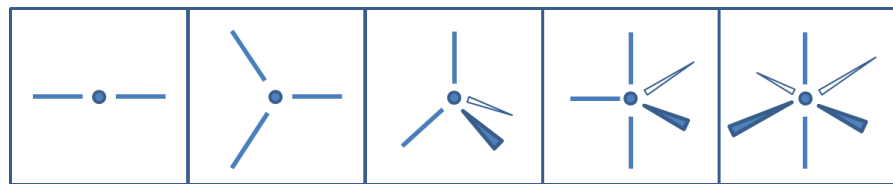
C) DAS VSEPR-MODELL

Unter dem VSEPR-Modell (valence shell electron pair repulsion theory) versteht man eine Methode, um die **3D-Struktur von Molekülen abzuschätzen**.

Sie basiert darauf, dass sich die Elektronenpaare (freie und Bindungselektronenpaare) abstoßen und deshalb die Geometrie einnehmen, dass sie möglichst weit voneinander entfernt sind:

So sind zwei e^- - Paare im 180° Winkel angeordnet (linear)

Anzahl e^- Paare	2	3	4	5	6
Winkel in $^\circ$	180	120	109,5	90 und 120	90
geometrische Bezeichnung	linear	trigonal planar	tetraedrisch	trigonal bipyramidal	octaedrisch



Wenn man weiß, welche Geometrie das Molekül mit seinen freien- und Bindungselektronenpaaren einnimmt, kann man die Struktur des Moleküls ohne freie Elektronenpaare angeben:

Vorgehensweise:	Beispiel: Wasser H_2O
Man zählt die freien Elektronenpaare und die Bindungselektronenpaare am Zentralatom. (auch Doppel- und Dreifachbindungen zählen als „ein Bindungselektronenpaar“)	Wasser hat am Sauerstoff (Zentralatom „A“) zwei freie Elektronenpaare („E“) und zwei Bindungselektronenpaare („B“) Man nennt das ein AB_2E_2 -System $H - \bar{O} - H$
Daraus resultiert die Struktur aus obiger Tabelle <i>leeres Dreieck = hinter der Zeichenebene</i> <i>ausgefülltes Dreieck = vor der Zeichenebene</i>	Diese vier Elektronenpaare bedingen eine tetragonale Struktur
Dann sucht man die räumliche Struktur ohne freie Elektronenpaare	Somit bleibt für die Anordnung der 3 Atome nur eine gewinkelte Struktur mit einem Winkel von ca. $109,5^\circ$ (in der Realität hat Wasser einen Winkel von 106° , da freie Elektronenpaare etwas mehr Platz als Bindungselektronenpaare brauchen)