

Inhalt

1	Grundlagen	5
1.1	Stoffe und Teilchen	5
1.2	Chemische Reaktion	6
1.3	Katalysatoren	8
1.4	Bindungstypen	9
1.4.1	Metallbindung (Metallgitter)	9
1.4.2	Ionenbindung (Ionengitter)	9
1.4.3	Elektronenpaarbindung (Moleküle)	9
1.5	Aufstellen von Strukturformeln	10
1.6	Räumlicher Bau von Molekülen	14
1.7	Elektronegativität und polare Bindungen	15
1.8	Polare und unpolare Moleküle	17
1.9	Zwischenmolekulare Wechselwirkungen	18
1.9.1	Wasserstoffbrückenbindungen	18
1.9.2	Dipol-Dipol-Wechselwirkungen	18
1.9.3	Van-der-Waals-Kräfte	19
1.10	Stöchiometrische Berechnungen	20
2	Chemisches Gleichgewicht	23
2.1	Massenwirkungsgesetz	26
2.2	Beeinflussung der Gleichgewichtslage	30
2.2.1	Temperatur	30
2.2.2	Druck	31
2.2.3	Konzentration	31
2.2.4	Katalysator	32
2.2.5	Übersicht der Gleichgewichtsverschiebungen	32
2.3	Entropie	33
2.4	Richtung spontaner Vorgänge	33
2.5	Fließgleichgewichte	35
3	Protolysegleichgewichte	37
3.1	Säure-Base-Chemie	37
3.2	pH-Wert und Ionenprodukt des Wassers	38
3.3	pK_S- und pK_B-Werte	40
3.4	Puffer	44
3.5	Indikatoren	47

3.6	Titration	48
3.6.1	Allgemeines und Titrationskurven	48
3.6.2	Übersicht	51
3.6.3	Wahl des Indikators	52
4	Redoxgleichgewichte	55
4.1	Redoxreaktionen	55
4.2	Die Redoxreihe/Elektrochemische Spannungsreihe	62
4.3	Galvanische Elemente	65
4.4	Batterien und Akkus	66
4.4.1	Leclanché-Element (Batterie)	67
4.4.2	Bleiakku	68
4.5	Nernst-Gleichung	69
4.6	Elektrolyse	71
4.7	Korrosion und Korrosionsschutz	74
4.7.1	Rosten von Eisen	74
4.7.2	Passiver Korrosionsschutz	75
4.7.3	Aktiver Korrosionsschutz	75

1 Grundlagen

Um in der Chemie der Oberstufe nicht den Überblick zu verlieren ist es wichtig, dass wir ein paar Grundlagen aus der Mittelstufe gut beherrschen. Diese behandeln wir in diesem Kapitel.

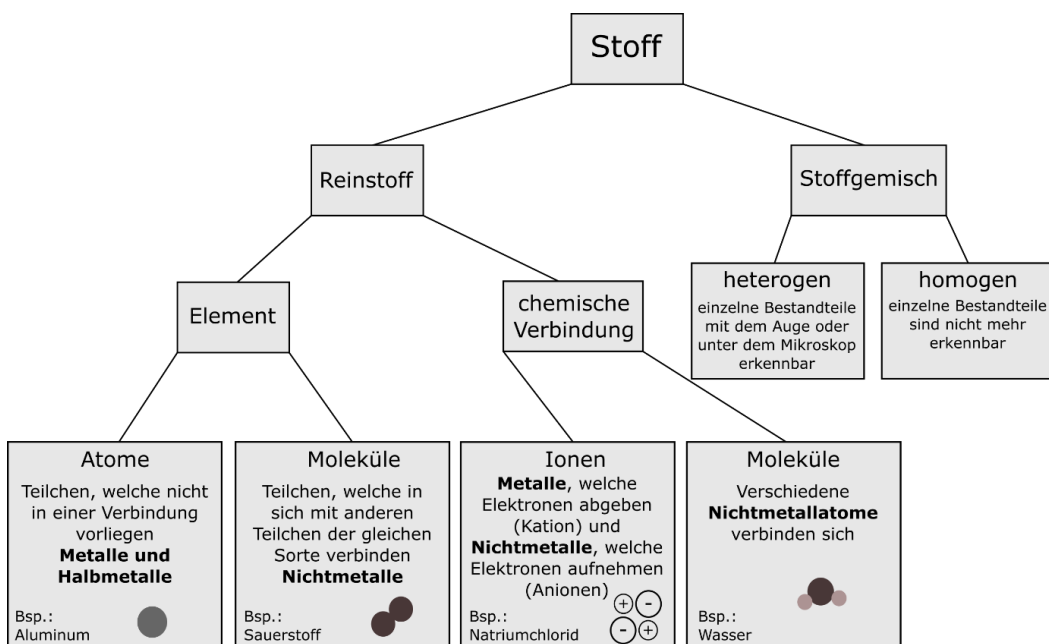
1.1 Stoffe und Teilchen

Generell müssen wir bei Stoffen zwischen Stoffgemischen und Reinstoffen unterscheiden:

- **Reinstoffe** sind in der Chemie Stoffe, die einheitlich aus nur einer chemischen Verbindung oder einem chemischen Element bestehen.
- **Gemische** sind Stoffe, welche aus mindestens zwei Reinstoffen zusammengesetzt sind.



Grundlagen
Stoffe und
Teilchen

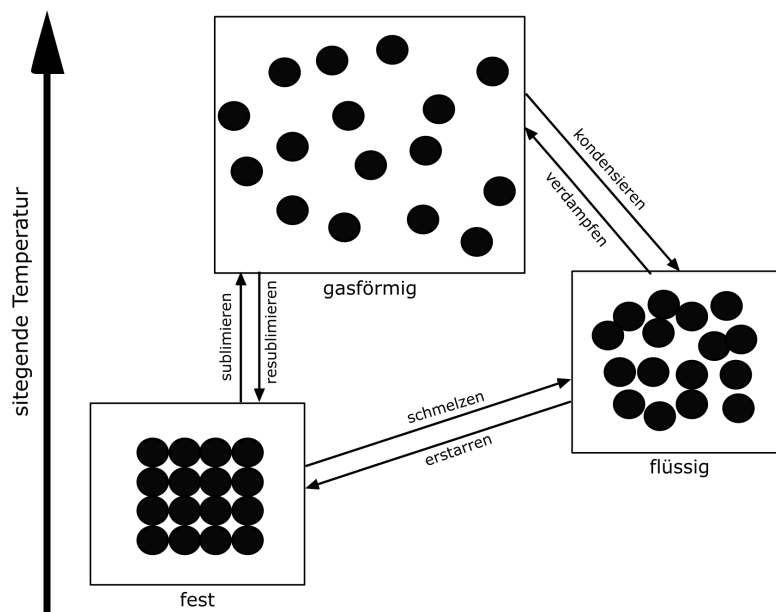


Diese Stoffe wiederum können in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen:

- fest,
- flüssig
- oder gasförmig

Wir müssen wissen, wie die Stoffe in den einzelnen Aggregatzuständen auf Teilchenebene beschaffen sind.

Mit steigender Temperatur werden die zwischenmolekularen Wechselwirkungen immer weiter überwunden, wodurch sich die einzelnen Teilchen schneller bewegen und sich weiter voneinander entfernen. So sind die Teilchen im festen Zustand sehr strukturiert und nah aneinander angeordnet, während sich diese ordentliche Struktur über den flüssigen zum gasförmigen Zustand immer mehr verliert und die Teilchen sich weiter voneinander entfernen. Die folgende bietet eine Übersicht auf Teilchenebene.



1.2 Chemische Reaktion

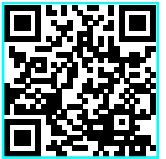


Chemische
Reaktion

Eine chemische Reaktion ist ein Vorgang, bei dem aus chemischen Verbindungen oder Elementen (Edukte) andere chemische Verbindungen (Produkte) entstehen, indem die Atome der Edukte andere Bindungen eingehen. Dabei verändern sich auch die Eigenschaften der Stoffe.

2 Chemisches Gleichgewicht

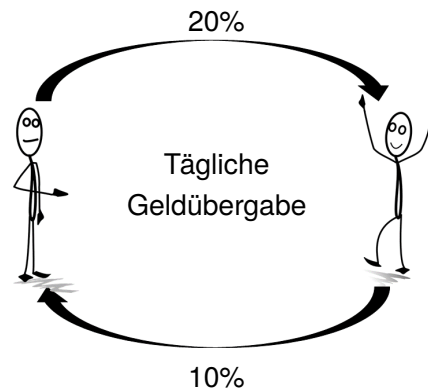
Die meisten chemischen Reaktionen sind umkehrbar. Das bedeutet, dass eine Reaktion in beide Richtungen stattfindet. Bei solchen umkehrbaren Reaktionen stellt sich irgendwann ein sogenanntes chemisches Gleichgewicht ein.



Chemisches Gleichgewicht

Dazu ein nicht-chemisches Beispiel:

Wir stellen uns vor, wir haben 50 Euro und unser Freund hat 10 Euro. Wir möchten ihn unterstützen, indem wir ihm täglich 20% von unserem Geld geben, erwarten im Gegenzug aber täglich 10% von seinem Geld. Jeden Tag gibt es eine entsprechende Geldübergabe.



In der folgenden Tabelle sind die Geldbeträge, die wir und unser Freund an den jeweiligen Tagen nach der Geldübergabe haben, aufgeführt.

Tag	Wir	Unser Freund
1	41,00 Euro	19,00 Euro
2	34,70 Euro	25,30 Euro
3	30,29 Euro	29,71 Euro
⋮	⋮	⋮
25	20,00 Euro	40,00 Euro
26	20,00 Euro	40,00 Euro

Ab dem 25. Tag ändert sich an dem Geldbetrag den wir jeweils haben nichts mehr, auch wenn weiterhin die Geldanteile übergeben werden. Wir geben unserem Freund jetzt jeden Tag 4 Euro und er gibt uns auch 4 Euro. Es hat sich jetzt trotz der weiteren täglichen Übergabe ein Gleichgewicht eingestellt.

3 Protolysegleichgewichte

3.1 Säure-Base-Chemie

Säuren und Basen haben wir bereits in der Mittelstufe kennengelernt. Als kleine Wiederholung hier noch einmal die Definition nach Brønsted:

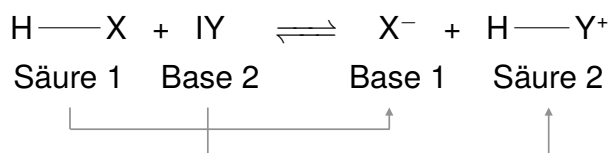
- **Säuren** sind Stoffe, die Protonen (H^+) abgeben und werden daher auch **Protonendonatoren** genannt.
- **Basen** sind Stoffe, die Protonen (H^+) aufnehmen und werden daher auch **Protonenakzeptoren** genannt.
- Eine **Säure-Base-Reaktion** ist eine chemische Reaktion, bei der ein **Protonenübergang** von der Säure zur Base stattfindet.
- Eine **Protolyse** ist eine chemische Reaktion, bei der ein Proton von einer Säure auf eine Base übergeht.



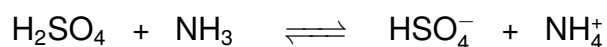
Säure-Base-
Chemie

Wichtig: Eine Säure kann nur Protonen abgeben, wenn sie jemand aufnimmt (eine Base) und andersherum.

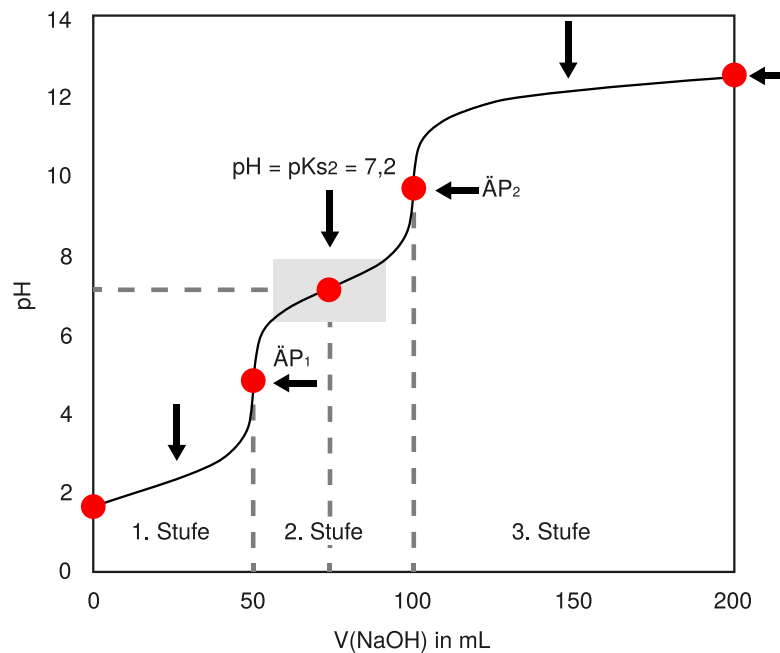
Bei einer Säure-Base-Reaktion wird aus jeder Säure eine korrespondierende Base und aus jeder Base eine korrespondierende Säure.



Beispiel: Schwefelsäure und Ammoniak



Die zur Schwefelsäure korrespondierende Base HSO_4^- hat noch ein Proton, welches sie abgeben kann, daher kann sie als Säure weiterreagieren.



Bei der Titration einer mehrprotonigen Säure liegen uns insgesamt so viele Äquivalenzpunkte wie Protonen vor. Bei der dreiprotonigen Phosphorsäure können wir demnach drei Äquivalenzpunkte (ÄP) ablesen.

Die ersten beiden sind ganz klar zu erkennen, da um die Äquivalenzpunkte wieder pH-Wert-Sprünge zu beobachten sind. Der dritte Äquivalenzpunkt liegt allerdings über einem pH-Wert von 12, weshalb ein pH-Wert-Sprung hier nicht mehr möglich ist. Insgesamt finden wir genauso viele Pufferbereiche wie Protonen, bei der Phosphorsäure entsprechend drei.

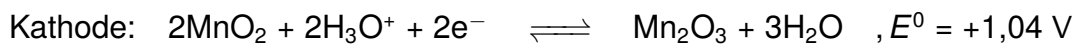
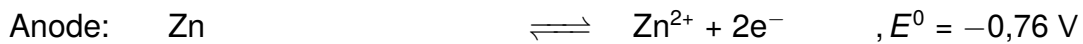
3.6.3 Wahl des Indikators

Wie wir an den Beispielen gesehen haben, liegen die Äquivalenzpunkte nicht immer auf dem Neutralpunkt. Da wir den Äquivalenzpunkt bei einer Titration mithilfe eines Indikators bestimmen wollen, muss der Farbumschlag genau im Bereich des Äquivalenzpunkte liegen.

Der Umschlagsbereich von Bromthymolblau liegt bei 6 und 7,5, also um den Neutralpunkt. Wenn wir eine Titration einer starken Säure mit einer starken Base durchführen, liegt der Äquivalenzpunkt bei dem Neutralpunkt. Daher ist die Verwendung von Bromthymolblau hier sinnvoll. Wenn wir allerdings eine schwache Säure mit einer starken Base titrieren, so liegt der Äquivalenzpunkt im Basischen. Der Farbumschlag von Bromthymolblau fände daher bereits vor Erreichen des Äquivalenzpunktes statt. Hier müssen wir also einen Indikator verwenden, dessen Farbumschlag im Basischen liegt. Ein Beispiel hierfür wäre Phenolphthalein mit einem Umschlagsbereich zwischen 8,5 und 10,5.

4.4.1 Leclanché-Element (Batterie)

Sehr lange Zeit verwendete man als Batterien das Leclanché-Element. Es handelt sich dabei um eine kleine Galvanische Zelle, bestehend aus einer Zinkhalbzelle und einer Braunsteinhalbzelle. Hier läuft, wie in jeder Galvanischen Zelle eine Redoxreaktion ab. Diese betrachten wir noch genauer:



Zink ist ein unedles Metall und gibt daher seine Elektronen sehr gerne ab. Braunstein kann diese Elektronen dann aufnehmen und reagiert zu Mn_2O_3 . Wie bereits als Hinweis genannt, findet diese Redoxreaktion im Sauren statt. Die dafür benötigten Oxoniumionen werden von dem in der Batterie enthaltenen Ammoniumchlorid geliefert:

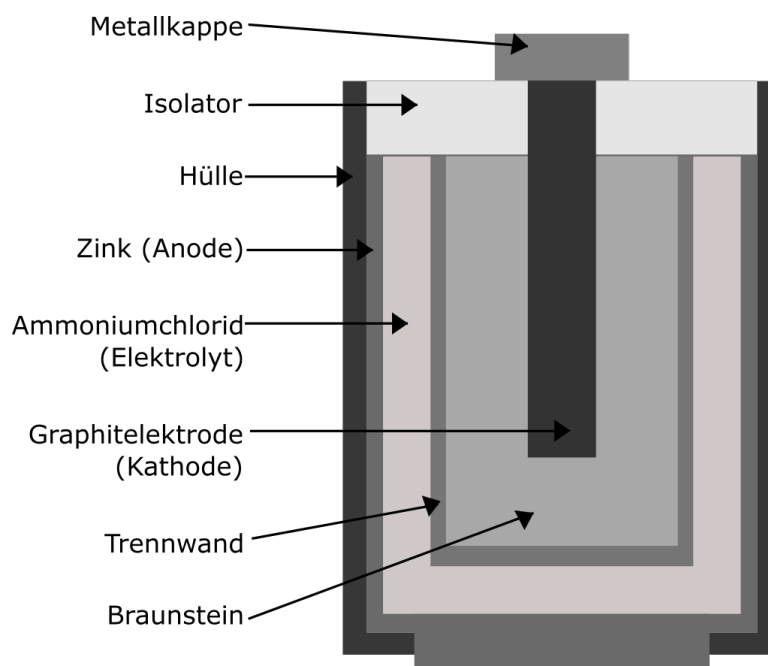
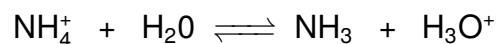


ABBILDUNG 4.4: AUFBAU EINES LECLANCHÉ-ELEMENTS

Die Spannung, die durch diese Galvanische Zelle maximal erzeugt werden kann, können wir ebenfalls ausrechnen:

$$E = 1,94 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = +1,80 \text{ V}$$

Es gibt mittlerweile Batterien mit anderen Halbzellen, die aus dem Leclanché-Element weiterentwickelt wurden. Diese funktionieren aber auch nach demselben Prinzip, sodass wir nicht jede im Einzelnen zu betrachten brauchen.

4.6 Elektrolyse

Den Versuch der Elektrolyse von Wasser kennen wir schon aus der Mittelstufe. Wir schauen uns die Reaktionen, die dabei passieren jetzt etwas genauer an:



Elektrolyse

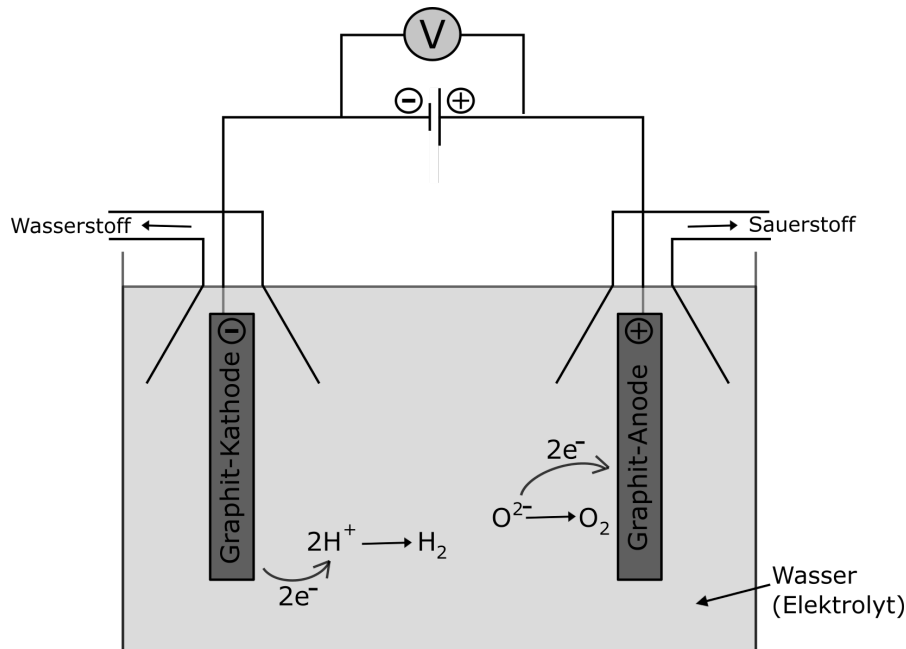
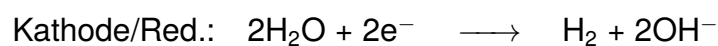


ABBILDUNG 4.6: VERSUCHSAUFBAU DER ELEKTROLYSE VON WASSER

Die Wasserteilchen werden mithilfe von Strom in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt. Schauen wir uns die Reaktionen an, die an Kathode und Anode ablaufen. An der Kathode reagiert Wasser zu Wasserstoff (es handelt sich um eine Reduktion, da die Oxidationszahl des Wasserstoffatoms im Wassermolekül +I ist und im Wasserstoffmolekül 0). An der Anode reagiert Wasser zu Sauerstoff (es handelt sich hier um eine Oxidation, da die Oxidationszahl des Sauerstoffatoms im Wassermolekül -II und im Sauerstoffmolekül 0 ist).



Damit wir die beiden Reaktionen jetzt zu einer Gesamtreaktion zusammenfassen können, muss hier wieder die Anzahl der Elektronen bei beiden Teilgleichungen übereinstimmen. Die Reaktion an der Kathode muss also mit zwei multipliziert werden:

