

Rupprecht-Gymnasium München

Fachschaft Chemie

Grundlegende Inhalte der 9. Klasse SG am G9

Stand: April 2022

Anmerkung: Grau hinterlegter Text stellt kein Grundwissen dar, soll aber der Übersichtlichkeit und dem Einordnen der Inhalte in einen größeren Zusammenhang dienen. Beispiele werden kursiv geschrieben. Die Reihenfolge ist nicht entsprechend dem Lehrplan oder dem Vorgehen im Heft und ersetzt dieses nicht.

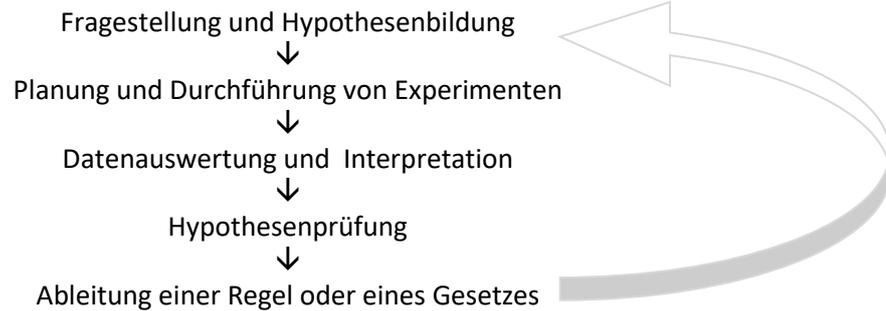
1. Wie Chemiker denken und arbeiten

1.1 Gefahrstoffkennzeichnung

Gefahrstoffe werden nach Gefährlichkeitsmerkmalen eingestuft. Das Gefährdungspotenzial der einzelnen Stoffe ist durch Gefahrenbezeichnungen und Gefahrensymbole erkennbar und wird durch **H-Sätze** (hazard statements, Gefahrenhinweise) und durch **P-Sätze** (precautionary statements, Sicherheitshinweise) differenzierter aufgeführt. Sie sind auf den Etiketten der Chemikalienbehälter abgedruckt. Die folgenden Symbole und ihre Bedeutung muss man kennen:

Symbol	Bezeichnung nach GHS	Bedeutung
	Explodierende Bombe	Hier sind explosive Stoffe und Gemische enthalten.
	Flamme	Hier sind entzündbare Stoffe enthalten.
	Flamme über einem Kreis	Dieser Behälter enthält Stoffe, welche die Verbrennung anderer Stoffe unterstützen.
	Gasflasche	In diesem Behälter sind unter Druck stehende Gase.
	Totenkopf mit gekreuzten Knochen	Stoffe können beim Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen giftig wirken.
	Ausrufezeichen	Stoffe können beim Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen gesundheitsschädlich sein, reizend oder hautsensibilisierend wirken.
	Ätzwirkung	Diese Stoffe wirken nach kurzer Zeit ätzend auf Haut und Augen.
	Gesundheitsgefahr	Von diesen Stoffen geht eine Gesundheitsgefahr aus, weil sie u.a. ungeborene Kinder schädigen können, das Erbgut verändern können, Krebs erzeugen oder die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
	Umwelt	Hier sind Stoffe enthalten, die die Umwelt, insbesondere Gewässer, gefährden.

1.2 Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg



Der Aufbau eines Versuchsprotokolls orientiert sich an diesem Vorgehen:

Versuchsüberschrift mit Datum - Material und Durchführung - Beobachtung – Auswertung/Erklärung

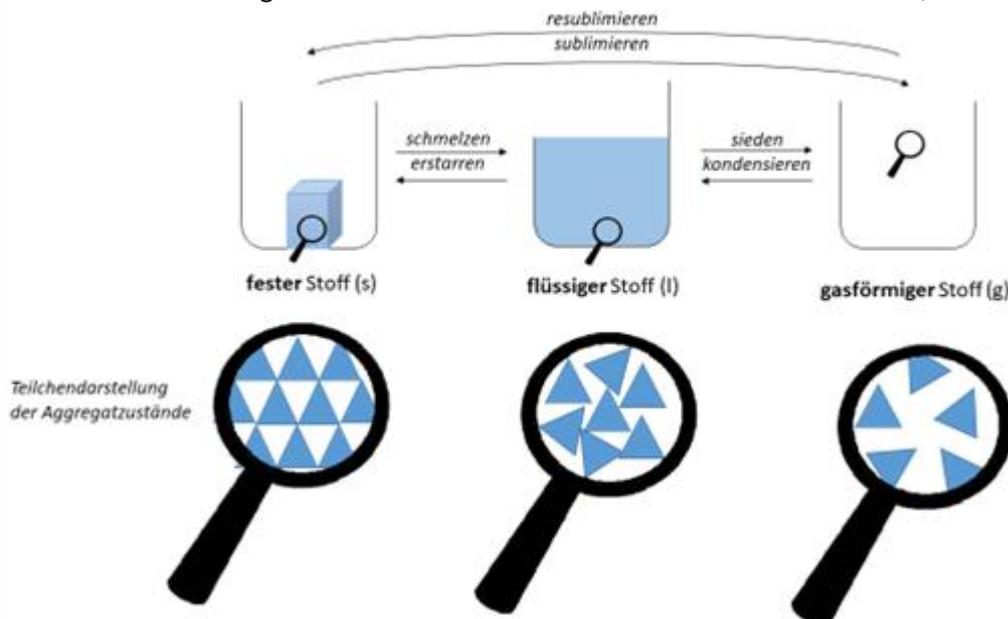
2. Stoffe und ihre Eigenschaften

2.1 Zustandsformen eines Stoffes und das Teilchenmodell:

Der Aggregatzustand: Ein Stoff kann in **verschiedenen Zustandsformen** vorkommen, nämlich als der Feststoff, die Flüssigkeit oder das Gas. 👁

Die Zustandsänderung: Der Vorgang der Änderung der Zustandsform. 👁

Das Teilchenmodell: Stoffe sind aus unzähligen kleinen, für das menschliche Auge unsichtbaren, Teilchen aufgebaut. Mit Hilfe dieser Modellvorstellung kann man die Eigenschaften oder das Verhalten von Stoffen erklären. 👁

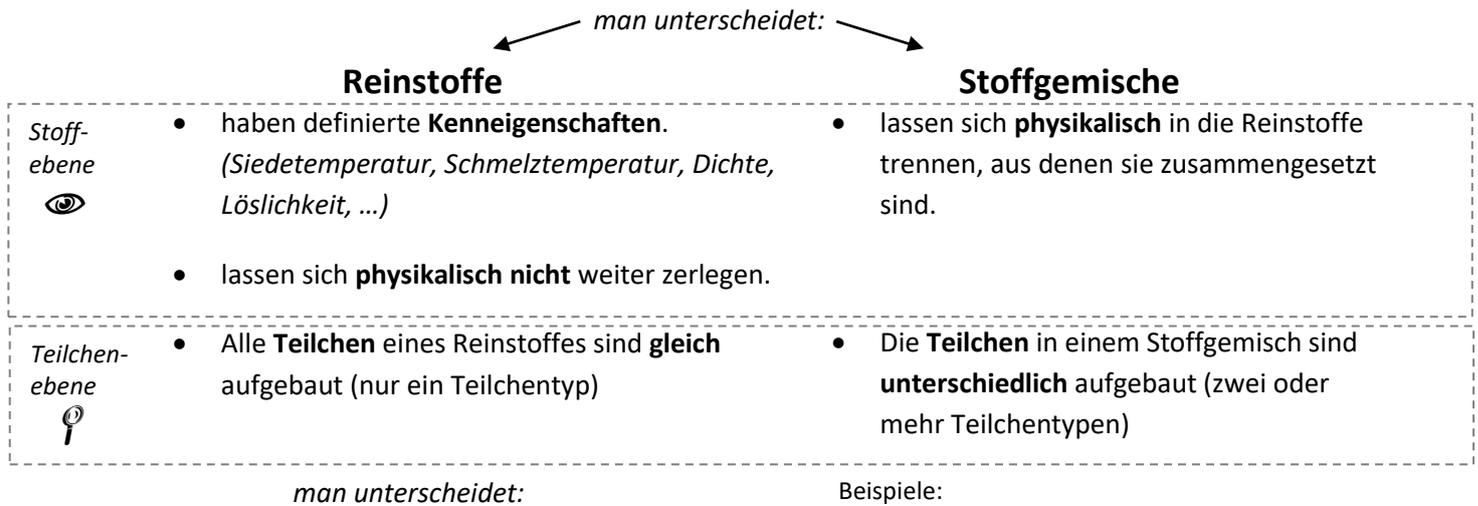


Im **festen** Zustand sind die Teilchen fest auf ihren Gitterplätzen und streng geordnet. Es herrschen Anziehungskräfte zwischen den Teilchen.

Im **flüssigen** Zustand können sich die Teilchen gegeneinander bewegen, sie sind nicht mehr geordnet, berühren sich aber noch, weil Anziehungskräfte zwischen ihnen noch immer bestehen.

Im **gasförmigen** Zustand bewegen sich die Teilchen absolut ungeordnet, die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen sind überwunden.

2.2 Die verschiedenen Arten von Stoffen:



Elemente

lassen sich **chemisch nicht** weiter zersetzen

man unterscheidet:

Metalle, Halbmetalle und Nichtmetalle

Verbindungen

lassen sich **chemisch** in mind. 2 Elemente zersetzen

man unterscheidet:

Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindungen und Metall-Nichtmetall-Verbindungen (Salze)

die **Lösung** (s-l, l-l, g-l)

die **Suspension** (s-l)

die **Emulsion** (l-l)

der **Rauch** (s-g)

der **Nebel** (l-g)

das **Gasgemisch** (g-g)

z.B. **Luft** aus Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und anderen Gasen

2.3 Physikalische Trennverfahren

Physikalische Trennverfahren nutzen die unterschiedlichen Kenneigenschaften von Reinstoffen aus, damit man diese aus einem Stoffgemisch isolieren kann.

Name des Trennverfahrens		Kenneigenschaft(en) nach denen das Stoffgemisch aufgetrennt wird
die Destillation	destillieren	Die Reinstoffe haben eine unterschiedliche Siedetemperatur und könne so voneinander getrennt werden.
die Extraktion	extrahieren	Stoffe sind in anderen Stoffen unterschiedlich gut löslich. Mit einem Lösemittel kann man einen Stoff aus einem Stoffgemisch herauslösen.

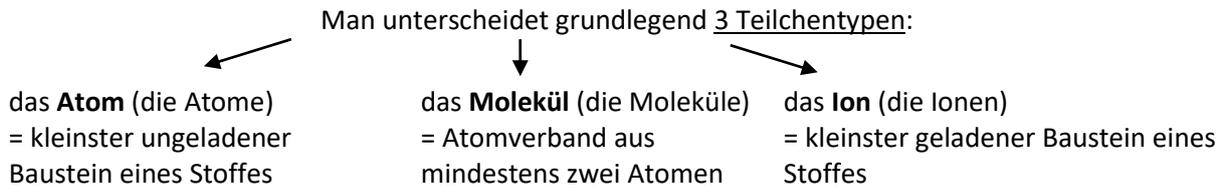
2.4 Nachweisreaktionen

Diese Nachweisreaktionen musst du kennen:

Name des Nachweises	Nachzuweisender Stoff	Beschreibung
Glimmspanprobe	Sauerstoff	Glühender Glimmspan leuchtet bei Anwesenheit von Sauerstoff auf.
Knallgasprobe	Wasserstoff	Aufgefangenes Wasserstoffgas „ploppt“ beim Zünden im Reagenzglas.
Kalkwasserprobe	Kohlenstoffdioxid	Farblose Calciumhydroxid-Lösung trübt sich beim Einleiten von Kohlenstoffdioxid weiß.

2.5 Der Teilchenbegriff

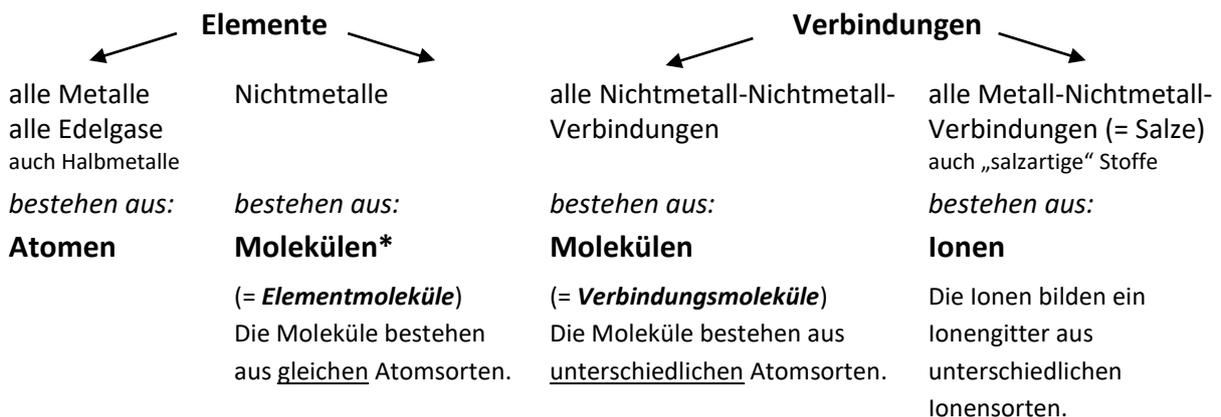
Ein Reinstoff besteht aus kleinsten Teilchen, die identisch aufgebaut sind.



- Es gibt so viele verschiedene Atomsorten, wie es Elemente gibt.
- Die Atome eines Elements sind gleich groß und haben dieselbe Masse (s. Modell nach Dalton)

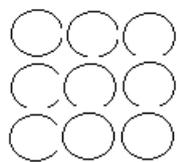
man unterscheidet:
Kationen (= positiv geladene Ionen)
Anionen (= negativ geladene Ionen)

2.6 Ein Überblick über die Bausteine der Reinstoffe

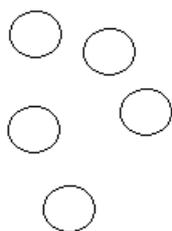


Beispiele:

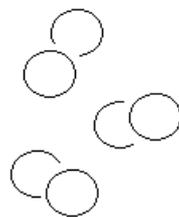
Eisen (s)
 besteht aus Eisenatomen



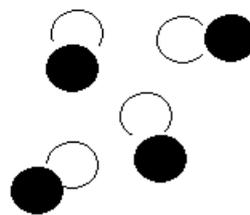
oder



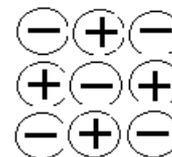
Helium (g)
 besteht aus Heliumatomen



Sauerstoff (g)
 besteht aus 2-atomigen Sauerstoffmolekülen (Elementmoleküle)



Kohlenstoffmonooxid (g)
 besteht aus 2-atomigen Kohlenstoffmonooxidmolekülen (Verbindungsmoleküle)



Natriumchlorid (s)
 besteht aus Natrium- und Chlorionen, die ein Ionengitter bilden

* Obwohl Nichtmetalle, außer den Edelgasen, eigentlich molekular vorkommen (z.B. S₈), werden diese in Reaktionsgleichungen vereinfacht wie atomare Stoffe geschrieben (z.B. S). Nur die zweiatomigen Elemente: Wasserstoff (H₂), Sauerstoff (O₂), Fluor (F₂), Brom (Br₂), Iod (I₂), Stickstoff (N₂) und Chlor (Cl₂) müssen in Reaktionsgleichungen als zweiatomige Moleküle berücksichtigt werden.

3. Die chemische Reaktion

👁️ Chemische Reaktionen kann man an zwei Kennzeichen auf **Stoffebene** erkennen:

Die **Stoffänderung**:

Edukte (= Ausgangsstoffe) und Produkte (= bei der Reaktion entstehende Stoffe) unterscheiden sich durch ihre Kenneigenschaften.

Es gilt der **Massenerhaltungssatz**: Die Gesamtmasse der beteiligten Stoffe bleibt gleich!

Die **Energiebeteiligung**:

Der Energieumsatz einer chemischen Reaktion ergibt sich aus der Differenz ΔE an innerer Energie zwischen Produkten und Edukten. Diese Energiedifferenz heißt Reaktionsenergie.

man unterscheidet:

die **exotherme Reaktion**

= Eine Reaktion, bei der Energie an die Umgebung abgegeben wird.

die **endotherme Reaktionen**

= Eine Reaktion, bei der Energie aus der Umgebung aufgenommen und permanent benötigt.

Energie kann in verschiedenen Formen auftreten (thermische Energie, Lichtenergie, chemische Energie (= Innere Energie), elektrische Energie) und kann in andere Energieformen umgewandelt werden.

Es gilt der **Energieerhaltungssatz!**

Die Aktivierungsenergie ist die Energie, die den Edukten zugeführt werden muss, damit die chemische Reaktion eintritt.

Ein Katalysator ist ein Stoff, der schon in kleinen Mengen chemische Reaktionen beschleunigt oder bei niedrigeren Temperaturen ermöglicht, ohne dabei verbraucht zu werden. Er erniedrigt die Aktivierungsenergie.

4. Chemische Symbol- und Formelsprache

Allgemeines

- **Chemische Elemente** und ihre **Atomsorten** werden mit chemischen **Symbolen** gekennzeichnet, die im PSE abzulesen sind. (Achtung: der zweite Buchstabe wird immer klein geschrieben!)
- **Molekülformeln** beschreiben die Anzahl der jeweiligen Atome in einem Molekül (bei *Elementen* und *Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindungen*). Zwischen den ungeladenen Nichtmetallatomen herrschen gerichtete Anziehungskräfte.

Der **Koeffizient** vor einer Molekülformel gibt an, wie viele Teilchen der nachstehenden Formel gemeint sind.
(Anmerkung: Der Koeffizient „1“ wird nicht geschrieben.)

2 H₂O

Der **Index** bezieht sich auf das linksstehende Element und die Anzahl dieser Atomsorte im Molekül
(Anmerkung: Darf nie verändert werden! „1“ wird nicht geschrieben)

d.h. **2** Wassermoleküle
jedes Wassermolekül besteht aus **2** Wasserstoffatomen und **1** Sauerstoffatom

- **Verhältnisformeln** beschreiben die Verhältnisse der Anzahl der Ionen zueinander (bei *Metall-Nichtmetall-Verbindungen*), da zwischen den Metall-Kationen und Nichtmetall-Anionen ungerichtete Anziehungskräfte herrschen und im Ionengitter sehr viele Ionen vorkommen.



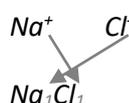
d.h. das Salz Natriumoxid ist aus Ionen aufgebaut, die im Verhältnis **2** zu **1** vorkommen
(also: Auf jedes Oxid-Ion kommen 2 Natrium-Ionen)

Faustregel: Die Reihenfolge der Elemente in einer chemischen Formel bzw. Formeleinheit ergibt sich aus der Stellung der Elemente im PSE: „Links“ und „unten“ kommt vor „rechts“ und „oben“.

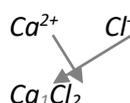
Aufstellen von Verhältnisformeln mit Hilfe der Kreuzregel:

1. Notiere die Formeln der im Salz vorkommenden Kationen und Anionen mit der entsprechenden Ionenladung. Die Ladung der Atom-Ionen kann man aus dem Periodensystem ableiten.
2. Wähle das Verhältnis der Kationen zu den Anionen so, dass sich die positiven und negativen Ladungen im Ionengitter ausgleichen: Für eine binäre Verbindung A_aB_b gilt: **Ladung von A mal Index a = Ladung von B mal Index b**

Beispiel: Natriumchlorid



Calciumchlorid



Anmerkung: Es wird immer das kleinste Verhältnis angegeben!

Bsp. MgO und nicht Mg₂O₂

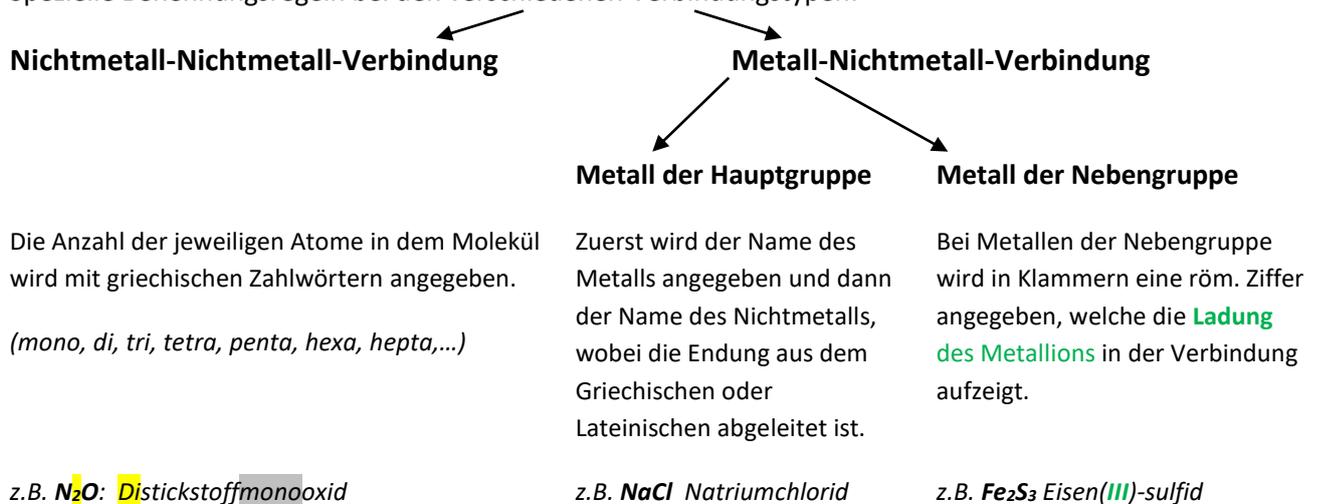
Benennung von binären Verbindungen (= Verbindung aus zwei Elementen)

Das erstgenannte Element wird mit der unveränderten deutschen Bezeichnung angesprochen, das zweitgenannte mit seinem lateinischen/griechischen Wortstamm, an den die Endung „-id“ angehängt wird.

Die **Endungen** von Verbindungen geben Hinweise auf die Elementzusammensetzung:

-oxid (→ Sauerstoff), -sulfid (→ Schwefel), -fluorid (→ Fluor), -chlorid (→ Chlor), -bromid (→ Brom), -iodid (→ Iod), -nitrid (→ Stickstoff), -phosphid (→ Phosphor), -hydrid (→ Wasserstoff)

Spezielle Benennungsregeln bei den verschiedenen Verbindungstypen:

Benennung der einfachsten Kohlenwasserstoffe

Die Kohlenwasserstoffe sind eine Verbindungsklasse, deren Moleküle nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind.

Die einfachsten Kohlenwasserstoffe sind die **Alkane**.

In der homologen Reihe der Alkane unterscheiden sich aufeinanderfolgende Vertreter durch die Verlängerung der Kohlenstoffkette um eine CH_2 -Gruppe. Die ersten Alkane besitzen Trivialnamen, bei allen anderen leitet sich der Name von der Anzahl der C-Atome ab.

Name	Molekülformel ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)
Methan	C_1H_4
Ethan	C_2H_6
Propan	C_3H_8
Butan	C_4H_{10}
Pentan	C_5H_{12}
Hexan	C_6H_{14}
Heptan	C_7H_{16}
Octan	C_8H_{18}
Nonan	C_9H_{20}
Decan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

Aufstellen von Reaktionsgleichungen

Reaktionsgleichungen beschreiben eine chemische Reaktion in Symbolschreibweise. Beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen geht man am besten folgendermaßen vor:

Beispiel: Wasserstoff und Sauerstoff reagieren zu Wasser.

- | | |
|--|--|
| 1. Sich klarmachen, was Edukte und Produkte sind
(Reaktionschema ggf. formulieren) | $\text{Wasserstoff} + \text{Sauerstoff} \rightarrow \text{Wasser}$ |
| 2. Jedes Edukt und Produkt in seine Formelschreibweise übersetzen.
(Diese Formel darf dann im Weiteren nicht mehr verändert werden!!!) | $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ |
| 3. Mit Hilfe von Koeffizienten die Reaktionsgleichung „ausgleichen“, so dass auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung die gleiche Anzahl jeder Atomsorte steht. | $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ |



Reaktionsgleichungen beschreiben chemische Reaktionen auf Teilchenebene 👤:

hier: Zwei Moleküle Wasserstoff reagieren mit einem Molekül Sauerstoff zu zwei Molekülen Wasser.



Reaktionsgleichungen beschreiben chemische Reaktionen auf Stoffebene 👁:

hier: Zwei Mol Wasserstoff reagieren mit einem Mol Sauerstoff zu zwei Mol Wasser.

5. Atommodelle

Das Atommodell nach Dalton:

Elemente bestehen aus kleinsten Teilchen, den Atomen. Die Atome eines Elements sind in ihrer Masse und Größe gleich. Atome verschiedener Elemente (Atomarten) unterscheiden sich darin.

Der Atombau nach Rutherford:

Ein Atom besteht aus einem Atomkern und einer Atomhülle

Der Atomkern setzt sich aus Nucleonen zusammen. Nucleonen sind entweder elektrisch positiv geladene Protonen (p^+) oder ungeladene Neutronen (n). Die Protonenzahl Z ist gleich der Kernladungszahl (= Ordnungszahl). Sie charakterisiert die Atomsorte.

Die Atomhülle wird von elektrisch negativ geladenen Elektronen (e^-) gebildet.

6. Quantitative Aspekte chemischer Reaktionen

Die **Stoffgrößen** geben die Größe bzw. Menge an, in denen eine Stoffportion beschrieben werden kann.

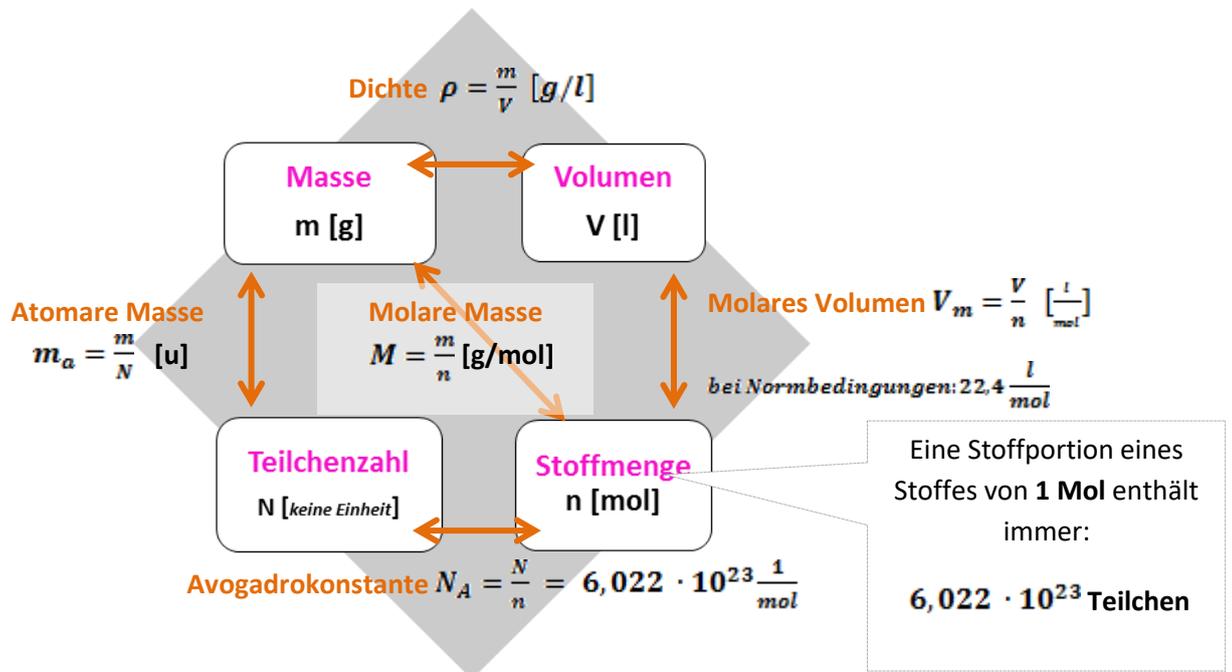
Beispiel:

Eine **Stoffportion flüssiges Wasser** von **1 Mol** (= **Stoffmenge n**) wiegt **18 g** (= **Masse m**) oder nimmt **18 ml** (= **Volumen V**) Raum ein. In dieser Stoffportion sind genau **$6,022 \cdot 10^{23}$ Wassermoleküle** (= **Teilchenzahl N**) enthalten.

kurz ausgedrückt: $n(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ ml}$; $N(\text{H}_2\text{O}) = 6,022 \cdot 10^{23}$

Die **Umrechnungsgrößen** stellen Zusammenhänge zwischen den Stoffgrößen her. Mit ihrer Hilfe kann man von einer Stoffgröße in die andere Stoffgröße umrechnen.

Überblick:



Atomare Masse

Die relative Atommasse m_a

Da die Masse eines Atoms unvorstellbar klein ist, hat man die atomare Masseneinheit u eingeführt. Die Atommassen der einzelnen Atomarten stehen im PSE links oberhalb des Elementsymbols. Sie geben die relativen Massen der jeweiligen Atome an. Mithilfe eines Massenspektrometers kann die Masse von Atomen gemessen werden.

Beispiel:

$m_a(\text{H}) = 1 \text{ u}$; $m_a(\text{O}) = 16 \text{ u}$. D.h. ein Sauerstoff-Atom ist also 16 mal schwerer als ein Wasserstoff-Atom.

Die Molekül- und Formelmasse m_M

Die Masse eines Moleküls ergibt sich durch Addition der Massen der Atome, die das Molekül bilden.

Beispiel: Wasser

Molekülformel: H_2O

$m_M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot m_a(\text{H}) + m_a(\text{O}) = 2u + 16u = 18u$

Bei Salzen bezieht man die Masse auf ihre Verhältnisformel. Man nennt sie deshalb Formelmasse.

Beispiel: Magnesiumbromid

Verhältnisformel: MgBr_2

Formelmasse: $m_M(\text{MgBr}_2) = m_a(\text{Mg}) + 2 \cdot$

$m_a(\text{Br}) = 24u + 160u = 184u$

7. Chemische Verbindungen, Metalle und ihre jeweiligen Eigenschaften

Man unterscheidet in der Chemie verschiedene Verbindungsklassen: Das sind molekulargebaute Stoffe, zu denen z.B. die Kohlenwasserstoffe gehören und Salze bzw. salzartige Verbindungen. Metalle und Legierungen sind spezielle elementare Reinstoffe bzw. Stoffgemische, die durch ihre speziellen Bindungsverhältnisse besondere Eigenschaften haben.

Bindungsverhältnisse

Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe sind besondere Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind.

Atome werden fest miteinander durch eine Elektronenpaarbindung zusammengehalten. Das ist Stoff der 10. Klasse.

Kohlenwasserstoffe reagieren in einer Verbrennungsreaktion mit ausreichend Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Sie werden als Brennstoffe für die Energiebereitstellung verwendet. Fossile Energieträger, wie Heizöl oder Erdgas, haben einen hohen Brennwert, aber eine schlechtere Kohlenstoffdioxidbilanz als nachwachsende Energieträger, wie Biogas oder Holz.

Eigenschaften

Salze

Salze sind Metall-Nichtmetall-Verbindungen, die aus Kationen und Anionen aufgebaut sind. Die regelmäßige Anordnung von Ionen nennt man Ionengitter.

Die Bindung nennt man Ionenbindung. Die Ionenbindung beruht auf den elektrostatischen Anziehungskräften von Kationen und Anionen.

Diese Anziehungskräfte sind sehr stark, so dass Salze sehr hart und spröde sind und hohe Schmelzpunkte aufweisen. Wässrige Lösungen von Salzen und Salz-Schmelzen leiten Strom. Die elektrische Leitfähigkeit wird durch frei bewegliche Ionen ermöglicht. Man sagt auch, dass Salze daher Leiter 2. Ordnung sind.

Metalle

Metalle sind elementare Reinstoffe oder Stoffgemische (Legierungen). In einem Metallgitter gibt es positiv geladene Atomrümpfe und frei bewegliche Elektronen, (= das „Elektronengas“).

Im Metall werden die positiv geladenen Atomrümpfe durch Wechselwirkung mit dem negativ geladenen Elektronengas zusammengehalten. Diese Bindung nennt man Metallbindung.

Die Eigenschaften von Metallen sind die elektrische Leitfähigkeit im festen Zustand (durch frei bewegliche Elektronen). Metalle sind Leiter 1. Ordnung. Sie haben eine große Wärmeleitfähigkeit, sind verformbar und haben einen typischen metallischen Oberflächenglanz.

8. Atombau und gekürztes Periodensystem

8.1 Der Atombau

Protonen, Neutronen und Elektronen werden auch Elementarteilchen genannt und sind die Bausteine eines Atoms.

Das kann man aus dem PSE ablesen:



A = Nukleonenzahl (= Massenzahl) = Protonenzahl Z + Neutronenzahl N

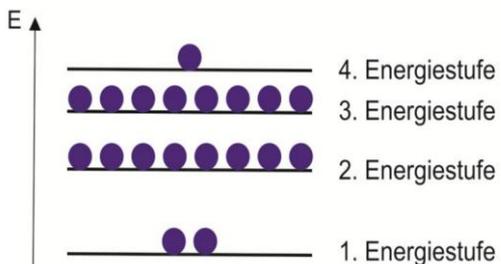
Z = Protonenzahl (= Ordnungszahl = Elektronenzahl im ungeladenen Atom)

Isotope sind Atomsorten eines Elements, die die gleiche Protonenanzahl, aber unterschiedliche Neutronenanzahl haben und sich daher in der Massenzahl unterscheiden.

8.2 Aufbau der Atomhülle

Beschreibung der Elektronenverteilung mithilfe des Energiestufenmodells

Energiestufenmodell für ein Kalium-Atom



- Die Elektronen der Atomhülle lassen sich gruppenweise verschiedenen Energiestufen ($n=1, n=2, n=3, \dots$) zuordnen.
- Die maximal mögliche Elektronenanzahl pro Energiestufe beträgt: $2n^2$
- Ein Wechsel der Energiestufen ist mit der Aufnahme (Absorption) oder Abgabe (Emission) von Energie verbunden.

Beschreibung der Elektronenverteilung mithilfe der Elektronenkonfiguration

Die Verteilung der Elektronen eines Atoms bzw. Ions auf die einzelnen Energiestufen bezeichnet man als Elektronenkonfiguration.

Allgemein Schreibweise: **Energiestufe n** Anzahl der Elektronen der jeweiligen Energiestufe

z.B. Natrium: Na: **1² 2⁸ 3¹**

z.B. Natrium-Ion: Na⁺: **1² 2⁸ 3⁰**

Die **Valenzelektronen** sind die äußersten, energiereichsten und für chemische Reaktionen wichtigsten Elektronen. Im PSE sind Elemente, deren Atome die gleiche Anzahl an Valenzelektronen haben, zu Hauptgruppen zusammengefasst, da sie ein ähnliches chemisches Reaktionsverhalten zeigen.

