



Mangan (Gesamtelektronenzahl 25)

vereinfachte Schreibweise: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

oder $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$

PAULING-Schreibweise: $\begin{array}{cccc} 3s & 3p & 3d & 4s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} \end{array}$

Reagieren Atome miteinander, werden **chemische Bindungen** ausgebildet. Dabei überlappen die entsprechenden Orbitale und die Bindungselektronen werden geteilt. Die entstandenen Moleküle (oder Ionen) sind stabiler.

Bei den Elementen der zweiten Periode des PSE kann die Molekülzusammensetzung mithilfe der **Oktettregel** erklärt werden: Demnach haben Elemente das Bestreben, ihr äußeres Energieniveau (Schale) mit 8 Elektronen zu besetzen und damit die stabile Edelgaskonfiguration zu erreichen.

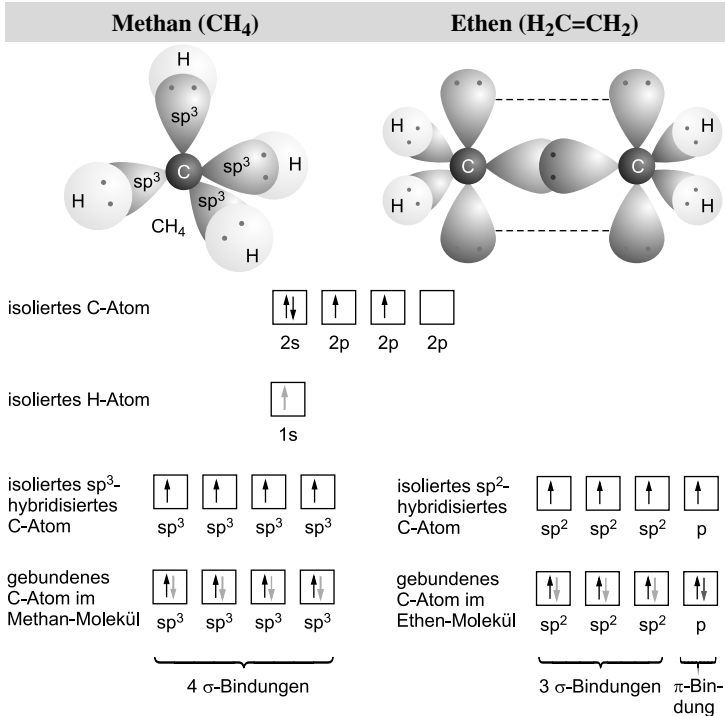
Beachte: Die Oktettregel kann auch bei Elementen der höheren Perioden angewendet werden; sie gilt dann allerdings nicht mehr so streng. Es gibt dort viele Ausnahmen (z. B.: die Oktettaufweitung).

Gehen Elemente eine chemische Bindung ein, so können Veränderungen der Elektronenkonfiguration auch durch das Modell der **Hybridisierung** erklärt werden. In den Molekülen entstehen sogenannte entartete Hybridorbitale, die eine Linearkombination aus den Atomorbitalen darstellen.

Hybrid-orbital	Zusammen-setzung	Aussehen
sp^3	ein s-Orbital, drei p-Orbitale	Hybridorbitale ordnen sich im Tetraeder an
sp^2	ein s-Orbital, zwei p-Orbitale	Hybridorbitale bilden in einer Ebene ein gleichseitiges Dreieck, das verbleibende p_z -Orbital steht senkrecht dazu und bildet die π -Bindung
sp	ein s-Orbital, ein p-Orbital	Hybridorbitale bilden eine Gerade, die verbleibenden $p_{y,z}$ -Orbitale stehen dazu und untereinander senkrecht und bilden die π -Bindungen



Hybridisierung am Beispiel von Methan und Ethen



Die entarteten sp³-Hybridorbitale im **Methan**-Molekül bilden ein regelmäßiges **Tetraeder** mit dem vierfach koordinierten Kohlenstoff-Atom in der Mitte. An allen Ecken kommt es zu einer Überlappung mit dem jeweiligen 1s-Orbital der Wasserstoff-Atome. Es entstehen daher 4 gleich lange s-sp³-σ-Bindungen.

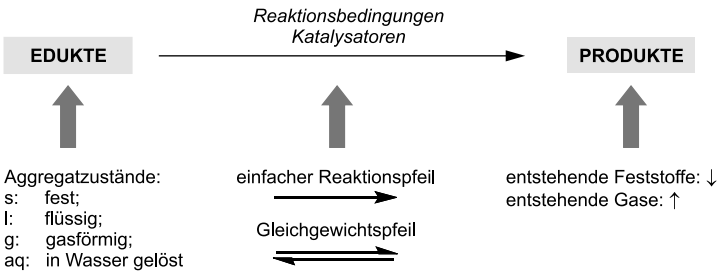
Dagegen sind die beiden Kohlenstoff-Atome im **Ethen**-Molekül sp²-hybridisiert. Jedes Kohlenstoff-Atom bildet das Zentrum eines **gleichseitigen ebenen Dreiecks**, bei denen jeweils zwei der entarteten sp²-Hybridorbitale mit einem 1s-Orbital eines Wasserstoff-Atoms überlappen (s-sp²-σ-Bindungen). Zwischen den beiden Kohlenstoff-Atomen bildet sich eine sp²-sp²-σ-Bindung und zwischen den beiden (senkrecht zur Ebene stehenden) p-Orbitalen je eine p-p-π-Bindung.

3 Reaktionsgleichungen aufstellen

Schon gewusst?

- 1 Reaktionsgleichungen beschreiben eine chemische Reaktion im stöchiometrischen Verhältnis. Reaktionsschemata zeigen dagegen nur, welche Verbindungen zu welchen Verbindungen umgesetzt werden.
- 2 Für die reagierenden Teilchen werden Formeln verwendet. Die Formel stellt die kleinstmögliche Einheit einer Verbindung dar.
- 3 Zum Ausgleichen der Reaktionsgleichung müssen die Molzahlen der beteiligten Elemente sowie die Ladungssumme links und rechts vom Reaktionspfeil gleich sein.

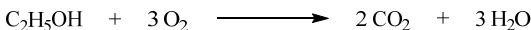
Die **Stoffumwandlung** der Reaktionspartner wird in einer Reaktionsgleichung in Symbolschreibweise dargestellt. Dabei sind die Edukte (Ausgangsstoffe) durch einen Reaktionspfeil in Umsatzrichtung von den Produkten (Endstoffen) getrennt:



Um die Stöchiometrie zu erfüllen, werden (möglichst) ganzzahlige Faktoren vor die Molekülformeln geschrieben. Beim Ausgleichen müssen stets die beteiligten Atomsorten sowie die vorliegenden Ladungen beachtet werden.



Verbrennung von Ethanol:



Tipp: Immer an die Massenerhaltung denken: nichts geht verloren und nichts wird erschaffen. Die Atome werden lediglich umverteilt.

Manchmal wird in der Aufgabenstellung die Reaktion, zu der eine Reaktionsgleichung aufgestellt werden soll, näher charakterisiert. Daraus können wertvolle Informationen zum allgemeinen Aufbau der Reaktionsgleichung gezogen werden:

Signalwort	Beachte beim Aufstellen der Reaktionsgleichung
Gleichgewichtsreaktion	Doppelpfeil verwenden
Verbrennung	Reaktion mit Sauerstoff
Zersetzung	Aufspaltung einer Verbindung in ihre Bestandteile
Pyrolyse	thermischer Abbau einer Verbindung
Synthese	Aufbau einer Verbindung
Säure-Base-Reaktion/ Protolyse	nach der Definition nach BRØNSTED findet eine Protonenübertragung von der Säure (Donor) zur Base (Akzeptor) statt
Polymerisation	Aufbau eines Makromoleküls (Polymer) aus seinen Grundeinheiten (Monomeren)
Addition	Anlagerung eines Atoms oder einer Atomgruppe
Substitution	Austausch eines Atoms oder einer Atomgruppe
Eliminierung	Abspaltung eines Atoms oder einer Atomgruppe
Kondensation	Reaktion, bei der ein kleines Molekül (z. B. Wasser) abgespalten wird
Redoxreaktion	2 Teilreaktionen: Oxidation (Elektronenabgabe) und Reduktion (Elektronenaufnahme), es findet eine Elektronenübertragung statt

4 Stöchiometrisches Rechnen

Schon gewusst?

- ❶ Anhand einer Reaktionsgleichung können mithilfe einer gegebenen Masse/eines gegebenen Volumens die restlichen Massen- oder Volumenverhältnisse der Reaktion berechnet werden. Energetische Verhältnisse werden nicht betrachtet.
- ❷ Die Stöchiometriefaktoren in der Reaktionsgleichung entsprechen der Anzahl der Mol, die in der Reaktion umgesetzt werden.
- ❸ Die Berechnung kann über verschiedene Wege erfolgen, z. B. mithilfe des Dreisatzes.

Da die absolute Teilchenanzahl eine sehr große und damit „unhandliche“ Zahl darstellt, wurde die chemische Größe **Stoffmenge** n (Einheit: mol) definiert:

$$n(\text{in mol}) = \frac{N}{N_A} \quad \begin{array}{l} \text{beliebige Teilchenzahl} \\ \text{Avogadrokonstante} \end{array}$$

Das Gewicht von 1 Mol eines Teilchens ist definiert als die **Molmasse** M (Einheit: Gramm je Mol):

$$M(\text{in g} \cdot \text{mol}^{-1}) = \frac{m(\text{in g})}{M(\text{in mol})}$$

Zahlenmäßig entspricht M der Summe der Atommassen von den enthaltenen Atomen und kann daher direkt aus dem PSE abgelesen bzw. berechnet werden.

Für Gase gilt entsprechend das molare **Volumen** V_m (Einheit: Liter je Mol):

$$V_m(\text{in L} \cdot \text{mol}^{-1}) = \frac{V(\text{in L})}{n(\text{in mol})}$$

Es gilt bei Normbedingungen (20 °C und $p = 1\,013$ hPa) der Satz von AVOGADRO: „Gleiche Volumina von Gasen enthalten bei gleichen äußeren Bedingungen die gleiche Anzahl von Teilchen. 1 Mol jedes Gases besitzt somit immer das gleiche Volumen.“

Ist bei einer Aufgabenstellung die Masse oder das Volumen eines Edukts oder Produkts gegeben, sollte zunächst die zugehörige Stoffmenge berechnet werden: