

Vorkurs Chemie



Technische
Hochschule
Georg Agricola

- Grundlagen
- Aufbau der Atome
- Periodensystem der Elemente
- Reaktionsgleichungen/Stöchiometrie
- Chemische Bindung
- Chemische Reaktionen/Thermodynamik
- Säuren und Basen
- Redox-Reaktionen

Reaktionsgleichungen/ Stöchiometrie



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Zur Aufstellung einer chemischen Reaktionsgleichung geht man in zwei Schritten vor:

Edukte und Produkte müssen bekannt sein und mit ihrer korrekten Formel in die Reaktionsgleichung eingesetzt werden.



Im zweiten Schritt ist die Gleichung durch Hinzufügen der stöchiometrischen Koeffizienten auszugleichen, um das Gesetz von der Erhaltung der Masse zu erfüllen.



Reaktionsgleichungen/ Stöchiometrie



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Konzentrationen von Lösungen

$$c(x) = n(x)/V \text{ [mol/L]}$$

Beispiel:

Herstellung eines Liters einer 2-molaren Kochsalzlösung

Beziehung zwischen Stoffmenge, Masse und der molaren Masse eines Stoffes:

$$n(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl})/M(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl})/M(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaCl}) = 2 \text{ mol} \times 55,443 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaCl}) = 116,89 \text{ g}$$

Sie lösen 116,89 g NaCl in Wasser
und füllen diese Lösung auf 1000 mL auf!

Reaktionsgleichungen/ Stöchiometrie

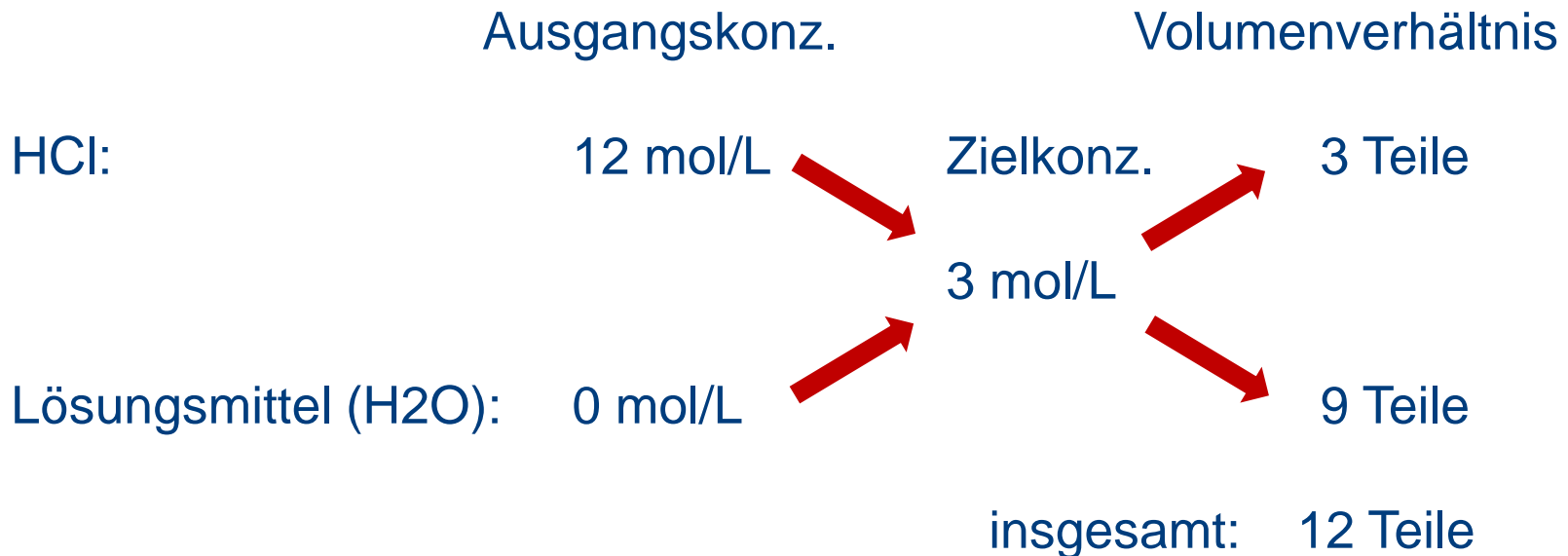


Technische
Hochschule
Georg Agricola

$$\begin{aligned}V_{\text{Stammlsg.}} &= C_{\text{verd.lsg.}} \times V_{\text{verd.lsg.}} / C_{\text{Stammlsg.}} \\ &= 3 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L} / 12 \text{ mol/L} \\ &= 0.125 \text{ L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}500 \text{ mL} &= 12 \text{ Teile} \\ x \text{ mL} &= 3 \text{ Teile} \\ x &= 125 \text{ mL}\end{aligned}$$

Mischungskreuz:



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Starke Bindungen (Hauptvalenzen)

Atombindung

Ionenbindung

Metallbindung

Komplexbindung

Schwache Bindungen (Nebervalenzen)

Wasserstoff-Brückenbindungen

Van-der-Waals Kräfte

Dipol-Dipol-Bindungen

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Was besagt die Oktettregel?

Bindungen entstehen durch Austausch von und Wechselwirkung zwischen Elektronen.

Die Bildung energetisch begünstigter Elektronenkonfigurationen (die besonders stabil sind) wird angestrebt.

Eine besonders stabile Konfiguration ist die „Edelgaskonfiguration“ (Oktett).

Als Oktett wird eine Elektronenkonfiguration bezeichnet, in der die äußere Elektronenschale eines Atoms mit 8 Elektronen besetzt ist. Edelgase besitzen diese s^2p^6 -Konfiguration.

Die Oktettregel besagt, dass Atome sehr gerne Verbindungen eingehen (also Elektronen abgeben oder aufnehmen), um die stabile Edelgaskonfiguration zu erreichen.

Chemische Bindung

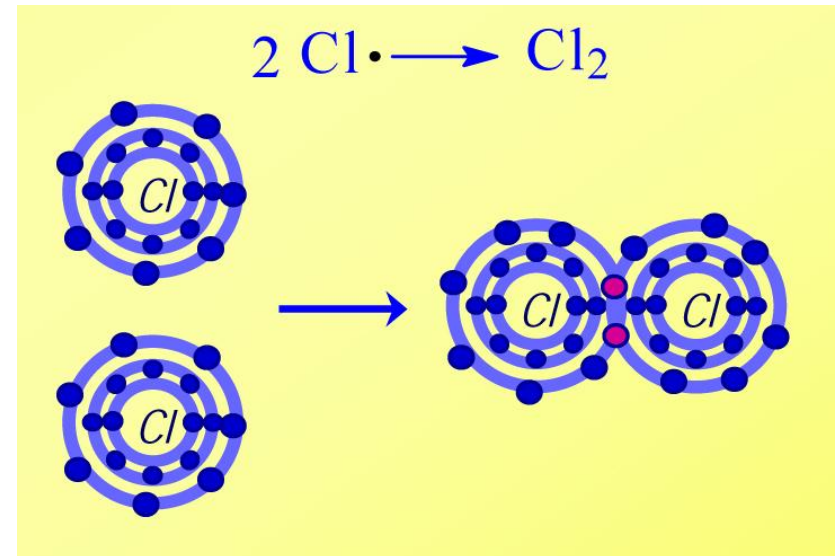
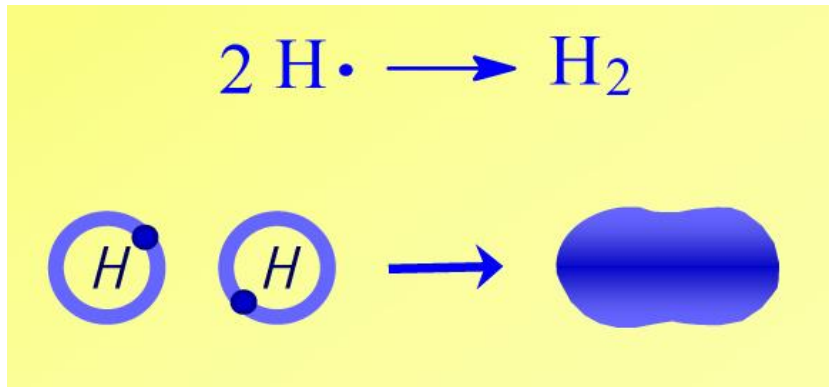


Technische
Hochschule
Georg Agricola

Atombindung oder kovalente Bindung

Atome von Nichtmetallen können binden, in dem sie gemeinsame Elektronenpaare bilden.

Für jeden Partner entsteht formal eine stabile Edelgaskonfiguration.



Chemische Bindung

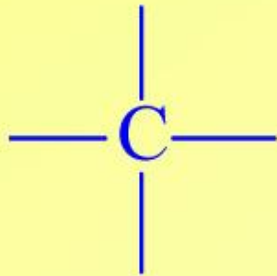


Technische
Hochschule
Georg Agricola

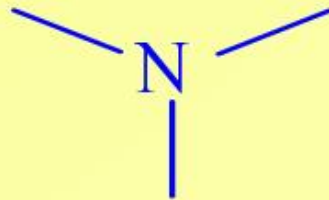
Besonderheiten von Atombindungen

Ein Atom kann auch mehrere Bindungen ausbilden.

Zahl von möglichen Bindungen entspricht der Zahl von fehlenden Elektronen zur nächsten Edelgaskonfiguration.



C = [He]2s²p²
4e⁻ fehlen



N = [He]2s²p³
3e⁻ fehlen



O = [He]2s²p⁴
2e⁻ fehlen



Cl = [He]2s²p⁵
1e⁻ fehlt

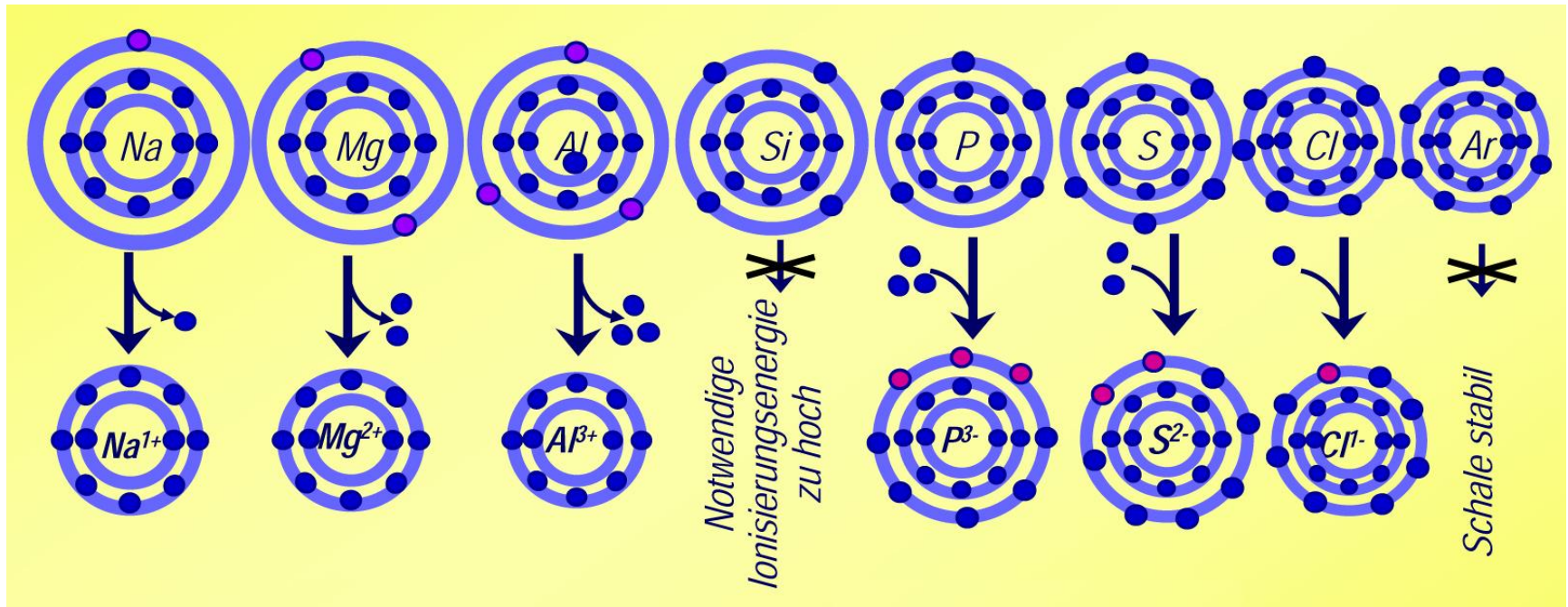
Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Ionenbindung

Metalle können sich mit Nichtmetallen binden indem sie Ionen bilden.



Bildung von Kationen
Abgabe von e^{-} (Metalle), Ziel:
Auflösung der wenig stabilen Schale.

Bildung von Anionen
Aufnahme von e^{-} (Nichtmetalle), Ziel:
Bildung einer stabilen Schale.

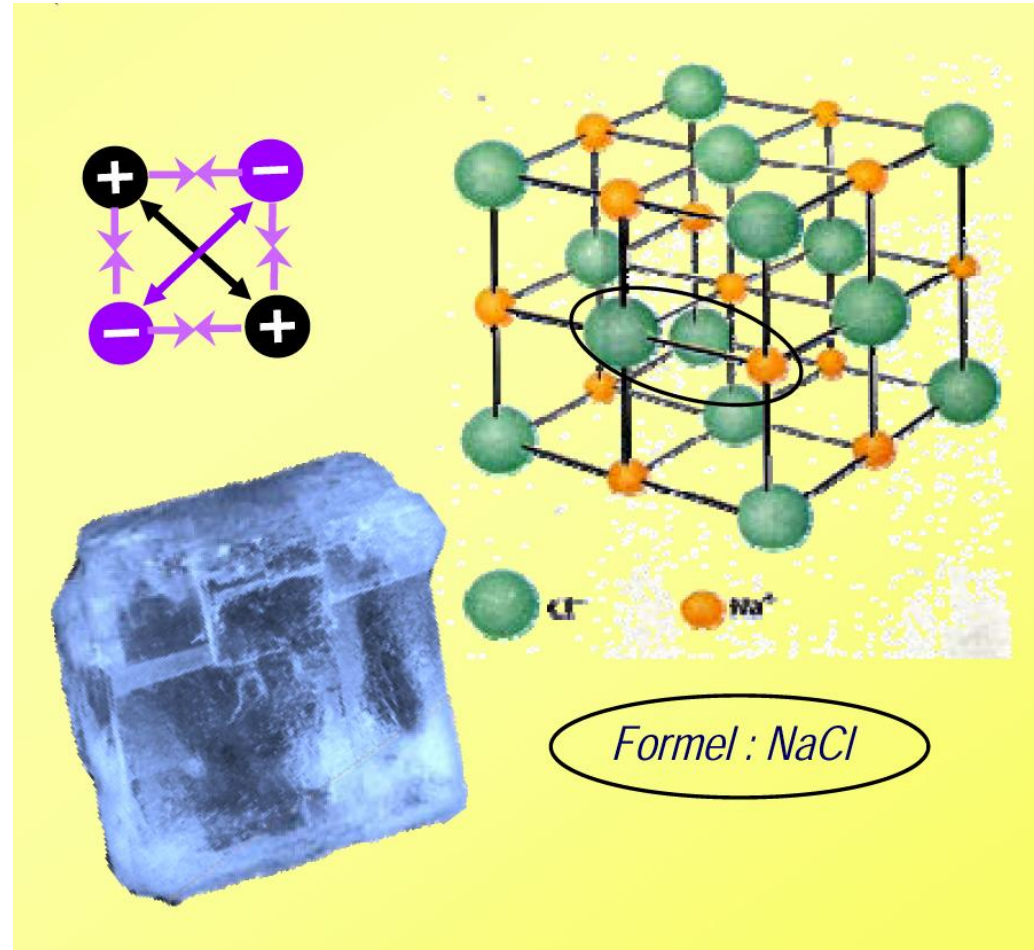
Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Ionenbindung

Ionenkristalle entstehen durch die Coulombsche Anziehung gegennamig geladener Ionen. Durch abwechselnde Anordnung überwiegt die Anziehung gegenüber der Abstoßung. Die Formel bezeichnet nicht ein Molekül, sondern nur den kleinsten sich wiederholenden Ausschnitt aus dem Kristall. Zahl und Radien der beteiligten Ionen bestimmen den Gittertyp (minimale Abstände zwischen gegennamigen, maximale zwischen gleichnamigen Ionen).



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Metallbindung

Ionenbildung



Aufbau

Kationen in dichtester Kugelpackung,
dazwischen Elektronengas.

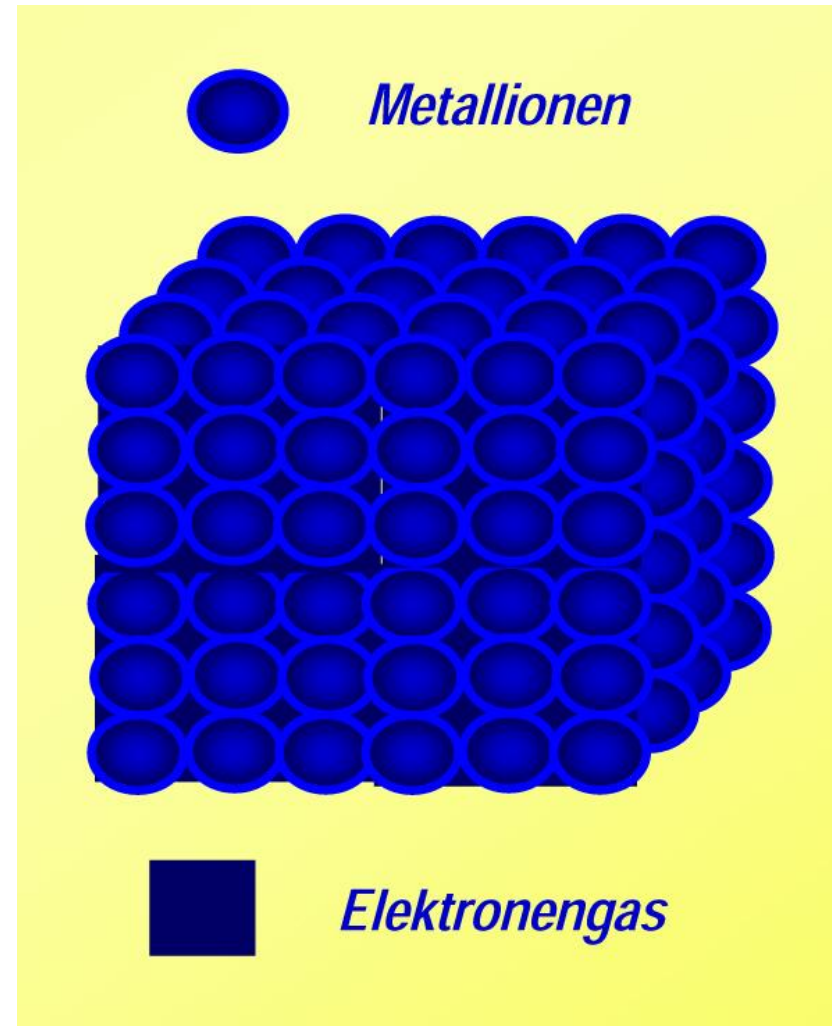
Besondere Eigenschaften von Metallen:

elektr. Leitfähigkeit

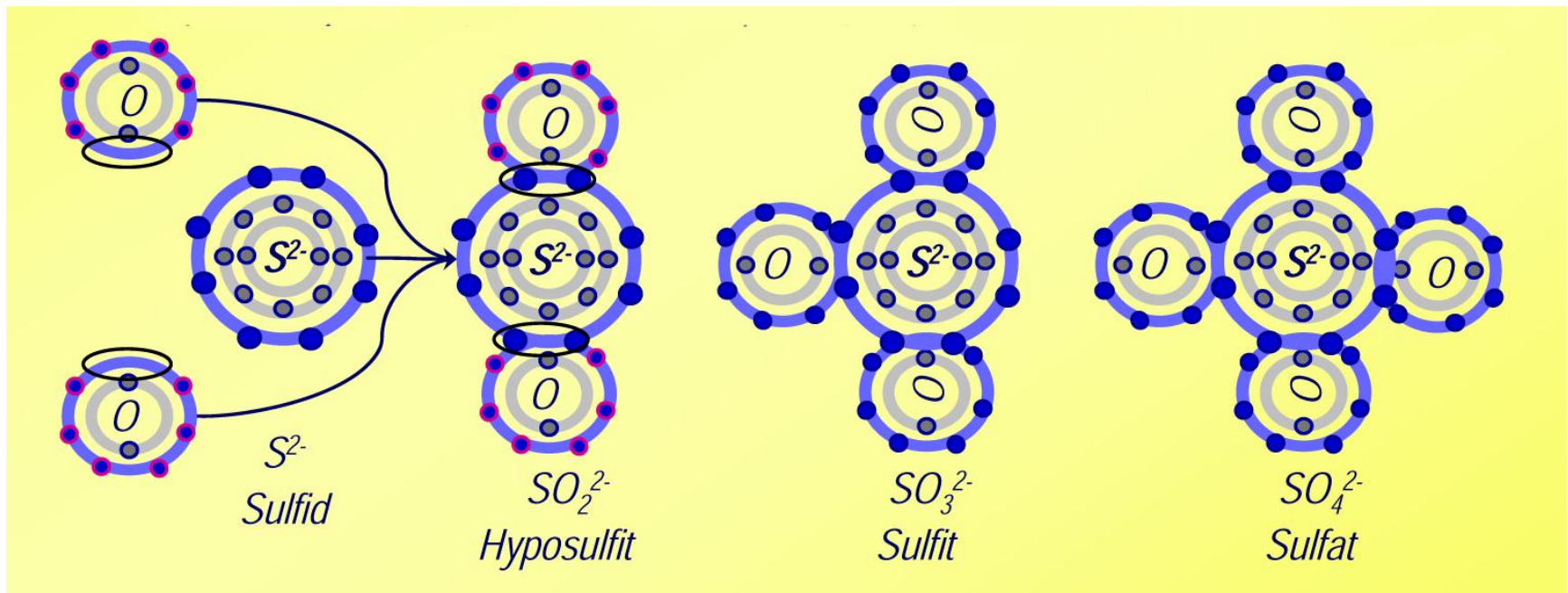
Wärmeleitfähigkeit

leichte Verformbarkeit

Undurchsichtigkeit (opak)



Komplexbindung (Mehratomige Ionen)



Das Zentralatom ist ein Ion.

Atom mit Elektronenlücke partizipiert an Elektronen des Zentralatoms.

Jedes Atom hat formal eine stabile Valenzschale.

Der Ionencharakter ändert sich durch die Anlagerung der neutralen Liganden nicht.

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Reine Atom- und Ionenbindungen sind Idealfälle

Bei der Atombindung spielt die Ladungsverteilung keine Rolle, für sie ist nur die Orbitalüberlappung maßgebend.

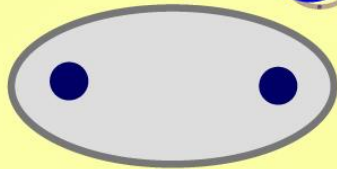
Atome haben eine unterschiedliche Fähigkeit Elektronen anzuziehen (Elektronegativität).

Die im Periodensystem rechts stehenden Elemente ziehen Elektronen stärker an, sind also elektronegativer als die links stehenden.

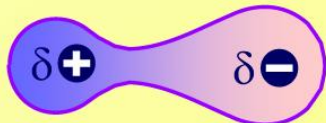
In einer Bindung ungleicher Partner werden die Elektronen in den bindenden Orbitalen zum stärker elektronegativen Element hin gezogen.

Das Molekül erhält durch die ungleiche Ladungsverteilung einen permanenten Dipolcharakter (Bsp. HF – δ^+H δ^-F).

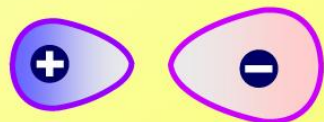
Bei der Ionenbindung werden überhaupt keine gemeinsamen Orbitale gebildet.



Atombindung



*polarisierte
Atombindung*



verzerrte Ionen



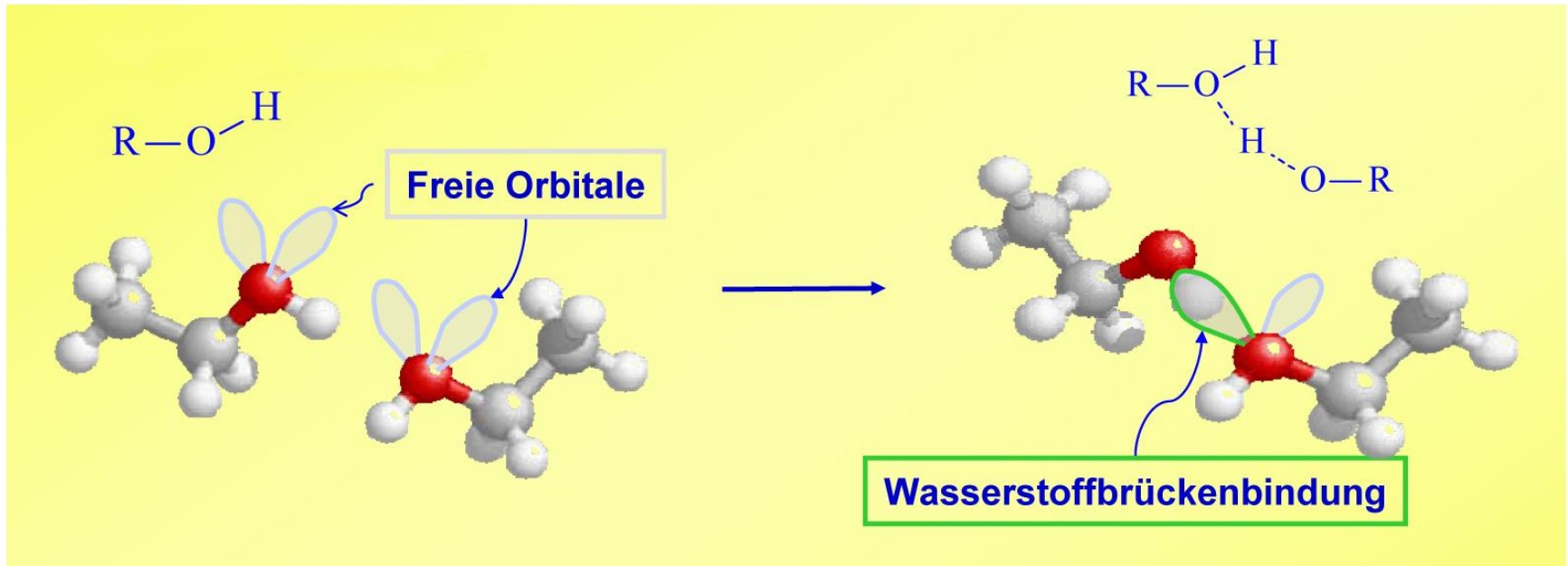
Ionenbindung

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Wasserstoff-Brückenbindung



elektrostatische Anziehung
zwischen δ^+ H und δ^- Atomen.

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Aufgaben:

Welchen Bindungstyp haben folgende Verbindungen/Moleküle?

a) Cl_2 b) NaCl c) CH_4 d) Fe e) MgF_2 (l)



Welche der folgenden Verbindungen haben einen permanenten Dipol, welche einen temporären?

a) Cl_2 b) NaCl c) MgF_2

Chemische Bindung



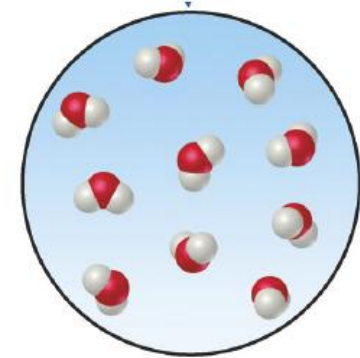
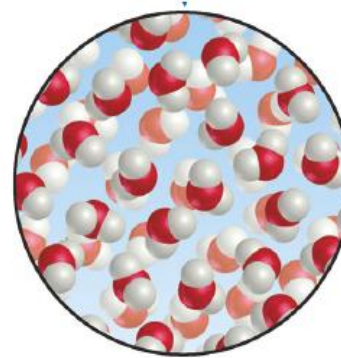
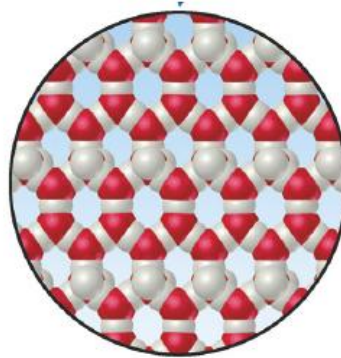
Technische
Hochschule
Georg Agricola

	Bindungstyp	Beispiel	Bindungsenergie in kJ mol ⁻¹
Starke Bindung 	Atombindung	H–H	≈ 450
		C–H	≈ 400
		C–C	≈ 350
		C=C	≈ 600
	polare Atombindung	O–H	≈ 450
	Ionenbindung	NaCl-Gitter	≈ 750
Schwache Bindung 	van der Waals-Bindung	N ₂ / N ₂	< 10
	Wasserstoffbrücken	H ₂ O / H ₂ O	≈ 40
		ROH / ROH	≈ 20

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola



	Festkörper	Flüssigkeit	Gas
Kohäsionskräfte	groß	mittel	sehr gering
Strukturordnung	gering (Glas) hoch (Kristall)	gering	sehr gering

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der gasförmige Zustand

- ➔ regellose Molekülbewegung
- ➔ jeden Raum erfüllend
- ➔ keine Phasengrenzen
- ➔ $E_{\text{kin}} = f(T)$

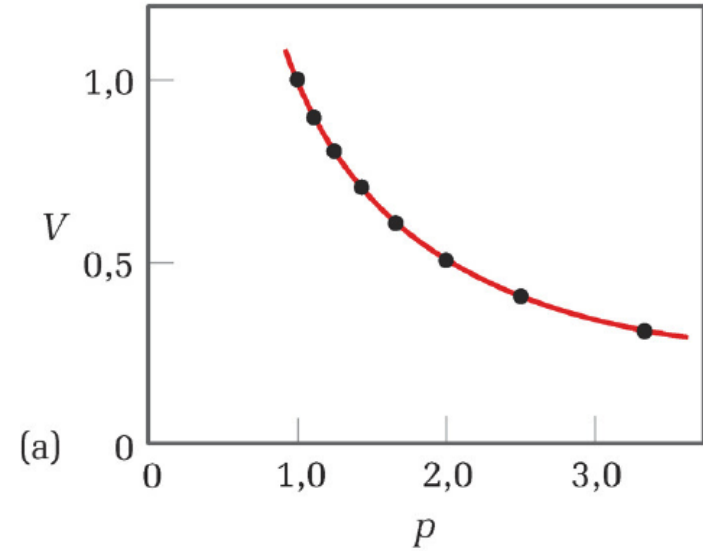
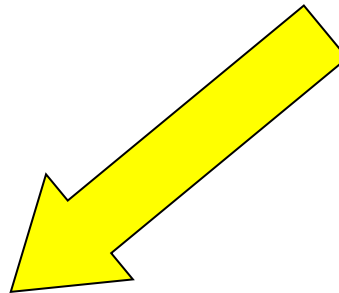
Chemische Bindung



Technische
Hochschule



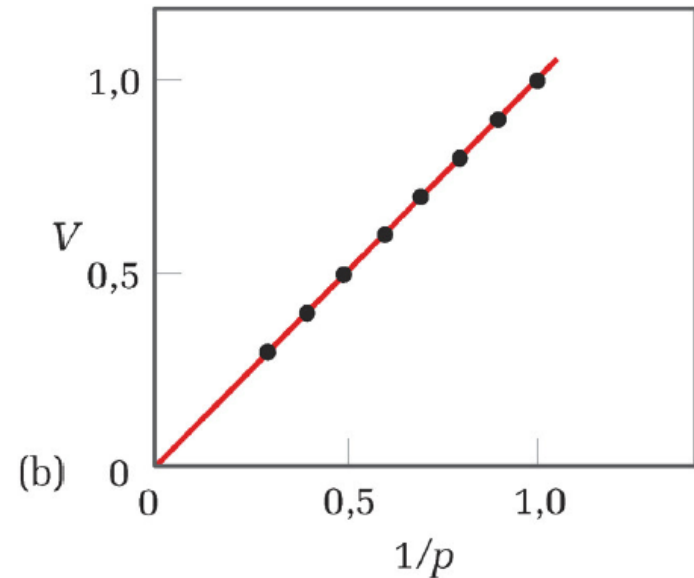
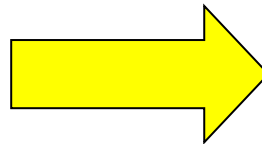
Robert Boyle
(1626 – 1691)



$$p \times V = \text{const} (n, T)$$

↓

$$p = \frac{\text{const}}{V}$$



Chemische Bindung



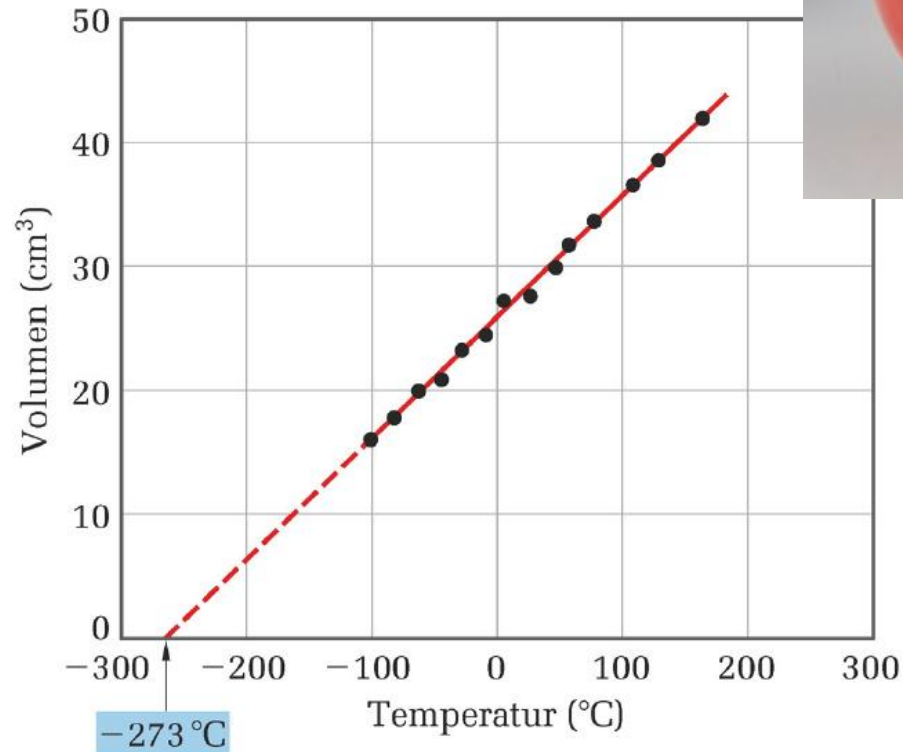
Technische
Hochschule
Georg Agricola



Joseph-Louis
Gay-Lussac
(1778 – 1850)

bei konstantem Druck:

$$V = \text{const} \times T$$



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

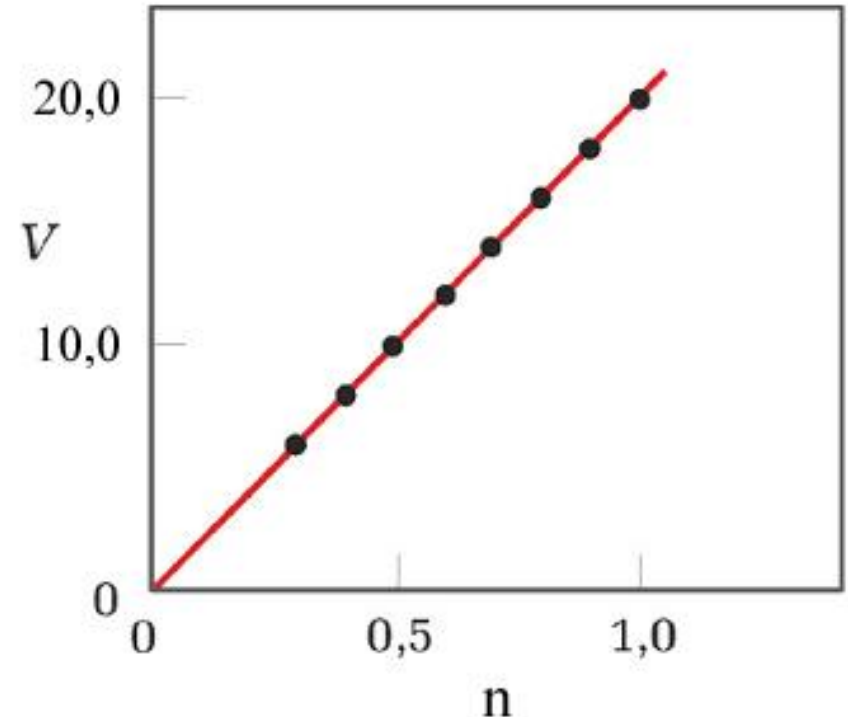


Amedeo Avogadro
(1776 - 1856)

Avogadro'sches Gesetz (1811)

„Gleiche Volumina aller Gase enthalten bei gleicher Temperatur und gleichem Druck gleich viele kleinste Teilchen.“

$$V = \text{const} \times n$$



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

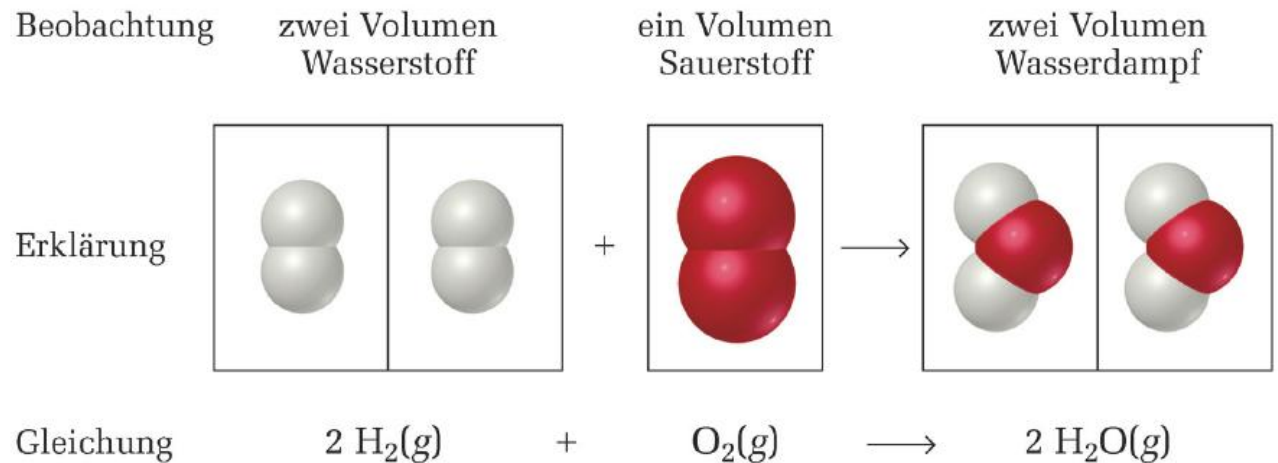


Antoine Lavoisier
(1743 -1794)

Boyle-Mariotte $\rightarrow V \sim 1/p$

Gay-Lussac $\rightarrow V \sim T$

Avogadro $\rightarrow V \sim n$



Allgemeine Gasgleichung:

$$p \times V = n \times R \times T$$

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

$$p \times V = n \times R \times T$$

Normzustand: $0^\circ\text{C} = 273,15\text{ K}$
 $1,013\text{ bar} = 1,013 \times 10^5\text{ Pa}$

(1 mol)

n = Stoffmenge in mol
 p = Druck in Pa
 V = Volumen in m^3
 T = Temperatur in K
 $R = 8,314\text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
(allg. Gaskonstante)
 $= k_B \cdot N_a$

$k_B = 1,3807 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$
(Boltzmann-Konstante)

$N_a = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
(Avogadro-Konstante)

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Aufgaben:

1. Wie groß ist das Volumen von 3 mol He (g) bei einer Temperatur von 0°C und einem Druck von 1 bar?
2. a) Wie viel mol He befinden sich in einem Volumen von 30 L bei 0°C und einem Druck von 1 bar und b) wie viel bei Reifendruck (3,7 bar)?
3. Bei einem Druck von 1 bar, einem Volumen von 30 L und einer Anzahl von 5 Mol He, welche Temperatur müsste da herrschen?

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Pa} = \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$$

$$\text{J} = (\text{kg}\cdot\text{m}^2)/\text{s}^2$$

$$\text{L} = 0,001 \text{ m}^3$$

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

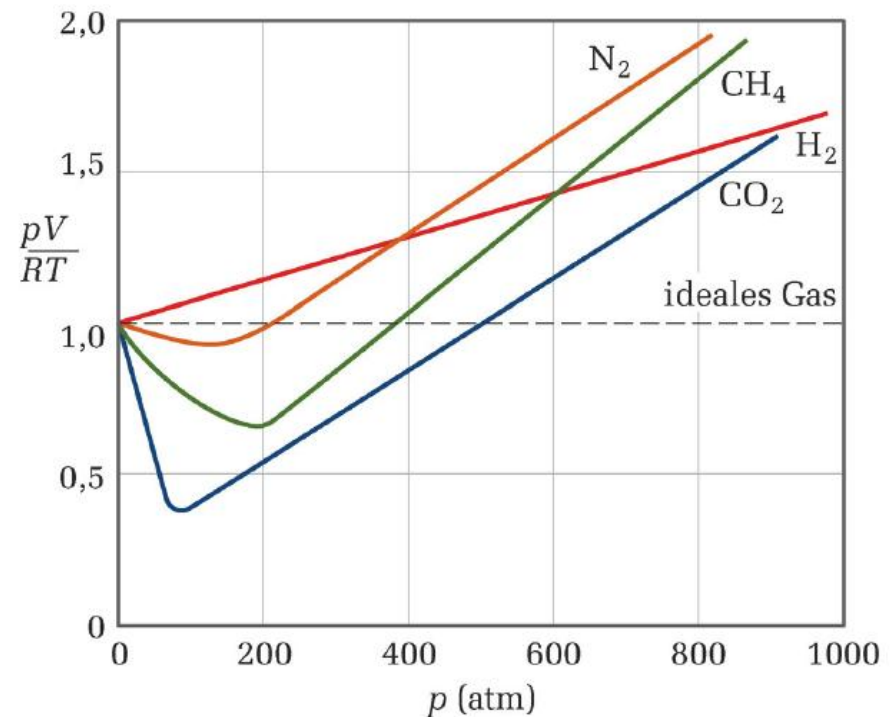
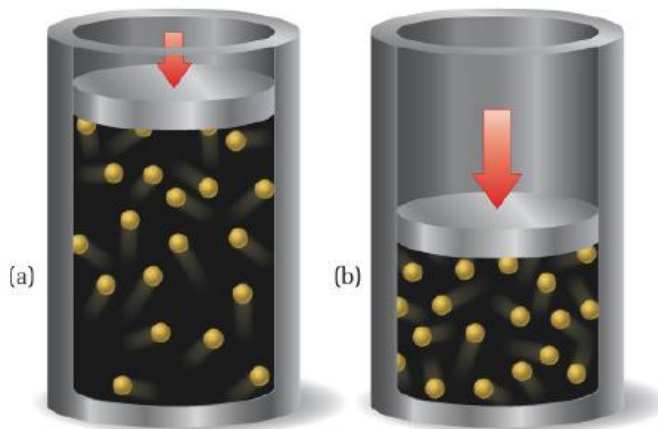
Ideales vs. Reales Gas

Die Betrachtung als ideales Gas vernachlässigt

- ➔ Eigenvolumen der Teilchen
- ➔ Wechselwirkungen zwischen den Teilchen

$$p \times V = n \times R \times T$$

Erhöhung des Drucks:



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

- regellose Molekülbewegung
- jeden Raum erfüllend
- keine Phasengrenzen
- $E_{\text{kin}} = f(T)$

Kinetische Gastheorie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2 \sim T$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{3}{2} R T$$

$$v = \left(\frac{3 R T}{m} \right)^{1/2}$$

Mittlere Molekül-
geschwindigkeit
bei 20°C:

H ₂	1930 m/s
H ₂ O	640 m/s
N ₂	515 m/s
O ₂	480 m/s
CO ₂	410 m/s

Molekülgeschwindigkeit ist
abhängig von der
Molekülmasse



Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der flüssige Zustand

Abkühlen eines Gases \rightarrow E_{kin} sinkt \rightarrow Phasenwechsel

Beweglichkeit d. Teilchen kleiner als im Gas

Abstand d. Teilchen kleiner als im Gas
(Nahordnung)

definiertes Volumen

variable Form

Chemische Bindung



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der feste Zustand

hohe Kräfte zwischen den Teilchen

geordnete Verbände (Kristall → Fernordnung,
amorphe Festkörper → Nahordnung)

Schwingung der Teilchen auf den Gitterplätzen (geringe E_{kin})

Modifikationsmöglichkeiten:

Ein Element oder eine Verbindung kann als Feststoff mit unterschiedlichen Anordnungen der Atome bzw. Moleküle vorkommen.

Beispiel: Kohlenstoff
Graphit /Diamant

Chemische Bindung

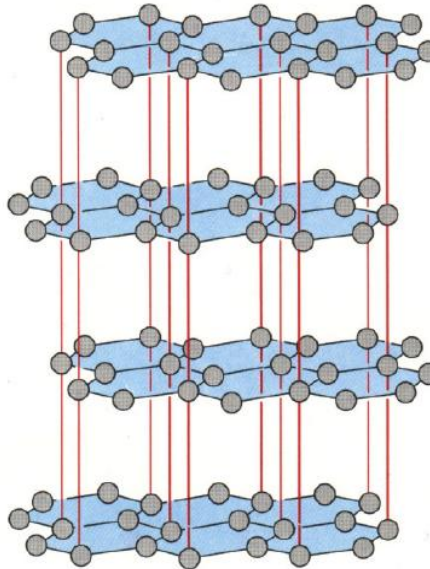


Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der feste Zustand – Graphit/Diamant

Graphit:

- Jedes C-Atom ist von 3 weiteren C-Atomen umgeben.
- 3 e⁻ eines C-Atoms nehmen an den Bindungen teil.
- Das 4te e⁻ ist delokalisiert und erstreckt sich über die gesamte Schicht.
 - elektr. Leiter
- Zwischen den Schichten wirken Van-der-Waals Bindungen.
 - geringe Härte
 - Verschiebung der Schichten



Chemische Bindung

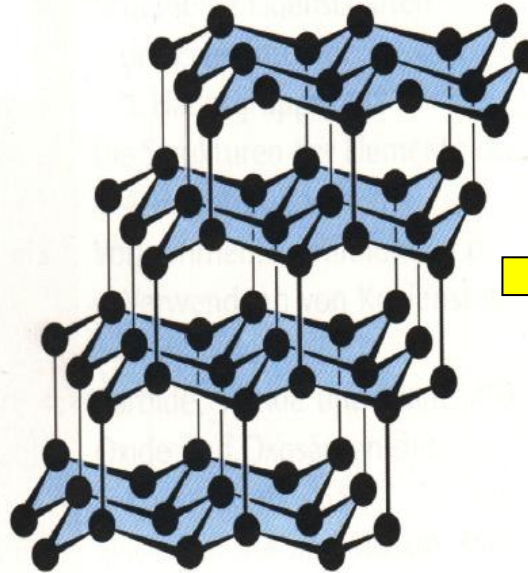


Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der feste Zustand – Graphit/Diamant

Diamant:

- Jedes C-Atom ist von 4 weiteren C-Atomen umgeben (4 gleichstarke Atombindungen)
 - hohe Härte
 - keine Verschiebung der Schichten
 - keine elektr. Leitfähigkeit



Chemische Bindung

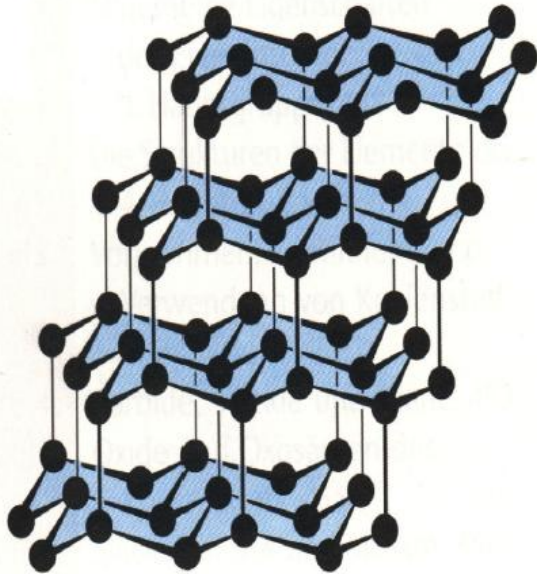


Technische
Hochschule
Georg Agricola

Der feste Zustand – Graphit/Diamant

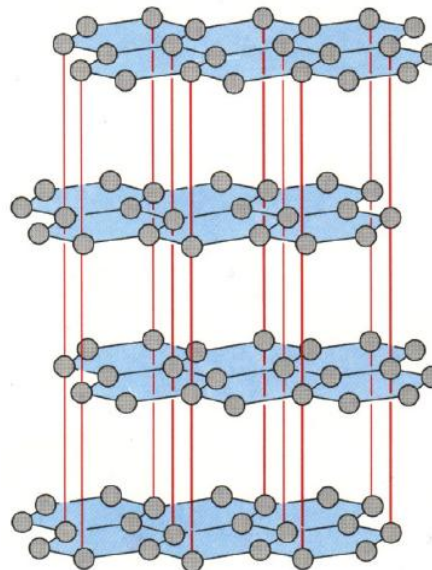
Diamant:

- Jedes C-Atom ist von 4 weiteren C-Atomen umgeben (4 gleichstarke Atombindungen)



Graphit:

- Jedes C-Atom ist von 3 weiteren C-Atomen umgeben.



Chemische Bindung

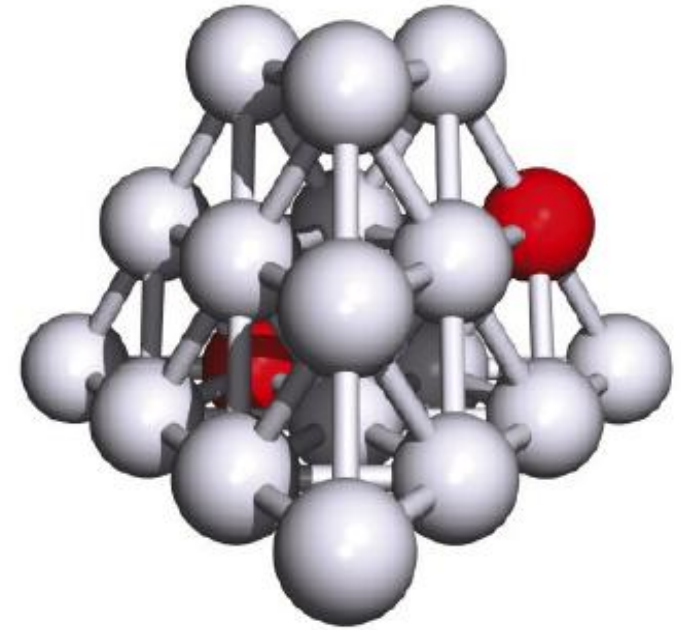


Technische
Hochschule
Georg Agricola

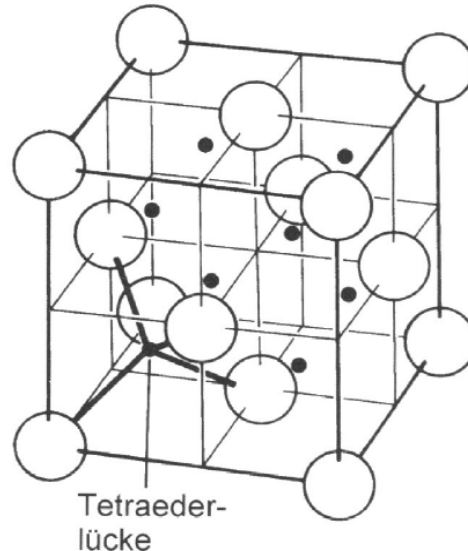
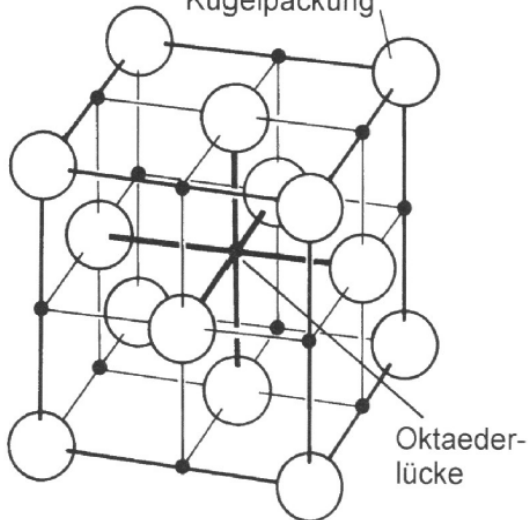
Der feste Zustand - Legierungen

Substitutionslegierungen

Atome haben ähnliche Radien
(Bronze Cu-Sn, Sterlingsilber Ag-Cu).



Atom in der dichtesten
Kugelpackung



Einlagerungslegierungen

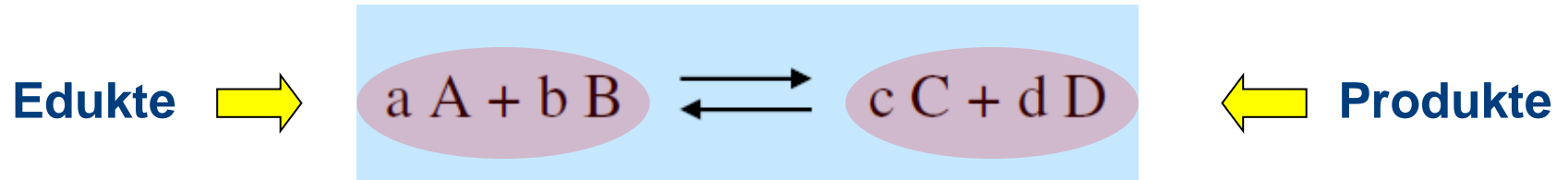
Atome haben
unterschiedliche Radien
(Stahl Fe-C).

Chemische Reaktionen



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Bei einer chemischen Reaktion findet eine Umverteilung von Atomen statt.
Das führt zu einer stofflichen Veränderung



und zu einer Veränderung des Energieumsatzes.

Chemische Thermodynamik



Technische
Hochschule
Georg Agricola

The End

... is to be continued