

CHEMISCHE BINDUNGEN

IONENBINDUNG

Wichtig:

Das gesamte Skript darf nur von Teilnehmern dieser Vorlesung als Lehrmaterial verwendet werden. Es darf nicht (auch nicht in Teilen) veröffentlicht, vervielfältigt oder an andere Personen (weder als Ausdruck noch elektronisch) weitergegeben werden.

Die Oktettregel für Hauptgruppenelemente

Oktettregel (Acht-Elektronen-Regel): alle Hauptgruppenelemente sind bestrebt, durch chemische Reaktionen die stabile Edelgaskonfiguration zu erreichen.

Elektronenoktett kann durch folgende Bindungen erreicht werden:

- **Ionenbindung**
- kovalente Bindung
- metallische Bindung

Gruppe	IA 1	II A 2	III A 13	IVA 14	VA 15	VI A 16	VII A 17	0 18
Atom	Na+	Mg+	Al+	Si+	P+	S+	Cl+	Ar+
Ion	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	

Ionenbindung

Aus **Kationen** und **Anionen** aufgebaut

Durch elektrostatische Wechselwirkung zusammengehalten

Reaktion zwischen Metallen der I. oder II. Hauptgruppe mit typischen Nichtmetallen

Ionenverbindungen nennt man auch **Salze**

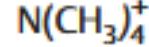
Metalle bilden das Kation (M^{n+}) und die Nichtmetalle das Anion (X_{n-})

Beispiele:

Eigenschaften:

Nomenklatur von Ionen

Kationen: deutscher Name der Metall-Atome; Ladung wird in Klammer angegeben; Mehratomige Ionen mit Wasserstoff-Atomen erhalten Endung –onium



Anionen: lateinischer Name; Endung -id



Ionenbindung

Gruppe	IA 1	II A 2	III A 13	IV A 14	V A 15	VI A 16	VII A 17	0 18
Atom	Na•	•Mg•	•Al•	•Si•	•P•	•S•	•Cl•	•Ar•
Ion	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	

Aufgabe:

Wie lauten die Summenformeln von:

- Aluminiumchlorid
- Magnesiumsulfid
- Aluminiumnitrid
- Calciumnitrid
- Natriumphosphid
- Aluminiumoxid

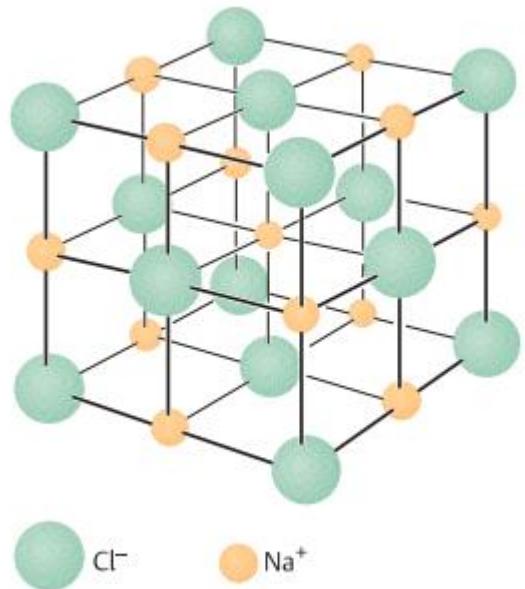
Ionenbindung

Gruppe	IA 1	IIA 2	III A 13	IVA 14	V A 15	VI A 16	VII A 17	0 18
Atom	Na•	•Mg•	•Al•	•Si•	•P:	•S:	•Cl:	•Ar:
Ion	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	

Aufgabe:

Schreiben Sie die Reaktionsgleichung mit Teilgleichungen für die Bildung von NaCl. Betrachten Sie ebenfalls die Elektronenkonfiguration vor und nach der Reaktion

Ionenbindung



Kristallstruktur von Kochsalz: Ecken eines Würfels abwechselnd von Kationen und Anionen besetzt.

→ **Elementarzelle** kleinstes wiederkehrendes Muster

Frage: Welche Koordination Zahlen liegen vor? Wie viele Anionen umgeben ein Kation und wie viele Kationen umgeben ein Anion?

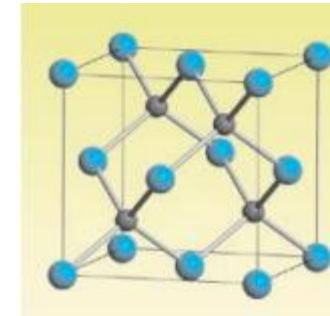
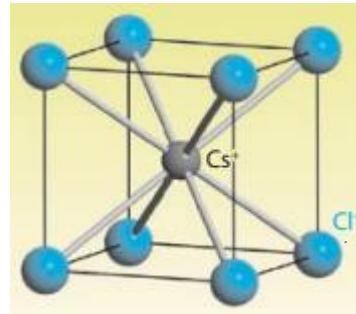
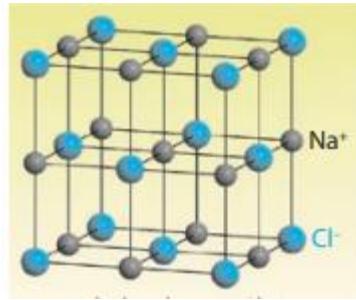
Kristalline Festkörper

In kristallinen Festkörpern sind die Gitterbausteine (= Teilchen welche den Kristall aufbauen) in allen drei Raumrichtungen regelmäßig angeordnet.

Atomkristall: Starke Atombindungen zwischen den Gitterbausteinen. --> Hoher Schmelzpunkt, große Härte.

Kristallgittertypen

Salze der Stöchiometrie AB (NaCl, MgO, KBr, CsCl, FeO, usw.) einem von drei verschiedenen Kristallgittertypen zuordnen:
Kochsalz (NaCl)-Struktur, **Cäsiumchlorid** (CsCl)-Struktur oder **Zinkblende** (ZnS)-Struktur



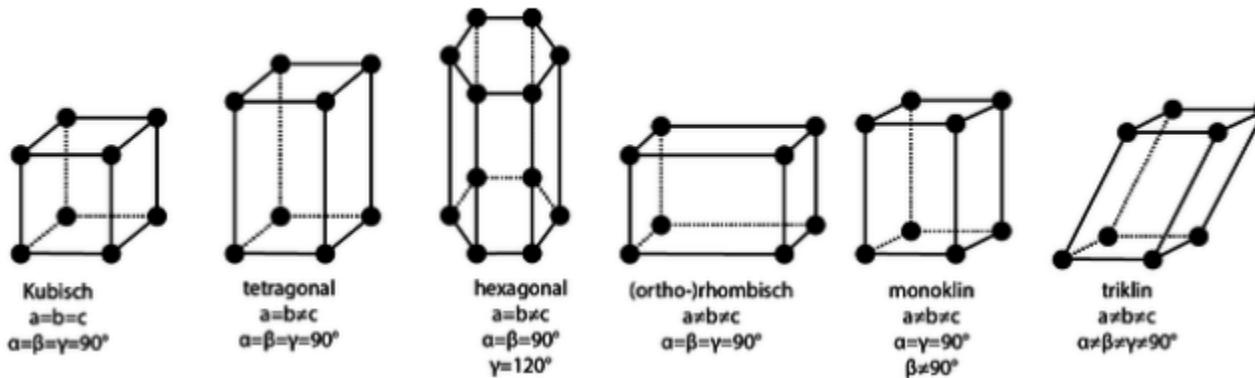
Aufgabe: Bestimmen Sie die Koordinationszahl der gezeigten Kristallgittertypen

Kristalline Festkörper

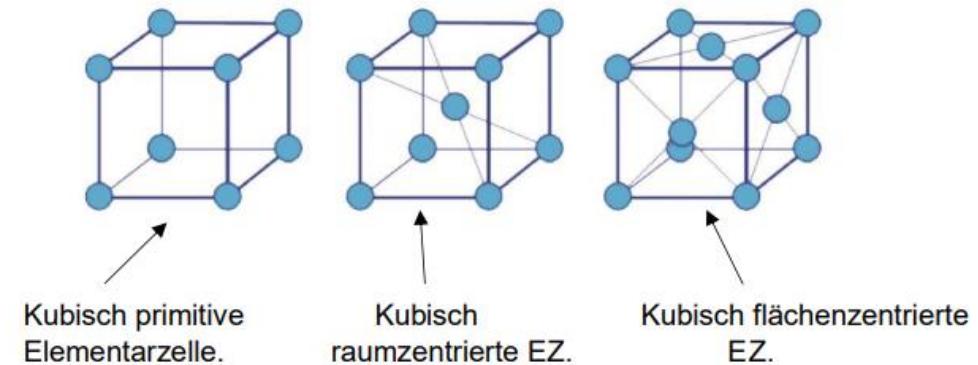
Um alle Kristallgitter beschreiben zu können, benötigt man 6 verschiedene Geometrien bei den Elementarzellen.

- Die einzelnen Elementarzellen unterscheiden sich in ihrer Metrik (Kantenlänge a , b , c und Winkel)
- Die einzelnen Metriken der Elementarzellen unterscheiden sich weiterhin in der Besetzung mit Gitterbausteinen

Die 6 Kristallsysteme:



Beispiel: Besetzungsmöglichkeiten einer **kubischen Elementarzelle**.³

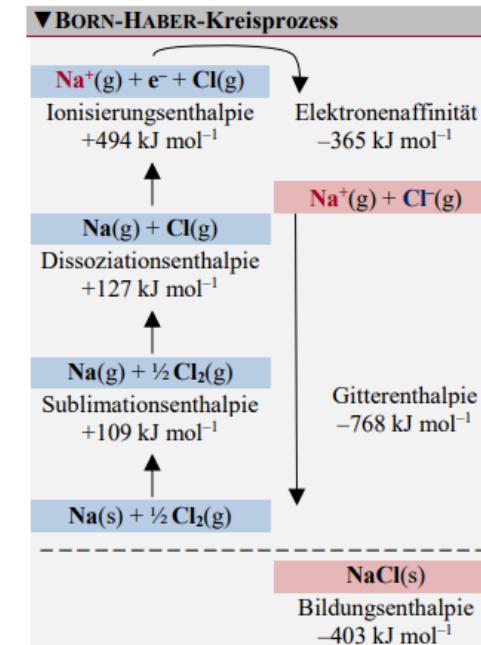


Gitterenergie

Zusammenhalt durch elektrostatische Anziehung → Gitterenergie E_G

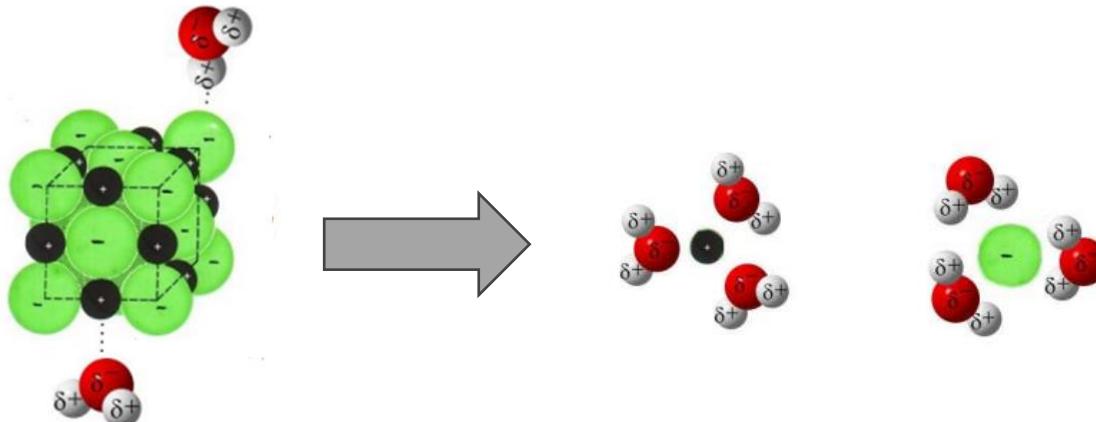
Gitterenergie: Energie die frei wird, wenn sich gasförmige Kationen und Anionen aus der unendlichen Ferne zu einem Kristall zusammenfinden (Einheit: J/mol)

Bestimbar über Born-Haber-Kreisprozess



Löslichkeit von Salzen

Vorgänge beim Auflösen: polare Wassermoleküle interagieren mit Ionen → Ion-Dipol-Wechselwirkungen
Ionen werden aus Kristallgitter gelöst und hydratisiert



Lösungsenthalpie	Temperaturänderung	Beispiele
> 0	Erwärmung	NaOH in H ₂ O
= 0	keine	NaCl in H ₂ O
< 0	Abkühlung	NH ₄ Cl in H ₂ O

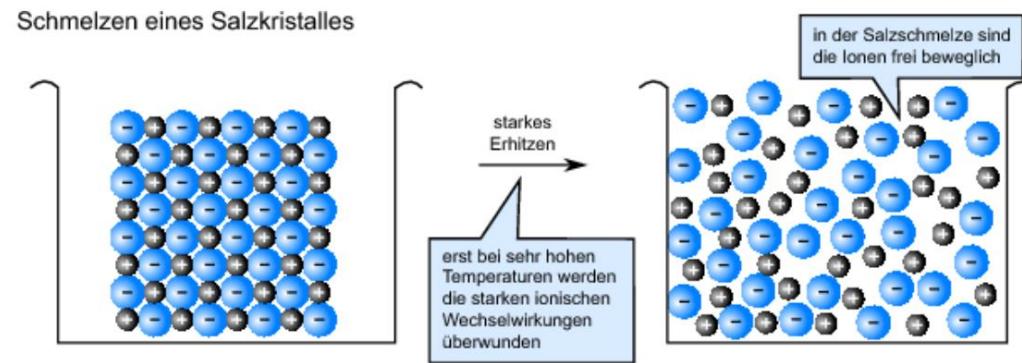
Energetische Betrachtung:

- Gitterenergie > Hydratisierungsenergie:
- Gitterenergie < Hydratisierungsenergie:

$$\text{Lösungswärme} = \text{Hydrationsenthalpie} - \text{Gitterenthalpie}$$

Schmelzpunkte und Löslichkeit von Salzen

Wasserlöslichkeit, Schmelzpunkt und Härte sind in erster Näherung durch Coulomb-Kräfte bestimmt

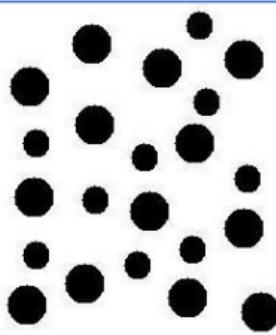


Unterschiedliche Schmelzpunkte, Härte und Wasserlöslichkeit:

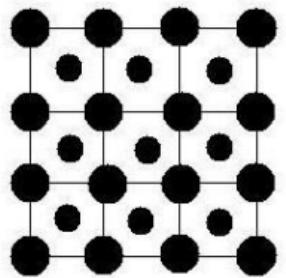
Ionenverbindung	Schmelzpunkt	Härte (Mohs-Skala)
Natriumchlorid (Na^+Cl^-)	800 °C	2,0
Magnesiumoxid ($\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$)	2642 °C	5,5

Natriumchlorid ist gut wasserlöslich, Magnesiumoxid ist in Wasser unlöslich.

Kristalline und amorphe Festkörper



Amorpher Festkörper.



Kristalliner Festkörper.

Kristalline Festkörper:

- Regelmäßige Anordnung in einem periodischen Gitter
- Ordnung erstreckt sich über große Distanz
- Charakteristische Schmelztemperatur (Phasenübergang fest – flüssig)
- Beispiele: Salze, Metalle

Amorphe Festkörper:

- Unregelmäßige (nicht periodische) Struktur, zufällige Verteilung
- Kein scharfer Schmelzpunkt, erweichen über Temperaturbereich
- Beispiele: Glas, Kunststoffe
- Transparent, da keine Lichtstreuung an Kristallstruktur

Verständnisfragen - Ionenbindung

1. Wie sind Metallatome in einer Ionenverbindung stets geladen?
2. Ab welchem ΔEN spricht man von einer ionischen Bindung?
3. Welche Ladungen sind bei Metallionen und Nicht-Metallionen im Hinblick auf ihre Elektronenkonfiguration besonders stabil?
4. Wie ist ein kristalliner Festkörper aufgebaut?
5. Was ist eine Elementarzelle?
6. Welche Koordinationszahlen kommen in den Kristallstrukturen NaCl, CsCl und ZnS vor? Wie heißen die dazugehörigen Koordinationspolyeder?
7. Welche Kräfte halten Kristalle zusammen?
8. Warum lassen sich viele Salze gut in Wasser lösen?
9. Wie sind Ionen in einem amorphen Festkörper angeordnet?