

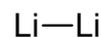
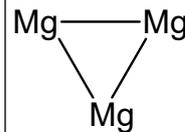
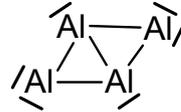
1. Bindungstheorie

Die Anzahl der Elektronenpaarbindungen, die ein ungeladenes Nichtmetallatom der n -ten Hauptgruppe für die Edelgaskonfiguration ausbilden muss, beträgt $8-n$!

1.1 Prüfen Sie an den Strukturformeln der Elementmodifikationen

O_2 , N_2 , Cl_2 , P_4 , C (Diamant) die Aussage mit „ $8-n$ “!

1.2 Gegenbeispiele: Was stimmt mit diesen Vorschlägen für Strukturformeln von Elementmodifikationen nicht?



Fazit: Nur Elementmodifikationen der Hauptgruppen IV bis VII können durch Elektronenpaarbindungen untereinander den Edelgaszustand erreichen, also den Zugriff auf acht Elektronen.

Neutrale Atome mit nur 1, 2 oder 3 Außenelektronen können, mit Ausnahme des Wasserstoffs (H), durch Elektronenpaarbindungen untereinander, keine Edelgaskonfiguration erreichen. Sie könnten mangels Außenelektronen maximal 3 Elektronenpaarbindungen ausbilden. Das reicht nicht für ein stabiles Elektronenoktett. Die Atome der Elementmodifikation müssen, um einen stabilen Zustand zu erreichen also über eine andere Art und Weise verbunden sein.

Statt Elektronenpaarbindungen zu bilden, bei denen das bindende Elektronenpaar zwischen zwei Bindungspartnern lokalisiert ist, bilde sie gemeinsam eine **Metallbindung**. Jedes Atom des Metallkörpers stellt dabei alle seine Außenelektronen allen Metallatomen zur Verfügung. Alle Außenelektronen des Metallkörpers zusammen bilden ein völlig delokalisiertes Elektronengas. Das gemeinsame Elektronengas bindet alle positiv geladenen Atomrümpfe, das sind die Atome die ihre Außenelektronen abgegeben haben, aneinander. Die Atomrümpfe nehmen dabei hoch regelmäßig angeordnete Plätze im Festkörper an. Es liegt also auch hier ein **Kristall** vor, das Metallgitter.

Wie würden Sie Tennisbälle oder andere Kugeln in eine Kiste möglichst raumsparend füllen? Sie würden einzelne Schichten mit Kugeln einfüllen. Die Kugeln der nächsten Schicht liegt in den Mulden der darunter liegenden Schicht. Auch die kugelförmigen Atomrümpfe bilden eine solche **dichteste Kugelpackung**.

1.3 Ermitteln Sie mithilfe der Abb. 1.2 die Koordinationszahl eines Atom(rumpf)s. Das ist die Gesamtanzahl unmittelbar benachbarter Atome.

Theoretische Berechnungen bestätigen unsere intuitive Erfahrung: Eine höhere Raumauffüllung als in der dichtesten Kugelpackung ist nicht möglich, sie beträgt ca. 74%. Das bedeutet, dass für das gemeinsame Elektronengas 26% des Raums zur Verfügung stehen.

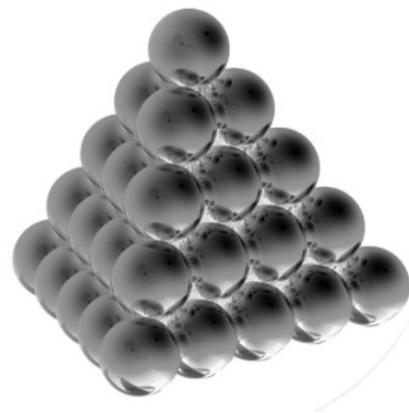


Abb. 1.1: Dichteste Kugelpackung Q: commons.wikipedia.org. A: Greg A L

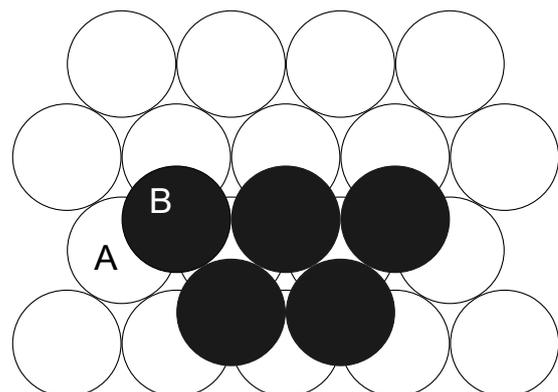


Abb. 1.2: Jede zweite Mulde (!) wird durch einen darüberliegenden Atomrumpf belegt. Q: commons.wikipedia.org. A: Twisp

2. Es existieren mehrere Packungstypen der Atomrumpfe

Legt man auf die beiden Schichten A und B aus *Abb. 2.1* in Gedanken noch eine dritte Schicht oben drauf, gibt es hierfür zwei Möglichkeiten!

Man kann die Kugeln der dritten Schicht in diejenigen Mulden legen, dass sie exakt deckungsgleich zu den Kugel der ersten Schicht (A) sind. So resultiert die Schichtenfolge ABA. Legt man die Kugeln einer weiteren vierten Schicht noch oben darauf, so können sie exakt deckungsgleich zu den Kugeln der zweiten Schicht (B) sein. Fährt man mit diesem System fort, entsteht eine dichteste Kugelpackung mit der Schichtfolge ABABABABAB..... Eine solches Metallgitter wird **hexagonal dichteste Kugelpackung** genannt.

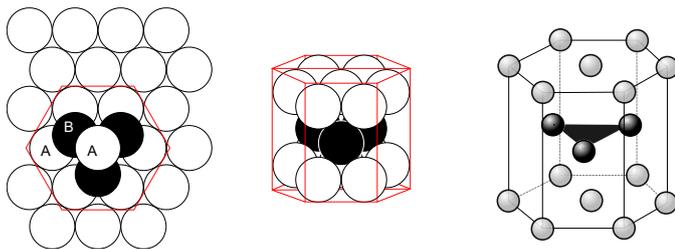


Abb. 2.1: Hexagonal dichtesten Packung. *rechts: regelmäßig wiederkehrende Baueinheit.* Q: wikicommons. A: Twisp und cdang. verändert

Man kann die Kugeln der dritten Schicht auf die AB-Schicht auch in diejenigen Mulden legen, dass sie nicht exakt deckungsgleich zu den Kugel der ersten Schicht (A) sind. So resultiert die Schichtenfolge ABC. Erst die Kugeln einer weiteren vierten Schicht werden deckungsgleich zu den Kugeln der ersten Schicht (A) sein: ABCA. Fährt man mit so fort, entsteht eine dichteste Kugelpackung mit der Schichtfolge ABCABCABCABC..... Eine solches Metallgitter wird **kubisch dichteste Kugelpackung** genannt.

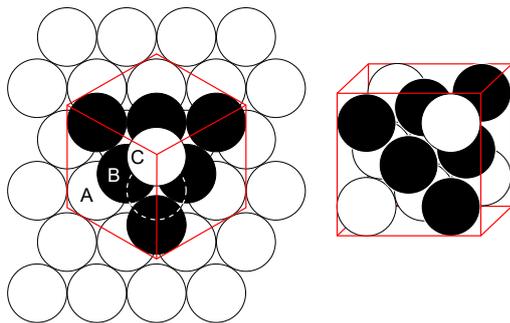


Abb. 2.2a: Schichtenfolge der kubisch dichtesten Packung . Q: wikicommons. A: Twisp. verändert.

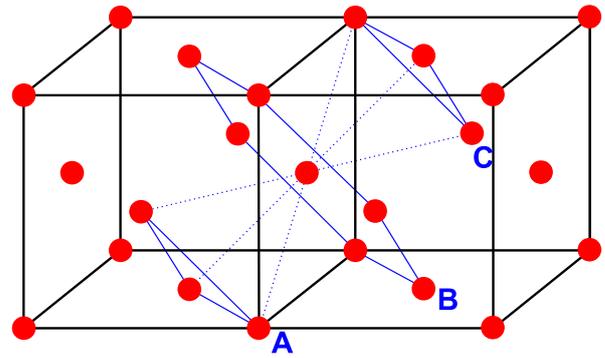


Abb. 2.2b: Die Elementarzelle der kubisch dichtesten Packung ist kubisch flächenzentriert. Q: : e.w.

Einige Metalle zeigen komplexere Stapelfolgen. So kristallisieren einige Lanthanoide und Actinoide in der Stapelfolge bspw. C-(ABAC)_n-A. In *realen Kristallen* aller Metalle kommen Stapelfehler und andere Fehlstellen sowieso vor! Ideale Kristalle werden auch **Einkristalle** genannt.

Es sind nur wenige Metalle die nicht in einer dichtesten Kugelpackung kristallisieren. Dazu gehören Metalle mit einer **kubisch innenzentrierten Packung (=kubisch raumzentrierte Packung)**. Sie besitzen eine folgende Elementarzelle.

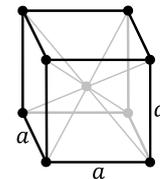


Abb. 2.4: Kubisch-raumzentrierte Elementarzelle. Q: wikicommons. A: Stannered

Sie ist nicht dichtest, d.h. die Raumauffüllung ist etwas geringer, sie beträgt nur ca. 68%. Auch beträgt hier die Koordinationszahl nicht mehr CN = 12, sondern nur noch CN = 8. Zu den kubisch innenzentriert kristallisierenden Metallen gehören Cr, Fe und W.

3. Die wichtigsten Eigenschaften von Metallen erklären sich durch die Kugelpackung und das Elektronengas
--

1. Elektrische Leitfähigkeit und Temperaturabhängigkeit

2. Optischer Glanz, gute Wärmeleitfähigkeit

3. Zumeist hohe Dichte

4. Duktilität der Metalle im Vergleich zur Spröde der Salze

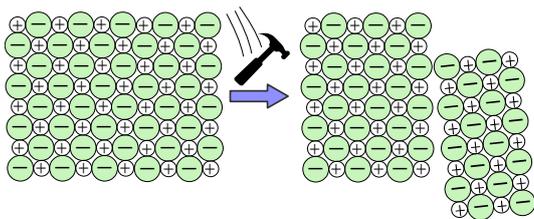


Abb. 3.1: Der Salze Spröde. Q: e.W.

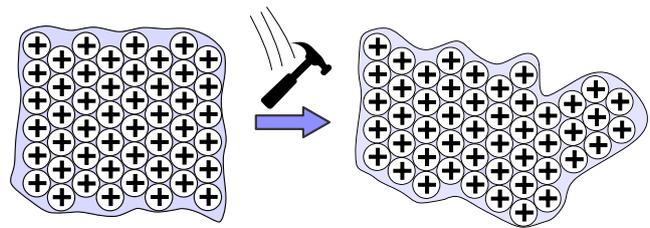


Abb. 3.2: Der Metalle Duktilität. Q: e. W.

5. Fähigkeit zur Bildung von Legierungen

Eine Legierung ist ein aus mehreren Elementen bestehender *metallischer* Werkstoff, der also die typischen metallischen Eigenschaften besitzt. Zumindest die Hauptkomponenten von Legierungen ist ein metallisches Element, darüber hinaus kann eine Komponenten jedoch auch zu den Nichtmetallen gehören (vgl. z.B. *Gusseisen unten*). Nicht alle Elemente können untereinander Legierungen bilden. Häufig ist die Bildung einer gemeinsamen Metallpackung nur in bestimmten Grenzen bezüglich der Stoffmengenanteile möglich und nur dann, wenn die kombinierten Metalle ähnliche Atomgrößen und Kristallstrukturen besitzen.

In der Technik wird Legierungen gegenüber den reine Elementmodifikationen fast immer der Vorzug gegeben. Die genauen Stoffeigenschaften sind über die Anteile der Komponenten steuerbar. Insgesamt ist die Härte und die chemische Korrosionsbeständigkeit von Legierungen auch deutlich höher als von den reinen Metallen. Beispiele für Legierungen sind:

Gusseisen sind Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem *relativ* hohem Kohlenstoffgehalt von über 2%. Häufig sind auch weitere Legierungsbestandteile vorhanden.

Messing: Eine Kupferlegierung mit mindestens 50% Kupfer und bis zu 40% Zink sowie weiteren Nebenbestandteilen.

Bronze: Eine Kupferlegierung mit mindestens 60% Kupfer und einem oder mehreren anderen Hauptbestandteilen (außer Zink → Messing). Sehr häufig sind Zinnbronzen, mit

Amalgame sind Legierungen des Quecksilbers. Viele Jahrzehnte was die Amalgamfüllung, eine Legierung mit Quecksilber, Silber und Zinn als Hauptbestandteile das Standardmaterial von Zahnärzten zum Füllen von Löchern. Der Vorteil dieses Materials ist, dass beim Mischen mit der flüssigen Quecksilberkomponente eine knetartige Masse entsteht, die man gut in Löcher des Zahns stopfen kann. Erst dort härtet sie aus.