

[Hinweis: Zuvor mit Lehrkraft die kovalenten und salzartigen Hydride besprechen]. Klein gedrucktes ist nicht relevant für Abschlussprüfung.

Wasserstoff bildet mit nahezu allen Elementen des Periodensystems Verbindungen. Die Wasserstoffverbindungen zu den stark elektropositiven Metallelementen haben salzartigen Charakter. Das sind vor allem die Alkali- und Erdalkalimetallhydride. Bei diesen Verbindungen liegen also **salzartige Hydride**.

Metallartige Hydride hingegen finden sich bei Übergangsmetallen der Gruppen 3–6 und der Gruppe 10. Vor allem die metallartigen Hydride der Elementgruppe 10 (Ni, Pd, Pt) haben eine sehr große technische Bedeutung! Die metallartigen Hydride entstehen meist durch die direkte Reaktion der Metallpulver mit Wasserstoff bei hohen Temperaturen und häufig unter Druck. Es handelt sich um **nicht-stöchiometrische Verbindungen**, mit einem in bestimmten Grenzen variablem Wasserstoffanteil (M_xH_y). Die genaue Struktur hängt stark vom Wasserstoff-Stoffmengenanteil ab.

Die meisten metallartigen Hydride haben metallisches Aussehen und metallische oder halbleitende Eigenschaften.

Die Kristallstruktur metallartiger Metallhydride beruht auf **dichtesten Kugelpackungen von n Metallatomen**, deren $2n$ Tetraederlücken und n Oktaederlücken durch Wasserstoffatome besetzt werden können.

Abb. 1: Zeichnen Sie schematisch die Struktur!

Solche Verbindungen, bei denen der eine Bindungspartner die Lücken in der Kristallstruktur des anderen Bindungspartners besetzt, werden auch **Einlagerungsverbindungen** genannt.

Beim Einbau von Wasserstoffatomen in eine Metallstruktur entsteht zunächst eine **feste Lösung** mit relativ geringem Wasserstoffgehalt in der die Metallstruktur unverändert erhalten bleibt. Durch weitere Lückenbesetzung können auch unter anderem die Grenzzusammensetzungen MH (Oktaederlücken), MH_2 (Tetraederlücken) und MH_3 (Tetraeder- und Oktaederlücken) realisiert werden. Die maximale H_2 -Aufnahmekapazität durch ein Kubikmeter Metall ist zum Teil erstaunlich: Eisen (Fe) : 19 m^3 Gold (Au): 46 m^3 Platin (Pt): 50 m^3 Palladium (Pd): $500\text{--}900 \text{ m}^3$!!!

Bei der Wasserstoff-Einlagerung werden zunächst die an der Metalloberfläche adsorbierten Wasserstoff-Moleküle in Wasserstoff-Atome gespalten und diese dann in das Gitter

aufgenommen. Genau diese Eigenschaft des Bindungsbruchs und der reversiblen Einlagerung *atomaren Wasserstoffs* bietet charakteristische Vor- und Nachteile:

- **Nutzung als Hydrierungskatalysatoren** aus RANEY-Nickel oder Platin: Der atomare H kann beispielsweise sehr leicht an Doppelbindungen addieren.

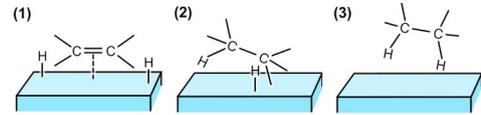


Abb. 1: katalytische Hydrierung: Aktivierung durch atomare Adsorption. Q: wikimedia.org. A: Michael Schmid

- **Nutzung als Wasserstoffspeicher.** In massive Metallzylinder die druckdicht umhüllt sind, kann man unter höherem Druck H_2 einleiten, der dann in die Lücken atomar eingebaut wird. Durch Druckerniedrigung und leichte Wärmezufuhr kann der Wasserstoff wieder ausgetrieben werden. Die Handhabung ist deutlich sicherer als bei einer Wasserstoffflasche. Nachteilig ist jedoch das hohe Gewicht.



Abb. 2: Keine Gasflaschen, sondern Wasserstoffspeicher in Form metallartiger Hydride! Q: wikimedia.org Autor: Anjujo

- **Wasserstoffversprödung:** Die Einlagerung von Wasserstoffatomen führt häufig dazu, dass die Kristallstruktur des Metalls langfristig ungünstig beeinflusst wird. Das hat zwei Gründe:

- Gerade an Gitterstörstellen können sich H-Atome zu H_2 rekombinieren. H_2 ist **nicht so diffusionsfähig** und erhöht lokal den Druck im Gefüge. Es entstehen Risse und Brüche aus denen dann auch unkontrolliert H_2 entweichen kann. Dies trifft leider auch für viele technisch genutzte Stahlsorten zu.



Abb. 3: Bruch durch Wasserstoffversprödung in Stahl. Q: commons.wikimedia.org Autor: Uwe Aranas

- Auch ist die Sprödigkeit von intakten Metallhydriden, insbesondere bei höherem H-Anteil geringer als von wasserstofffreiem Werkstoff.