

Was ist ein Gefahrstoff? (Wiederholung)

Ein Stoff, eine Zubereitung oder ein Erzeugnis ist dann ein Gefahrstoff, wenn eines der im Chemikaliengesetz genannten Gefährlichkeitsmerkmale vorliegt.

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. explosionsgefährlich | 9. ätzend |
| 2. brandfördernd | 10. reizend |
| 3. hochentzündlich | 11. sensibilisierend |
| 4. leicht entzündlich | 12. krebserzeugend |
| 5. entzündlich | 13. fortpflanzungsgefährdend
(reproduktionstoxisch) |
| 6. sehr giftig | 14. erbgutverändernd |
| 7. giftig | 15. umweltgefährlich |
| 8. gesundheitsschädlich | |



ID 011755

3

Globally Harmonised System (GHS)

- weltweit einheitliches System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
- Zuordnung zu Gefahrenklassen
- Gesundheitsgefahren werden durch Gefahrensymbol dargestellt
- Eigenschaften finden sich im Sicherheitsdatenblatt



Grafik: BGHM

ID 053136

4

Ein paar Begriffe...

Gefahr = Zustand, der ein Risiko oberhalb des akzeptierten Risikos bedeutet.

Sicherheit ist das Gegenteil (Abwesenheit) von Gefahr. Dies bedeutet aber nicht, dass nichts geschehen kann! Sicherheit ist allgemein ein Zustand, der frei von unvermeidbaren Risiken ist.

Das **Restrisiko** sind Gefahren, die trotz durchgeführter Maßnahmen (Schutzmaßnahmen) zur Minderung eines Risikos bestehen.

Der Begriff **Gefährdung** bezeichnet die Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ohne bestimmte Anforderungen an ihr Ausmaß oder ihre Eintrittswahrscheinlichkeit.

ID 053137

5

Praxistipp: „Höchstes akzeptables Risiko“

Sicherheit

Risiko **niedriger** als
Höchstes akzeptables Risiko

Gefahr

Risiko **höher** als
Höchstes akzeptables Risiko



Höchstes akzeptables Risiko

ID 052415

6

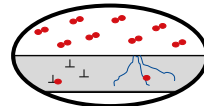
Gefährdungen im Umgang mit Wasserstoff



Extrem entzündbares Gas



Geruchlos



Wasserstoffversprödung



Gas unter Druck,
verdichtet, verflüssigt,
tiefgekühlt



Unsichtbare Flamme



Prozessbedingte
Gefährdungen

ID 053139

9

Eigenschaften von Wasserstoff (CAS-Nr.: 1333-74-0)

- **kleines Molekül**
 - sehr geringe Dichte (14-mal leichter als Luft)
 - steigt 6-mal schneller als Erdgas auf
 - hohes Diffusionsvermögen, hohe Leckrate
- **farb-, geruch- und geschmacklos**
- **Wasserstoff ist brennbar (Brennstoff)**
 - hohe Brenngeschwindigkeit, unsichtbare Flamme
 - geringe Wärmestrahlung trotz hoher Flammentemperatur
 - Selbstentzündungstemperatur: 560°C (Temperaturklasse T1)
 - Explosionsgruppe: IIC

Mehr Informationen
>>> [Wasserstoff](#)



 BG
Gefahrstoffinformationssystem
Chemikalien
der BG RCI und der BGHM



ID 053140

10

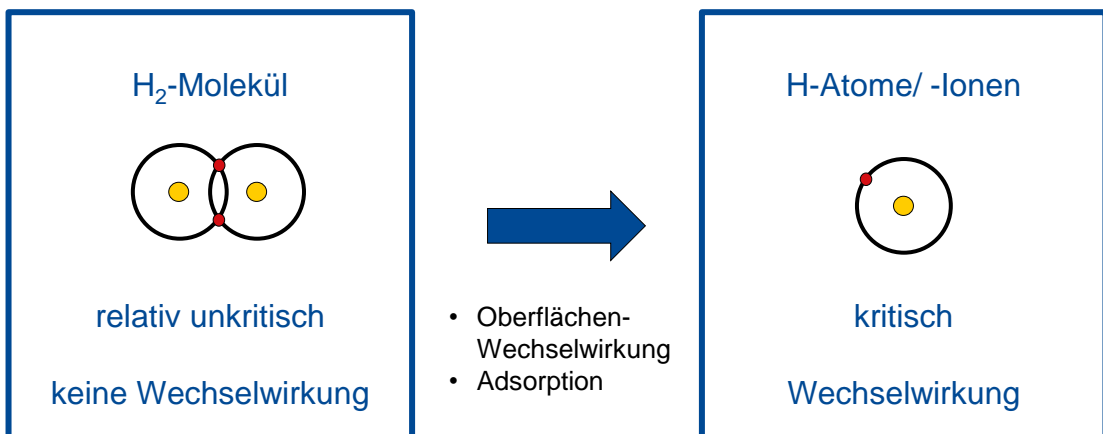
Permeation vs. Leckage

- Es gibt keine absolute Dichtheit! Gas diffundiert selbst durch solide Metallwände.
- Permeation = Durchdringen eines intakten Festkörpers (Sorption, Diffusion, Desorption)
- Aber:
 - Diffusion durch metallische Behälterwände ist mit geeigneten Metallen technisch beherrschbar. Bei organischen Werkstoffen kann über längere Zeit ein Gasverlust auftreten; die Bildung explosiver Gemische droht i.A. nicht.
- Leckage u.a. bei Löchern, Sprüngen, Defekten, schlechten Verbindungen
 - Triebkraft: Druckgradient
 - Leckagenachweis im laufenden Betrieb z.B. mit Schaumbildnern, Gassensorik, ...

ID 053141

11

Wasserstoffverträglichkeit bei Metallen



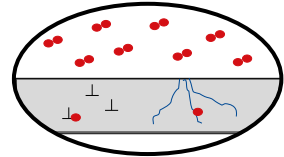
ID 053142

12

Wasserstoffversprödung

- Einlagerung von Wasserstoff in das Atomgitter des Werkstoffs und Rekombination
= Wechselwirkung von atomarem Wasserstoff mit Kristallgittern

→ Reduzierung der Festigkeit → Versprödung
→ beschleunigte Spannungsrissskorrosion
- Prozess erfordert die Schaffung freier Metall-Oberflächen an Defekten der Oberfläche
→ bevorzugt an Fehlstellen (nichtmetallische Einschlüsse, ...)
- Dehnungsstabile austenitische Stähle zeigen weder bei Raumtemperatur noch bei hohen Temperaturen besondere wasserstoffspezifische Probleme im technischen Maßstab.



ID 053143

13

Regelwerke zur Wasserstoffbeständigkeit (Auswahl)

- **Druckgeräterichtlinie:** „[Werkstoffe] müssen in ausreichendem Maßstab chemisch beständig sein“
- **TRGS 722** – Dichtheit von Anlagenteilen: „Bei der Konstruktion von Anlagenteilen für die Handhabung mit brennbaren Gasen [...] sind die Werkstoffe so auszuwählen, dass sie den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten. [...] Gefahren durch Reaktionen des Wandmaterials mit den brennbaren Gefahrstoffen sind auszuschließen.“
- **DVGW Info G29:** „Materialien, Werkstoffe und die daraus gefertigten elementaren Bauteile sind einsatzbereit für den Betrieb mit Wasserstoff, wenn sie so gewählt, ausgeführt, betrieben und instand gehalten werden, dass die Anforderungen an die Integrität und Dichtheit über die gesamte Lebensdauer erfüllt sind. Die Eignung ist vom Betreiber für die jeweilige Anwendung festzustellen und nachzuweisen.“
- Technische Regel **API RP 941:2020-08** „Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants“ ($T > 178\text{ °C}$)

ID 053144

14