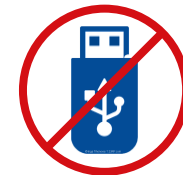


## Hinweise zum Urheberrecht

Die nachfolgenden Folien sind urheberrechtlich geschützt. Sie sind ausschließlich für Vorträge der Berufsgenossenschaft Holz und Metall bestimmt.

Bitte

- fertigen Sie keine Screenshots, Fotos oder andere Kopien der in der Veranstaltung gezeigten Inhalte an,
- filmen Sie nicht mit,
- geben Sie im Anschluss gegebenenfalls zur Verfügung gestellte Unterlagen nicht an betriebsfremde Personen weiter.

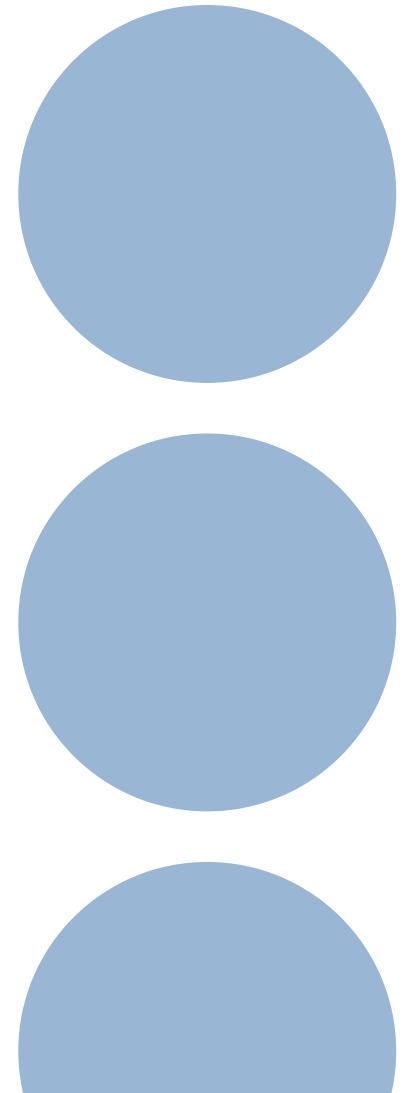


Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und Ihr Verständnis!

# Transformation in der Metallindustrie - Hoffnungsträger Wasserstoff -

## Sicherheitsanforderungen an Wasserstoffanlagen

8. Hütten- und Gießereisymposium der BGHM  
M. Groß, 03.07.2024



## Inhalt



Wasserstoffwertschöpfung und die Rolle in der Metallurgie

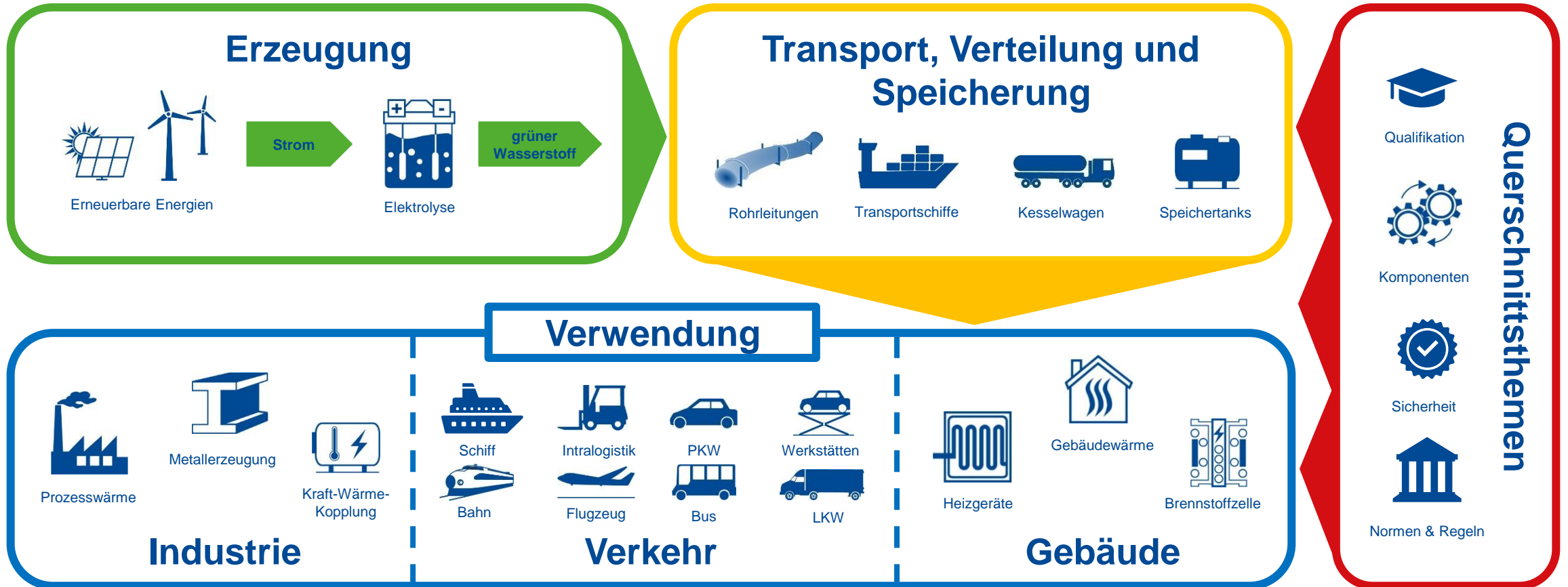


Gefährdungen und Präventionsleitlinien zu Wasserstoff



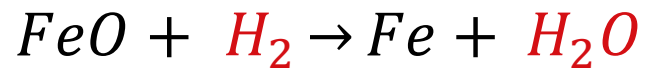
Rechtliche Einordnung von Wasserstoffanlagen

# Wasserstoffwertschöpfung

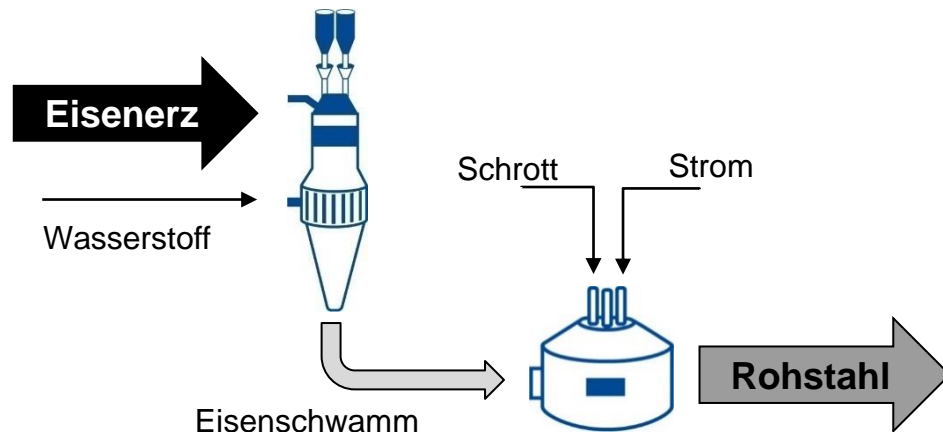


# Wasserstoff für die Transformation in der Metallerzeugung

**Primärstahlerzeugung (stofflich)**



**Direktreduktionsofen**



© BGHM

**Elektrolichtbogenofen**

**(Sekundär-) Metallurgie (energetisch)**

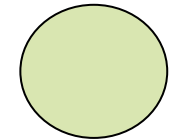
- Umstellung von Thermoprozessanlagen auf Wasserstoff



**Steinkohle**  
(30 MJ/kg)



**Methan**  
(38 MJ/kg)



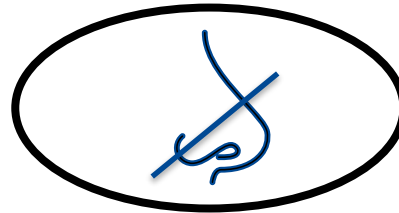
**Wasserstoff**  
(120 MJ/kg)

- Beispiele aus der BGHM-Welt:
  - Hubbalkenofen ([Walzwerke](#))
  - Brennofen ([Aluminium](#))
  - Glühofenanlage ([Stahlbearbeitung](#))

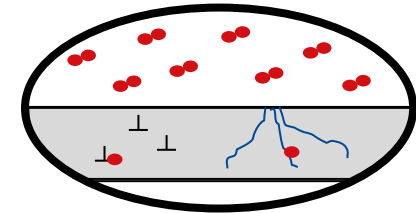
## Gefährdungen im Umgang mit Wasserstoff



Extrem entzündbares Gas



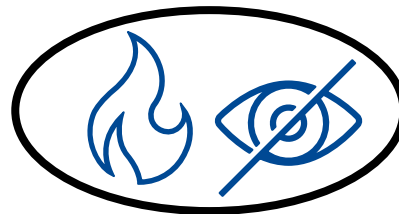
Geruchlos



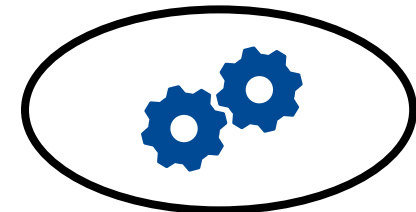
Wasserstoffkorrosion



Gas unter Druck,  
verdichtet, verflüssigt,  
tiefgekühlt



Unsichtbare Flamme



Prozessbedingte  
Gefährdungen

© BGHM

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

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



Mehr Informationen  
>>> [Wasserstoff](#)



# Wasserstoffvorfälle – Mehr als ein Zeppelin...

- insgesamt in Deutschland 47 Vorfälle mit 11 Toten und 40 Verletzten (Quelle: HIAD)

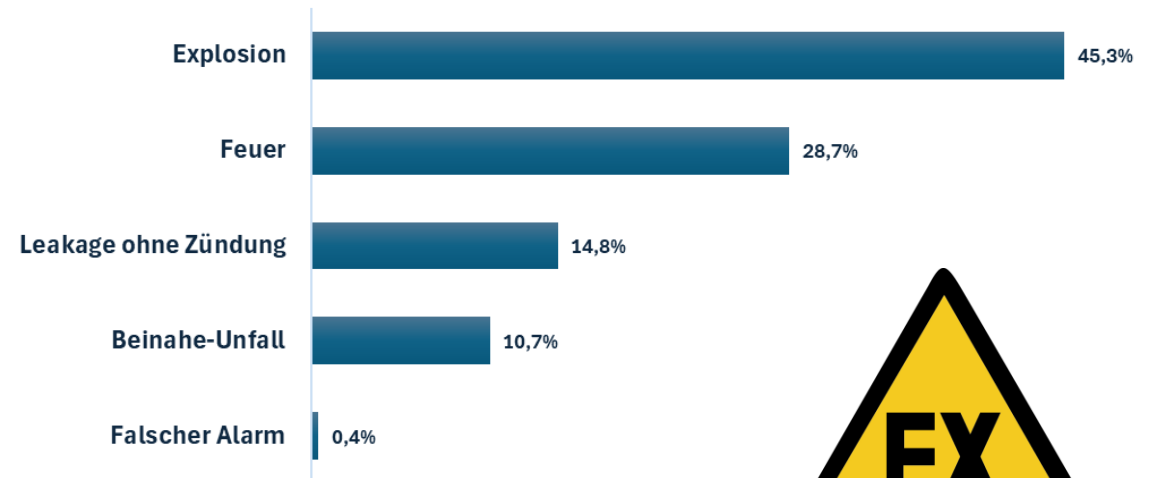


*1894 (Berlin) - Bersten von Wasserstofftanks in einer preußischen Militäreinrichtung*

*1991 (Hanau) - Explosion nach Freisetzung aus Wasserstofftank*

*2010 (Krefeld) - Wasserstoffexplosion in Kaltwalzwerk mit 2 Toten*

*2022 (Frankfurt) - Explosion und Brand bei der Wasserstoffversorgung in einem Chemieunternehmen*



Eigene Darstellung. Datenquelle: [European Hydrogen Incidents and Accidents database HIAD 2.1](#), European Commission, Joint Research Centre



## Exkurs: Betrieblicher Explosionsschutz

### Gefahrstoffverordnung – Grundpflichten:

- Tätigkeiten mit Gefahrstoffen erst aufnehmen wenn
  - Gefährdungsbeurteilung nach § 6 durchgeführt
  - Schutzmaßnahmen nach §§ 6 bis 18

→ § 6 (9) „Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische sind besonders auszuweisen“ (**Explosionsschutzdokument**)



[DGUV Info 213-106](#)  
[„Explosionsschutzdokument“](#)

→ § 11 besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefahren (**Prinzip des integrierten Explosionsschutzes = Rangordnung von Schutzmaßnahmen**)

# Ursachen und Prävention von Wasserstoffunfällen

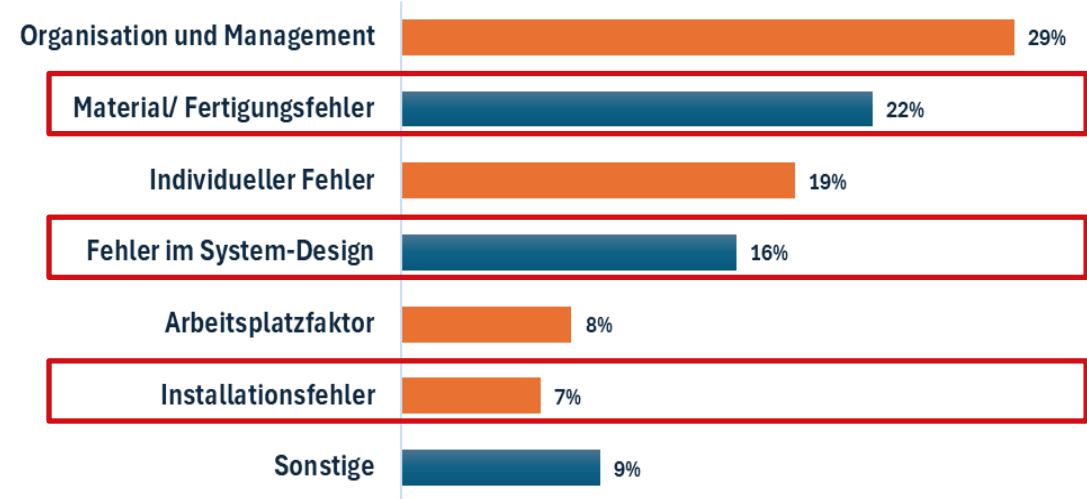
Explosionsschutz



Qualitätsinfrastruktur  
„H<sub>2</sub>-Readiness“



## Ursachenzuordnung der H<sub>2</sub>-Zwischenfälle:



Eigene Darstellung. Datenquelle: [European Hydrogen Incidents and Accidents database HIAD 2.1](#), European Commission, Joint Research Centre

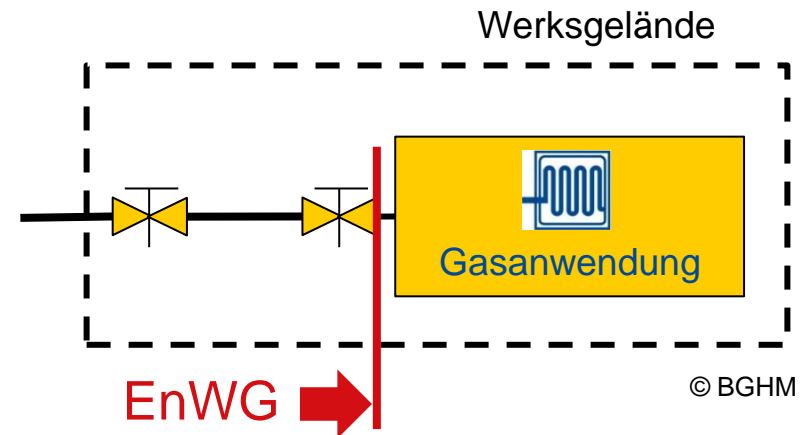
# Gasanlagen und das DVGW-Regelwerk

## Energiewirtschaftsgesetz – EnWG §49 Anforderungen an Energieanlagen

Ergänzung 2021

(1) Energieanlagen sind so zu **errichten und zu betreiben**, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die **allgemein anerkannten Regeln der Technik** zu beachten.

(2) Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird **vermutet**, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von ... 2. **Gas und Wasserstoff** die technischen Regeln des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. eingehalten worden sind.



Hinweis:

- EnWG § 113c: Anzeigepflicht für die Umstellung mit gutachterlicher Äußerung eines Sachverständigen – für alle Leitungen unabhängig vom Auslegungsdruck
- DVGW Gas Information 10 „Gasanlagen auf Werksgelände“

# Anforderungen an industrielle Wasserstoffanwendungen

- **Allgemeine Anforderungen für gewerbliche und industrielle Gasanwendungen**



Eignung für Gasbeschaffenheit



Konformitätsnachweis



Anzeige beim Netzbetreiber

- **Thermoprozessanlagen**



EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG  
Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100  
Sicherheitsanforderungen für Thermoprozessanlagen DIN EN 746

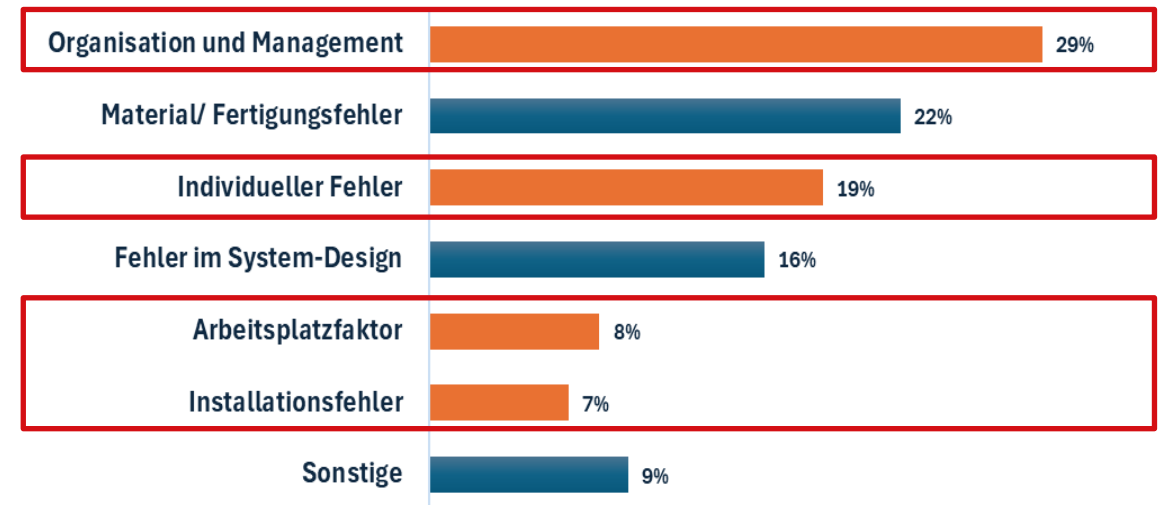
- **Hinweise:**

- Es empfiehlt sich, den Bezug auf Richtlinien- bzw. Normenkonformität, u.a. DIN EN 746-1 und -2, als Vertragsbestandteil zwischen Betreiber und Ersteller mit aufzunehmen.
- Aus Gründen der Arbeitssicherheit wird eine Abstimmung mit der zuständigen Berufsgenossenschaft empfohlen.

# Ursachen und Prävention von Wasserstoffunfällen



## Ursachenzuordnung der H<sub>2</sub>-Zwischenfälle:



Eigene Darstellung. Datenquelle: [European Hydrogen Incidents and Accidents database HIAD 2.1](#), European Commission, Joint Research Centre

# Fachkräftequalifizierung für die Wasserstofftransformation

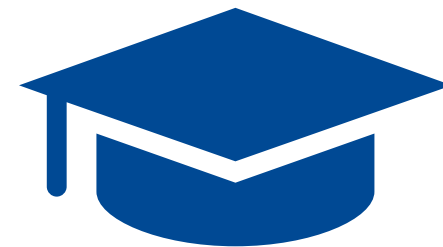
## Untersuchung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB)

- Sektoranalyse (2023): [Wasserstoff in der Stahlindustrie](#)

### Fazit:

Fachkräfte müssen im Zuge des Technologiewechsels rechtzeitig für die Änderungen in Arbeitspraktiken und Arbeitsabläufen qualifiziert und darauf vorbereitet werden.

→ **Insbesondere werden Schulungen im Hinblick auf Sicherheitsmaßnahmen benötigt.**



## NEU: Präsenzseminar „Wasserstoffsicherheit“ (SB/ME)

- Geplanter Start: Q1/2025
- Umfang: 3-Tagesseminar mit 12 Lerneinheiten (LE)
- Inhalt:
  - Grundlagen zu Wasserstoff
  - Gefährdungen im Umgang mit Wasserstoff
  - Schutzmaßnahmen
- „Online-Seminar“ (2 LE) ebenfalls ab 2025 (*in Planung*)



# Mehr Informationen:



## Fachbereich AKTUELL

FBETEM-007

### Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen

Sachgebiet Energie und Wasser  
Stand: 29.06.2023

Diese Fachbereich AKTUELL soll grundlegende Gefährdungen (Explosion und Druck) und Schutzmaßnahmen, die bei Arbeiten an oder im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen mit einem Wasserstoffanteil größer 98 Vol.-% zu berücksichtigen sind (Anlagen und -leitungen zur Versorgung der Allgemeinheit mit Wasserstoff), kurz und kompakt aufzeigen. Sie ergänzt damit die DGUV Information 203-090 „Arbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen – Handlungshilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung“ und die DGUV Information 203-092 „Arbeitssicherheit beim Betrieb von Gasanlagen – Handlungshilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung“ bezüglich Gefährdungen und beispielhafter Schutzmaßnahmen für Wasserstoff. Sie richtet sich an Betreiber und Auftragnehmer, insbesondere deren Anlagen- und Arbeitsverantwortliche, sowie Fachkräfte für Arbeitssicherheit.

Für Tätigkeiten an Wasserstoffanlagen und -leitungen müssen die Mitarbeitenden über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügen. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung, Berufserfahrung oder eine zeitnah ausgeübte entsprechende berufliche Tätigkeit. Die Fachkenntnisse sind durch Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten.

#### Inhaltsverzeichnis

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Einleitung.....   | 2  |
| 2   | Rechtliche Grundlagen Wasserstoff.....                            | 3  |
| 3   | Gefährdungsbeurteilung.....                                       | 3  |
| 3.1 | Druckgefährdung.....  | 4  |
| 3.2 | Explosionsgefährdung.....   | 4  |
| 3.3 | Weitere Gefährdungen.....   | 6  |
| 4   | Hinweise zu Schutzmaßnahmen.....                                  | 6  |
| 4.1 | Allgemeines.....  | 6  |
| 4.2 | Instandhaltungsarbeiten an Wasserstoffleitungen und -anlagen..... | 8  |
| 5   | Explosionsicherheit.....  | 11 |
| 6   | Prüfungen.....  | 12 |

1/10

## FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen

- Ergänzung zu folgenden DGUV Informationen:
- [DGUV Information 213 – 106 Explosionsschutzdokument](#)
- [DGUV Information 203 – 092 Arbeitssicherheit beim Betrieb von Gasanlagen](#)
- DGUV Information 203 – 090 Arbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen (*in Vorbereitung*)



## Zusammenfassung

- Wasserstoff wird aufgrund seiner stofflichen und energetischen Eigenschaften ein wesentlicher Baustein bei der Transformation der Metallindustrie.
- Explosionsschutz, Mitarbeiterqualifizierung und eine wasserstofffähige Qualitätsinfrastruktur sind zentrale Aspekte bei der Prävention von Wasserstoffunfällen.
- Die BGHM unterstützt Ihre Mitgliedsbetriebe aktiv bei der Transformation.

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© fotomek - Fotolia.com



Noch Fragen?

Martin Groß

Fachreferent für Wasserstoff in der Stahlindustrie

Telefon: +49 6131 802-14369

E-Mail: [martin.gross@bghm.de](mailto:martin.gross@bghm.de)

---

Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Isaac-Fulda-Allee 18

55124 Mainz

Web: [www.bghm.de](http://www.bghm.de)