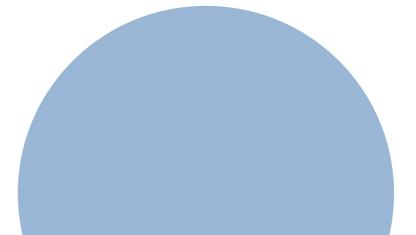
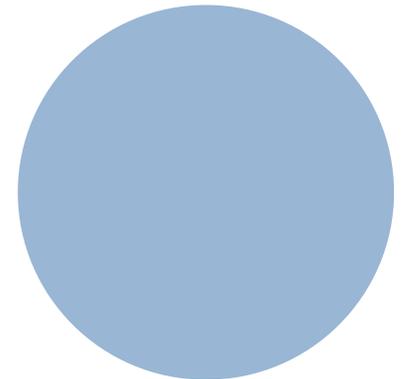
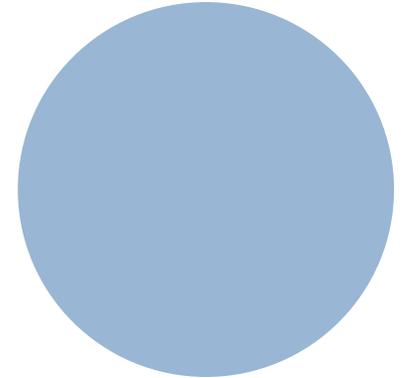


Transformation in der Metallindustrie

Hinweise zum sicheren Einsatz von Wasserstoff

Fachveranstaltung Erfahrungsaustausch betrieblicher Explosionsschutz
M. Groß, 24.03.2025



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!

Agenda



Wasserstoff in der Metallindustrie



Unfallgeschehen und Gefährdungen Wasserstoff



Hinweise zur Prävention von Wasserstoffunfällen

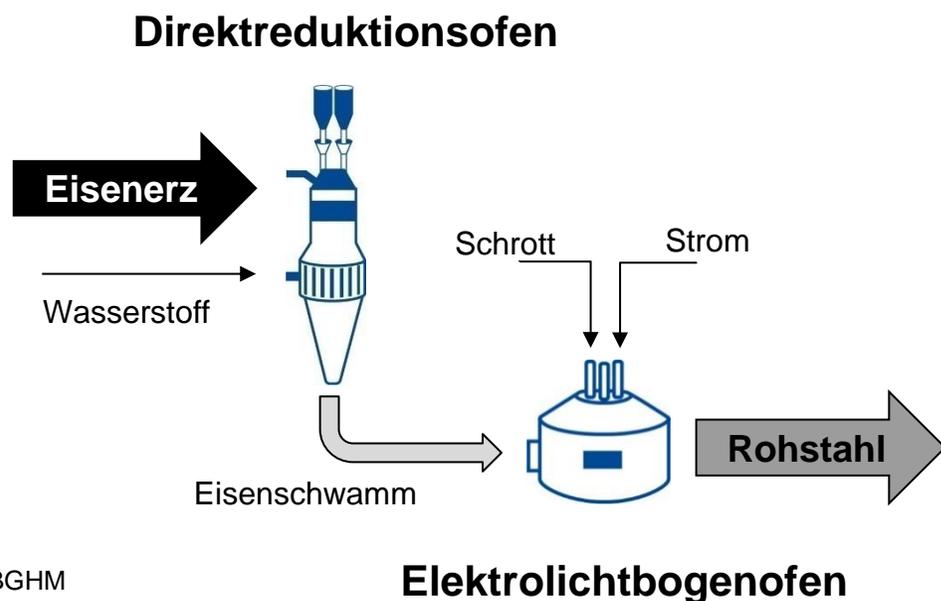
Wasserstoff in der Metallindustrie

Wasserstoffwertschöpfung



Wasserstoff in der Metallurgie

Primärstahlerzeugung (stofflich)



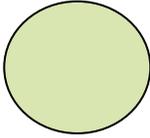
© BGHM

(Sekundär-) Metallurgie (energetisch)

- Umstellung von Thermoprozessanlagen auf Wasserstoff


Steinkohle
(30 MJ/kg)


Methan
(38 MJ/kg)


Wasserstoff
(120 MJ/kg)

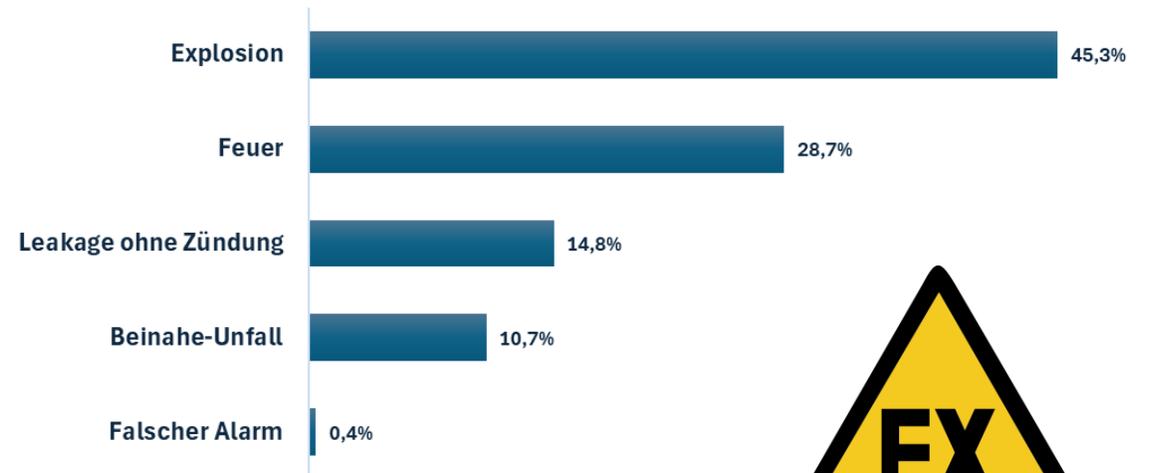
- Beispiele aus der BGHM-Welt:
 - Hubbalkenofen ([Walzwerke](#))
 - Brennofen ([Aluminium](#))
 - Glühofenanlage ([Stahlbearbeitung](#))

Unfallgeschehen und Gefährdungen

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

Eigenschaften von Wasserstoff



**Extrem
entzündbares Gas**



**Gas unter Druck,
verdichtet, verflüssigt,
tiefgekühlt**



farb-, geruch- und geschmacklos

- sehr geringe Dichte
- hohes Diffusionsvermögen
- hohe Brenngeschwindigkeit
- unsichtbare Flamme
- geringe Wärmestrahlung
- hohe Flammentemperatur

Wasserstoff (H₂) vs. Methan (CH₄)

Was ist gleich...

	CH ₄	H ₂
gasförmig	Ja	
farblos	Ja	
geruchlos	Ja	
giftig	Nein	
brennbar	Ja	
Temperaturklasse	T1	

Was ist anders ...

	CH ₄	H ₂
Explosionsbereich in mol.-%	4,4 - 17	4,0 - 77
Mindestzündenergie in mJ	0,23	0,017
Explosionsgruppe	IIA	IIC
Flammenfarbe	blau	farblos
Molekülgröße in pm	220	75
Joule-Thomson-Koeffizient in K/bar	0,4	-0,03
Infrarotabsorption	ja	nein

Hinweis: Gaswarngeräte für Wasserstoff

Messprinzip	CH ₄	H ₂	Mix (CH ₄ + H ₂)
Wärmetönung (katalytische Sensoren, Pellistoren)	X	X	X
Infrarotabsorption (IR)	X	-	Max. 30 vol.% H ₂
Elektrochemie (elektrochemischer Sensor)	-	X	Max. 30 vol.-% CH ₄
Gassensitive Halbleiter	X	X	X

Mehr Infos:

- Fachbereich Aktuell FBRCI-030
- Explosionsschutzportal der BG RCI: Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte



DGUV
Fachbereich Rohstoffe
und chemische Industrie
Berufsgenossenschaft Rohstoffe
und chemische Industrie

Fachbereich AKTUELL
FBRCI-030

Hinweise zum Einsatz von Gaswarngeräten zur Messung von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen in Umgebungsluft (Messbereich bis zur unteren Explosionsgrenze)

Sachgebiet Explosionsschutz
Stand: 06.09.2024

In zahlreichen Bereichen, in denen bislang nur Erdgas verwendet wurde, wird derzeit der Wechsel zu Erdgas-Wasserstoffgemischen oder sogar zu reinem Wasserstoff geplant. Dabei ergibt sich die Fragestellung, ob bei der geänderten Gaszusammensetzung die bisher eingesetzten Gaswarneinrichtungen zur Überwachung der Raumluft weiterhin sicher eingesetzt werden können und welche Änderungen gegebenenfalls erforderlich sind. Diese FB AKTUELL-Schrift beantwortet die Frage für die am häufigsten eingesetzten Messprinzipien.

Die verwendeten Gaswarngeräte dürfen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen keine Zündquellen darstellen. Die Zündschutzart muss für das am Einsatzort zu erwartende Erdgas-Wasserstoff-Gemisch geeignet sein.

Bei der Kalibrierung/Justierung von Gaswarngeräten sind die Herstellerangaben, die Betriebsanleitung und das Merkblatt T 023 (DGUV-I 213-057) [1] zu berücksichtigen.

Je nach Anwendung und Mischungsverhältnis sind für verschiedene Messprinzipien unterschiedliche Rahmenbedingungen zu beachten. Die wichtigsten zur Messung in Frage kommenden Messprinzipien sind:

a) **Wärmetönung (katalytische Sensoren, Pellistoren):**

Das Messprinzip ist geeignet sowohl für die Messung von Erdgas als auch Wasserstoff. Auf Methan oder Erdgas justierte Gaswarngeräte können ohne weitere Maßnahmen auch zur Messung von Wasserstoff oder Gemischen aus Erdgas und Wasserstoff eingesetzt werden.

Kalibrierung bzw. Justierung sowie bei tragbaren Geräten auch der Anzeigetest sollten mit einem Methan/Luft-Gemisch durchgeführt werden. Bei der Systemkontrolle sollte zusätzlich ein Wasserstoff/Luft-Gemisch zur Überprüfung der Wasserstoffempfindlichkeit aufgegeben werden.

b) **Infrarotabsorption (IR):**

Das Messprinzip ist geeignet zur Messung von Erdgas. Wasserstoff kann generell nicht gemessen werden. Bei Gemischen wird der Messwert kleiner als die tatsächliche Konzentration sein; der nicht erfasste Wasserstoffanteil kann in der Regel bis ca. 30 Vol.-% durch ein Herabsetzen der

1/3

Präventionsleitlinien im Umgang mit Wasserstoff

Betrieblicher Explosionsschutz (Allgemein)

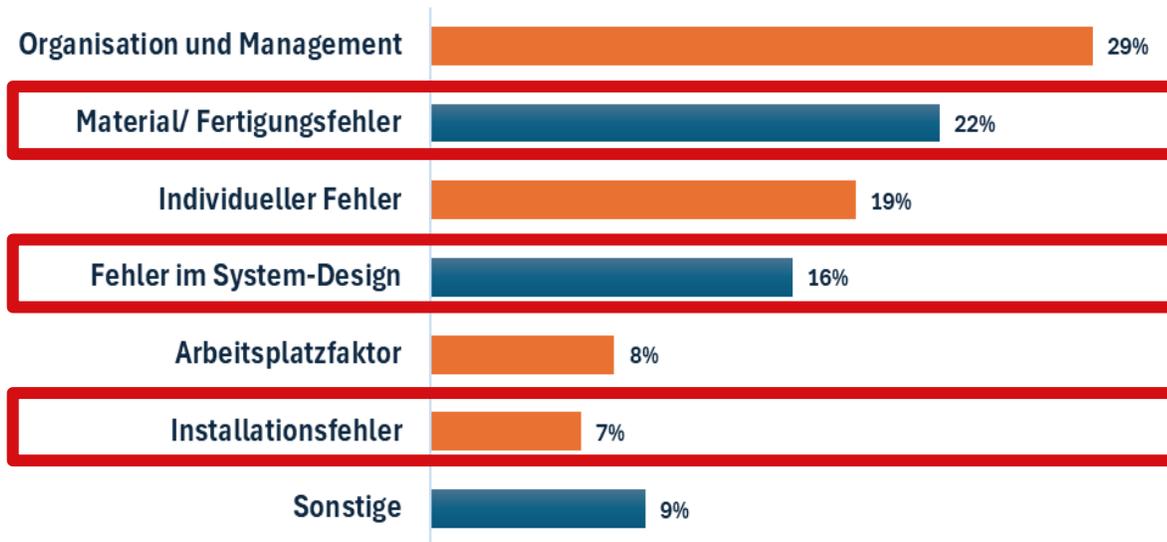
- GefStoffV § 6 (9) „Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische sind besonders auszuweisen“ (**Explosionsschutzdokument**)

TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (G. e. A.) - Allgemein
TRGS 721	G. e. A. Beurteilung der Explosionsgefahr
TRGS 722	Vermeiden von g. e. A.
TRGS 723	Zündquellenvermeidung
TRGS 724	Konstruktiver Explosionsschutz
TRGS 725	Prozessleittechnik
TRGS 727	Statische Elektrizität
TRBS 1112 Teil 1	Instandhaltung
DGUV Info 213-106	Explosionsschutzdokument & Organisatorische Maßnahmen
DGUV Regel 113-001 Anlage 4	Beispielsammlung zur Zoneneinteilung

Medienunabhängig

Ursachen und Prävention von Wasserstoffunfällen

Ursachenzuordnung der H₂-Zwischenfälle:



Explosionsschutz 

Qualitätsinfrastruktur 

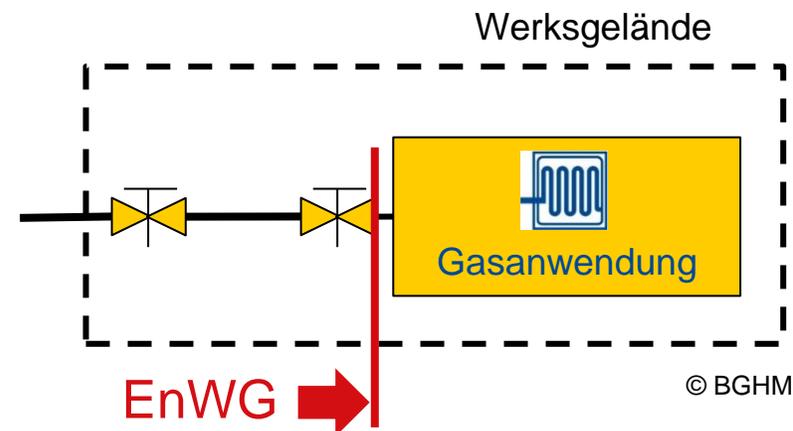
Eigene Darstellung. Datenquelle: [European Hydrogen Incidents and Accidents database HIAD 2.1](#), European Commission, Joint Research Centre

Gasanlagen und das Energiewirtschaftsgesetz

EnWG §49 Anforderungen an Energieanlagen

(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

Mehr Informationen zum DVGW-Regelwerk: [DVGW e.V.: Wasserstoff und Energiewende](#) /

Anforderungen an industrielle Wasserstoffanwendungen

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



Eignung für Gasbeschaffenheit



Konformitätsnachweis



Anzeige beim Netzbetreiber

- **Thermoprozessanlagen**



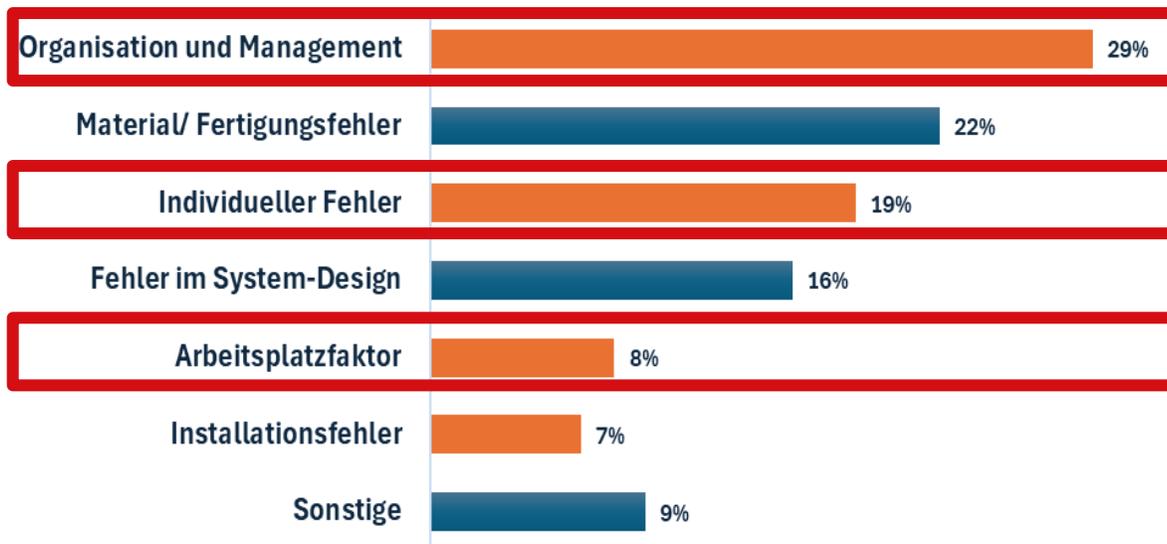
EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100
Sicherheitsanforderungen für Thermoprozessanlagen DIN EN 746

- **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 H₂-Zwischenfälle:



Explosionsschutz 

Qualitätsinfrastruktur 

Qualifizierung 

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

NEU: Präsenzseminar „Erfahrungsaustausch Wasserstoff“

- Umfang: 3-Tagesseminar
- Inhalt:
 - Grundlagen zu Wasserstoff
 - Gefährdungen im Umgang mit Wasserstoff
 - Schutzmaßnahmen
 - Erfahrungsaustausch
- Jetzt anmelden: [Wasserstoffseminar BGHM](#)



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.

Noch Fragen?



Martin Groß

Fachreferent für Wasserstoff in der Stahlindustrie

Telefon: +49 6131 802-14369

E-Mail: martin.gross@bghm.de

Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Isaac-Fulda-Allee 18

55124 Mainz

Web: www.bghm.de