

Wasserstoff und dessen Gefahren

Ein Leitfaden für Feuerwehren

Bearbeitungsstand: Oktober 2008

Die Inhalte dieses Leitfadens wurden erarbeitet von einer Arbeitsgruppe im
AK Grundsatzfragen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF- Bund).

Es wirkten mit:

- Air Products GmbH, Hattingen
- AirLiquide Deutschland GmbH, Düsseldorf
- Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren, Bremen
- Deutscher Feuerwehrverband, Berlin
- Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband, Berlin
- Gerling Consulting Gruppe, Köln
- HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland, Hürth
- Industriegaseverband e.V., Köln
- InteressenGemeinschaft Wasserstoff igH2, Hürth
- Interessierte Studenten der FH Köln und der FH Wedel
- PRAXAIR Industriegase GmbH & Co. KG, Düsseldorf
- Stadt Köln, Amt für Stadtentwicklung und Statistik
- TÜV Kraftfahrt GmbH, Köln
- Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes, Referat Vorbeugender Brandschutz
- Werkfeuerwehr BASF AG, Ludwigshafen
- Werkfeuerwehr der InfraServ GmbH & Co Knapsack KG, Hürth

Redaktionelle Bearbeitung:
Johannes Feyrer, Julian Jepsen, Thilo Schulz

Inhaltsverzeichnis

1. Wasserstoff – Eigenschaften
2. Wasserstoff – Herstellung, Transport und Verwendung
3. Wasserstoff – Besondere Risiken
4. Empfehlungen zur Gefahrenvorbeugung
5. Empfehlungen zur Gefahrenabwehr

Anhänge

- A Sicherheitsdatenblätter
- B Kennzeichnungsvorschriften
- C Hilfreiche Anschriften
- D Literaturhinweise

Vorwort

Die Wasserstofftechnologie ist auch in Deutschland auf dem Vormarsch und gewinnt damit an Bedeutung für die Feuerwehren. Dies hat dazu geführt, daß die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF) einen Arbeitskreis beauftragt hat, sich mit den Gefahren des Wasserstoffes zu beschäftigen. Die Arbeitsergebnisse sowohl für die Gefahrenvorbeugung als auch für den Einsatzfall werden hiermit vorgestellt.

Die Arbeitsgruppe hat festgestellt, daß bei den Feuerwehren vielfach das Wissen um den Wasserstoff und seine Gefahren noch nicht vorhanden ist, dadurch kann es zu nicht angemessenen Reaktionen kommen. Hier ist eine entsprechende Fortbildung erforderlich. Verstärkt wird dieser Effekt dadurch, daß derzeit in Deutschland eine Kennzeichnung wasserstoffbetriebener Fahrzeuge durch die Hersteller abgelehnt wird. Aus Sicht der Gefahrenabwehrkräfte ist jedoch eine Kennzeichnung unbedingt erforderlich, da bei Anwesenheit von Wasserstoff zusätzliche besondere Einsatzmaßnahmen erforderlich sind.

Somit soll dieser Leitfaden den Einsatzkräften helfen, im Umgang mit Wasserstoff sicher zu werden und angemessen reagieren zu können. Der Arbeitskreis nimmt gerne Anregungen für eine Fortschreibung des Leitfadens auf.

Kontaktadresse der Arbeitsgruppe:

Ltd. BD Johannes Feyrer
Berufsfeuerwehr Köln
Scheibenstraße 13
50737 Köln

Telefon: 0221/9748-0
EMAIL: Johannes.Feyrer@Stadt-Koeln.de

1. Wasserstoff – Eigenschaften

Chemische Eigenschaften:

Das Element Wasserstoff zeichnet sich durch seinen einfachstmöglichen Atombau aus. Es besteht aus einem Proton und einem Elektron. Aus diesem Aufbau resultieren unter anderem zwei wesentliche Eigenschaften:

- Wasserstoff ist **14-mal leichter als Luft**,
- Wasserstoff besitzt das **höchste Diffusionsvermögen aller Gase**¹.

Atomarer Wasserstoff ist aus chemischer Sicht ein Radikal. Unter Normalbedingung liegt reiner Wasserstoff als H₂-Molekül mit einer Bindungsenergie von 436,22 kJ / mol vor (dieser hat keinen Radikalcharakter) und tritt als **farb- und geruchloses Gas** auf. Ab einer Temperatur von **-253 °C verflüssigt** sich das Gas zu einer **klaren und farblosen Flüssigkeit**.

Physikalische Eigenschaften:

Auch im Vergleich zu anderen technischen Gasen, wie zum Beispiel Erdgas (besteht zu ca. 90 % aus Methan), zeichnet sich Wasserstoff durch seine **niedrige Dichte** aus (Tab. 1). Die Zündtemperatur in Luft stellt im Vergleich keine große Besonderheit dar.

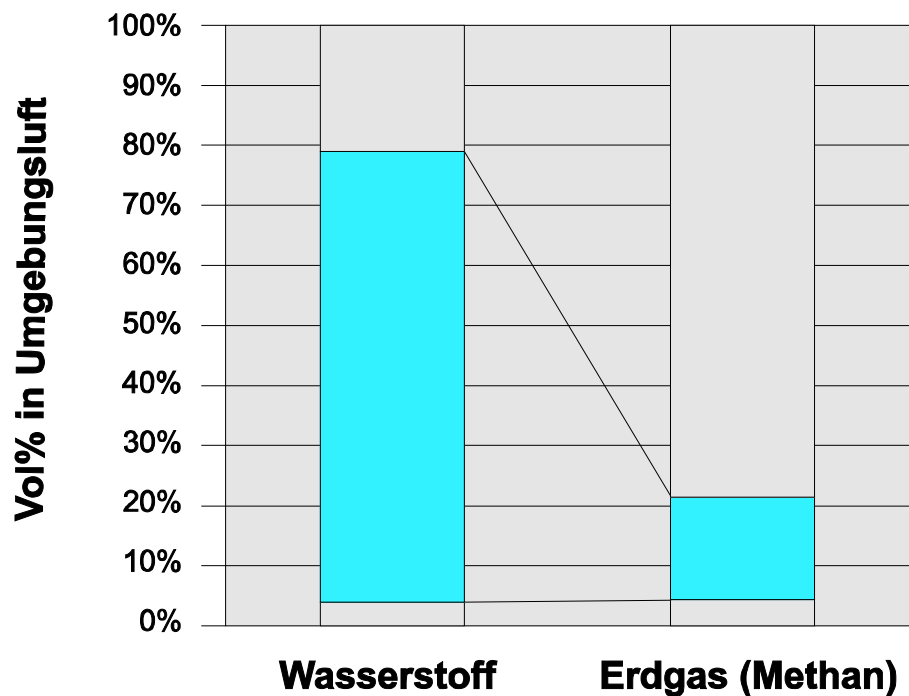
	Wasserstoff (H ₂)	Methan (CH ₄)
Dichte [kg/m ³]	0,08988	0,7175
Zündtemperatur in Luft [°C]	585	540
max. Flammengeschw. [cm/s]	346	43
Zündbereich in Luft [Vol.-%]	4-73	5-14

Tab. 1: Wasserstoff im Vergleich zu Methan [L-B Systemtechnik GmbH]

Die **maximale Flammengeschwindigkeit** von Wasserstoff ist zirka acht Mal größer als die der kohlenwasserstoff-basierten Gase. Dies erklärt die Tendenz zu hohen Brenngeschwindigkeiten und auch die möglichen Umschläge in Detonationen.

Unter bestimmten Umständen kann eine verzweigte Kettenreaktion ablaufen (Lawineneffekt), welche einen starken Anstieg der Temperatur und damit auch des Druckes nach sich zieht. Aus sicherheitstechnischer Sicht ist zudem der **große Zündbereich** von Wasserstoff von hoher Bedeutung. Auch äußerst fette Gemische sind im Vergleich zu anderen brennbaren Gasen, wie zum Beispiel Methan, noch zündfähig (Abb. 1).

¹ bezogen auf eine Gasatmosphäre



Zündbereich (blau) von Wasserstoff und Methan in Umgebungsluft [Autor]

Die benötigte Zündenergie ist sehr gering. Das Minimum von **0,02 mJ** erreicht die **erforderliche Zündenergie** bei 30 Vol.-% Wasserstoff in Luft, was einer stöchiometrischen Mischung entspricht. Neben den üblichen Zündquellen, wie beispielsweise elektrische Funken, die bei weiten mehr Energie bereitstellen, können so auch bereits auf den Boden fallende Werkzeuge oder Reibung von Textilien eine Zündung auslösen.

Verbrennt reiner Wasserstoff in Luft, ist die **Flamme** bei Tageslicht **kaum sichtbar**. Die Flamme ist durch eine vergleichsweise **geringe Wärmestrahlung**, dafür aber mit einem höheren **UV-Anteil** charakterisiert.

2. Wasserstoff – Herstellung, Speicherung, Lagerung, Transport, Verwendung²

Herstellung:

2009

Zurzeit wird der **größte Anteil** der Wasserstoffherstellung **durch Reformierungsprozesse** von fossilen Kohlenwasserstoffen realisiert. Nur einen geringen Anteil hat dabei zurzeit noch die Elektrolyse, also die Umkehr des Brennstoffzellen-Prozesses. Es ist aber zu erwarten, dass dieses Verfahren zusammen mit der zunehmenden Nutzung von regenerativen Energieformen in der Zukunft an Bedeutung gewinnt. Zudem fällt Wasserstoff auch in nennenswerten Mengen als Nebenprodukt in der Industrie an, unter anderem bei der Chloralkali-Elektrolyse.

Speicherung:

Die Speicherung von Wasserstoff insbesondere für mobile Anwendungen ist heute noch ein großes Problem der Wasserstofftechnologie. Üblicherweise wird der Wasserstoff entweder gasförmig bei **200 – 700 bar in Druckbehältern** oder in flüssiger Form bei **-253 °C in Kryostaten** gespeichert. Der hohe Druck oder die niedrige Temperatur sind notwendig, um eine möglichst hohe Energiedichte zu erhalten.

Eine Speicherung in Feststoffen, wie zum Beispiel Metallhydriden, befindet sich noch in der Entwicklungsphase und ist daher nicht sehr verbreitet.

Lagerung:

Die Lagerung von Wasserstoff in Großtanks kann ebenfalls gasförmig oder flüssig erfolgen. Grundsätzlich ist die **Größe** solcher Tanks aber **durch Aspekte der Wirtschaftlichkeit beschränkt**.

Transport:

Weit verbreitet ist heute der **Transport mittels LKW**, sowohl in gasförmiger als auch flüssiger Form. Aber auch der Transport **über die Schiene oder durch Pipelines** ist möglich. Die Alternative zum Transport von Wasserstoff ist die dezentrale Erzeugung. Dieses Thema befindet sich aber derzeit noch in der Diskussion.

Verwendung:

Der Verwendung von Wasserstoff sind quasi keine Grenzen gesetzt. Wasserstoff dient grundsätzlich als **Energieträger oder -speicher** und kann somit überall dort eingesetzt werden, wo Energie benötigt wird oder zur Verfügung steht. Die Umsetzung der Energie aus dem Wasserstoff kann dabei sowohl durch die **klassische Verbrennung** zur Bereitstellung von Wärme als auch durch die Verwendung der **Brennstoffzelle** zur direkten Erzeugung von elektrischer Energie erfolgen. Letzteres zeichnet sich vor allem durch einen höheren Wirkungsgrad und größere Anwendungsbereiche aus. Je nach Brennstoffzellen-Typ können unterschiedlichste Leistungs- und Baugrößen bei unterschiedlichen Arbeitstemperaturen und Brennstoffqualitäten realisiert werden.

² Stand 10/2008

3. Wasserstoff – Besondere Risiken

Je nach technischem Zustand des Wasserstoffes bestehen unterschiedliche Risiken, die im Folgenden beschrieben sind.

3.1. Wasserstoff – allgemein

- Wasserstoff kann sich beim Ausströmen entzünden, z. B. durch elektrostatische Vorgänge, insbesondere bei hohen Drücken
- Zur Zündung ist lediglich eine sehr geringe Zündenergie erforderlich, z. B. durch die Reibung von Wassertröpfchen an Wasserstoffgasteilchen oder durch Ableitung der elektrostatischen Ladung von Kleidung.
- Beim Ausströmen entsteht eine sehr hohe Geräuschbelastung (Hoher Pfeifton).
- Die unsichtbare Flamme ist über 2000 Grad C heiß und kann in Abhängigkeit vom Ausströmdruck Längen von bis zu 30 m haben; dabei gibt sie nur eine geringe Wärmestrahlung ab. Es besteht deswegen die Gefahr, dass man sich ihr unbewusst zu sehr nähert.
- Der Zündbereich von 4 – 78 Volumen % in Luft ist sehr groß.
- Wasserstoff durchmischt sich intensiv und schnell mit Luft
- Wasserstoff hat ein spontanes Ausbreitungsverhalten im ganzen zur Verfügung stehenden Raum, vor allem an der Decke, da er wesentlich leichter ist als Luft.

3.2. Wasserstoff – gasförmig

- Gasförmiger Wasserstoff ist im Freien kaum nachweisbar, da er sich sofort nach Austritt verflüchtigt.

3.3. Wasserstoff - flüssig / tiefkalt

- Verflüssigter und tiefkalter Wasserstoff verweilt längere Zeit an der Austrittsstelle und ist an der Nebelbildung in deren Umfeld zu erkennen und verdampft schnell.
- Tiefkalter Wasserstoff separiert aus der Umgebungsluft flüssigen Sauerstoff und wirkt deswegen noch gefährlicher als gasförmiger Wasserstoff.
- Tiefkalter Wasserstoff kann zu „Kälteverbrennungen“ führen.
- Beim Austritt tiefkalten Wasserstoffs kommt es zu Nebelbildung, dies ist kondensierte Luftfeuchtigkeit

3.4. Risiken bei der Speicherung

- Armaturen, die direkt dem Feuer ausgesetzt sind, werden nach kurzer Zeit undicht und den Austritt von Wasserstoff zulassen.

3.4.1. Druckgasspeicher

- Die Druckgasbehälter (200 – 700 bar Betriebsdruck) für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge haben in der Regel keine Druckentlastungsventile sondern eine Schmelzsicherung. Man geht davon aus, dass aufgrund der hohen Behältersicherheit ein Feuer gelöscht werden kann, bevor es zum Bersten der Druckgasbehälter kommt.
- Die Druckgasbehälter auf Transportfahrzeugen haben weder Druckentlastungsventile noch eine Schmelzsicherung, da die Brandgefährdung für diese Behälter als deutlich geringer eingeschätzt wird als bei den Druckgasbehältern wasserstoffbetriebener Fahrzeuge.

3.4.2. Kryogener Speicher (flüssig/tiefkalt)

- Behälter für tiefkalten Wasserstoff haben Sicherheitseinrichtungen aus denen nach kurzer Flammeneinwirkung Wasserstoff austreten wird.
- Kryogene Speicher sind mit Druckentlastungen ausgerüstet, aus denen betriebsbedingt gasförmiger Wasserstoff in geringen Mengen entweichen kann (Boil-off-Effekt)

4. Empfehlungen zur Gefahrenvorbeugung

Es bestehen derzeit nur wenige besonderen Vorschriften speziell für Wasserstoff. Grundsätzlich gelten die Vorschriften für brennbare Gase wie z.B.:

- ADR
- ExVO
- Berufsgenossenschaftliche Empfehlungen
- Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff
- Normen z.B. über Speicher, Ventile
- Druckgeräterichtlinie (ortsfeste PED, ortsbeweglich TEPD)
- TRBS 3145

Die Regelungen betreffen insbesondere die Lagerungsmengen und Lagerorte. Es handelt sich hierbei um Aussagen zu Betreiberverantwortung und Betreibervorschriften.

Für die Wasserstofflagerung gibt die TRBS 3145 u.a. mengen- und stoffabhängige Mindestabstände sowie Vorschriften für die Durchlüftung vor.

Es wird empfohlen, bei genehmigungsfreier Lagerung 4,5 kg Wasserstoff oder 50 Nm³ Wasserstoff (Nm³ bedeutet Normkubikmeter) nicht zu überschreiten (dies entspricht 5 Druckgasflaschen mit 50 Liter Volumen und 200 bar Fülldruck). Dies ist vergleichbar 11 kg Propan.

Allgemein ist auf gute Durchlüftung der Räume zu achten, in denen Wasserstoff vorhanden ist. Im oberen Bereich der Räume sollten geeignete Entlüftungsöffnungen vorhanden sein!

Eine Raumkennzeichnung in Form von Warnschildern muss nach Richtlinien für Arbeitsstätten und Labore und nach den Unfallverhütungsvorschriften durchgeführt worden sein (→ Anhang B).

Es sollten auch alle anderen Räume, in denen Wasserstoff verwendet oder gelagert wird, an den Zugangstüren gekennzeichnet sein. Gleiches gilt auch für Kraftfahrzeuge mit Wasserstoff als Antriebsmedium.

Wasserstoffführende Teile sollten vor mechanischer Beschädigung geschützt sein hierfür sind nichtbrennbare Materialien zu verwenden.

Räume, in denen Wasserstoff austreten kann, dürfen nicht mit einer CO₂- Anlage geschützt werden, da CO₂ beim Ausströmen Wasserstoff entzünden kann. Und wenn Verbrenner-Auto an geborstener H₂-Leitung vorbeifährt?

Im Umfeld von ortfesten Wasserstoffspeichereinrichtungen sind aufgrund der Betriebssicherheitsverordnung ausreichende Sicherheitsabstände festzulegen. Diese sind zwischen Betreiber und Behörden im Einzelfall aufgrund von Gefährdungsbeurteilungen zu vereinbaren, damit brennend austretender Wasserstoff keine Folgebrände verursachen.

sachen kann oder benachbarte Einrichtungen durch Brandeinwirkung geschädigt werden.

Bei der brandschutztechnischen Stellungnahme zu einem Bauvorhaben in Verbindung mit Wasserstoff sollten durch die Feuerwehr mindestens folgende Fragen geklärt werden:

- Auf welche Vorschriften bezieht sich die Abnahme?
- Entspricht die Anlage dem Stand der Technik?
- Gibt es Messeinrichtungen für Wasserstoff?
- Ist die Wasserstoffanlage von einem Sachverständigen einer notifizierten Stelle (z.B. TÜV) abgenommen?
- Liegt eine Gefährdungsbeurteilung und das Ex-Schutz-Dokument gemäß Betriebs-Sicherheits-Verordnung vor?
- Sind die erforderlichen Maßnahmen des EX- Schutzes beachtet?
- Sind die für brennbare Gase geltenden Vorschriften eingehalten?
- Welche betrieblichen Maßnahmen sind für Fall einer Havarie vorgesehen? (Deaktivierung, z.B. Inertisierung der Anlage mit Stickstoff bei größeren Anlagen)
- Welche Mengen Wasserstoff befinden sich im Speicherbehälter?
- Welche Mengen Wasserstoff befinden sich maximal im System?
- Welche Mengen Wasserstoff können maximal austreten?
- Wie groß ist der Aufstellraum?
- Wie ist die Abführung von ausgetretenem Wasserstoff geregelt?

5. Empfehlungen zur Gefahrenabwehr

Grundsätzlich Windrichtung beachten! Annäherung mit dem Wind!

a) Feststellen, ob Wasserstoff an der Einsatzstelle vorhanden ist

- Kennzeichnung der Gasflaschen beachten (Rote Flaschenschulter, Flammensymbol → Anhang B)
- Typisches Aussehen von Transportfahrzeugen erkennen



Transportfahrzeuge für den Transport von **gasförmigem** Wasserstoff



Transportfahrzeug für den Transport von **flüssigem** Wasserstoff (tiefkalt)

- Fahrzeugkennzeichnung von PKW beachten
Hinweis: Für den ausländischen Markt gelieferte Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb sind gekennzeichnet (z.B. in Amerika nach SAE- Norm J 2278). Für Deutschland ist eine solche Regelung in Vorbereitung. Bis dorthin geben hilfsweise Aufkleber mit Texten wie „CleanEnergy“, „Powered by Hydrogen“ etc. Hinweise auf Wasserstoff. Evt. auch Tankanschlusstutzen beachten!



- Ladepapiere einsehen
- Gefährzettel Flammensymbol (→ Anhang B)
- Raumkennzeichnung. Grundsätzlich müssen Lagerorte von brennbaren Gasen gekennzeichnet sein. (→ Anhang B)
- Festverlegte Leitungen für Wasserstoff sind gelb mit Zusatzfarbe rot gekennzeichnet, Beschriftung schwarz (→ Anhang B)

b) Feststellen, ob Wasserstoff austritt

- Auf Geräuschentwicklung achten
- Ortsfeste Messeinrichtungen beachten
- Falls vorhanden mit Wasserstoffmessgerät messen
- Undichtigkeiten durch schaubildende Lecksuchsprays nachweisen

b1) Wasserstoffaustritt brennend

- Die Flamme ist bei Tageslicht kaum sichtbar
- Deswegen Flamme sichtbar machen (z. B. durch Wärmebildkamera; kaltes Bild (dunkel) beim Ausströmen, heißes Bild (hell) bei Brand. Evt. Flammen mit Wassernebel sichtbar machen. Wenn keine Wärmebildkamera vorhanden, aus sicherer Entfernung einen brennbaren nicht elektrisch leitenden Gegenstand in den Gasstrahl halten und Entzündung beobachten)
- Speicherbehälter und anderes Equipment massiv kühlen mit großen Wassermengen (kein Schaum, kein Hochdrucknebel, kein CO₂).
- Leck schließen durch betriebliche Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Betriebspersonal, wenn dies gefahrlos möglich ist.
- Inertisierung der Anlage prüfen.
- Ausbrennen lassen, wenn die Wasserstoffzufuhr nicht abgesperrt werden kann. (Durch das Ausströmen kühlt sich der Druckbehälter eher ab. Bei brennendem Ausströmen ist mit einem Bersten des Druckbehälters definitiv nicht zu rechnen.)
- Umgebung kühlen.
- Sicherheitsabstände und Absperrung entsprechend der Wärmestrahlung und ggf. umherfliegenden Materialien beim Bersten von Einrichtungsteilen der Anlage festlegen.
- Brandlast in der Umgebung entfernen
- Achtung: Bei stark erwärmtem Druckbehälter (z.B. Wasser verdampft) besteht die Gefahr, dass es bei nachlassendem Gasdruck zu einem Flammenrückschlag in den Druckbehälter kommen könnte mit der Folge einer **Implosion**.

b2) Austritt nicht brennend

Hinweis: **Aufgrund der äußerst geringen Mindestzündenergie von Wasserstoff ist dieser Fall sehr unwahrscheinlich!**

- Zündquellen vermeiden (auch auf Handy achten!)
- Keine nicht exgeschützten elektrischen Einrichtungen einschalten!
- Ausschließlich EX- geschützte Geräte verwenden
- Absperrung entsprechend FWDV 500 im Umkreis von zunächst 50 m.
- Leck schließen durch betriebliche Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Betriebspersonal, wenn dies gefahrlos möglich ist.
- Inertisierung der Anlage prüfen.
- Kein CO₂- Einsatz wegen Entzündungsgefahr

- Natürliches Belüften, Querlüften
- Druckbelüftung und Lüftereinsatz nur nach genauer Risikoabschätzung
- Windrichtung beachten
- Über der Austrittsstelle befindliche Bauteile beachten, die die Ausbreitung der Gaswolke nach oben behindern könnten
- Nicht in den Gasstrom greifen - Gefahr der Kälteverbrennung von Körperteilen durch tiefkalten Wasserstoff
- Brandlast in der Umgebung entfernen
- Löschangriff zum Schutz der Umgebung vorbereiten!

c) Beflammung eines Wasserstoffdruckbehälters von außen

- Höchste Gefahr des Bersten des Behälters, falls die Sicherheitseinrichtung ausfällt.
- In diesem Fall Absperrbereich

Objekt	Primärer Räumungsradius	Sekundärer Räumungsradius Bei Berstgefahr
Einzelflasche Wasserstoffbetriebenes Fahrzeug	50 m	100 m
Flaschenbatterien (auch auf Trailer)	150 m	400 m
Jumbo-Tube-Trailer Flüssigwasserstoff-transportfahrzeuge	200 m	750 m

(nach Uelpenich, siehe BrandSCHUTZ 10/93, S. 701)

- Bei der Festlegung der Räumungsradien abschirmenden Effekt von Objekten/Gebäuden berücksichtigen
- **Massiv Kühlen mit großen Wassermengen** (kein Schaum, kein Hochdrucknebel, kein CO₂)
- Evakuierung prüfen
- Feuer löschen
- Brandlasten in der Umgebung entfernen
- Achtung: Die Druckentlastungseinrichtung kann eine Schmelzsicherung oder mehrere Sicherheitsventile sein. Deswegen das Wasser zur Kühlung nicht auf eine evt. Austrittsstelle richten.

Anhang

A Sicherheitsdatenblätter (beigefügt)

Wasserstoff gasförmig
Wasserstoff tiefkalt, verflüssigt

B Kennzeichnungsvorschriften (beigefügt)

C Hilfreiche Anschriften

Einsatzauskünfte über das TUIS- Beratungssystem:

Notruf: 0621/60-43333
www.vci.de/TUIS

Allgemeine Beratung:

- Industriegaseverband e.V.
Komödienstraße 48, 50 667 Köln, Tel. 0221/9125750
www.industriegaseverband.de
- Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband e.V.
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Tel. (0700) 49376 329
www.dwv-info.de

D Literaturhinweise

- Schriften des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenverbandes
- Merkblätter des Industriegaseverbandes
- VFDB- Merkblatt „Einsätze an Kraftfahrzeugen mit alternativen Antriebsarten und - kraftstoffen“
- Arbeitsschutz beim Betrieb von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb (Wilms, in Technische Überwachung Band 43 (2002) Nr. 10)



EG-SICHERHEITSDATENBLATT nach TRGS 220

Stoff:

Wasserstoff

Seite: 1/2

SDB Nr: 067A

Version: 1.81

Datum: 01.06.2006

Ersetzt SDB vom: 01.01.2006

1 STOFF/ZUBEREITUNGS- UND FIRMENBEZEICHNUNG

Sicherheitsdatenblatt-Nr. 067A
 Produktname Wasserstoff
 Chemische Formel H_2
 Hersteller/Lieferant AIR LIQUIDE Deutschland GmbH
 Telefon 0211/6699-0
 Telefax 0211/6699-222
 Straße Hans-Günther-Sohl-Straße 5
 Postleitzahl/Ort 40235 Düsseldorf
 NOTRUF-NUMMER: 02151/398668

2 ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU BESTANDTEILEN

Stoff/Zubereitung Stoff
 CAS-Nr. 1333-74-0
 EINECS-Nr. 215-605-7

3 MÖGLICHE GEFAHREN

Gefahrenhinweise
 Hochentzündlich. Verdichtetes Gas. Brennt mit schwer erkennbarer, farbloser Flamme.

4 ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

Einatmen
 Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Das Opfer bemerkt das Ersticken nicht. Das Opfer ist unter Benutzung eines umluftunabhängigen Atemgerätes in frische Luft zu bringen. Warm und ruhig halten. Arzt hinzuziehen. Bei Atemstillstand künstliche Beatmung.

Verschlucken
 Verschlucken wird nicht als möglicher Weg der Exposition angesehen.

5 MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG

Geeignete Löschmittel
 Alle bekannten Löschmittel können benutzt werden.

Spezielle Verfahren
 Wenn möglich, Gasaustritt stoppen. Sich vom Behälter entfernen und aus geschützter Position mit Wasser kühlen. Ausströmendes, brennendes Gas nur löschen, wenn es unbedingt nötig ist. Eine spontane, explosionsartige Wiederentzündung ist möglich. Jedes andere Feuer löschen.

Gefährliche Verbrennungsprodukte
 Keine

Spezielle Schutzausrüstung für die Feuerwehr
 In geschlossenen Räumen umluftunabhängiges Atemgerät benutzen.

6 MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen
 Beim Betreten des Bereiches umluftunabhängiges Atemgerät benutzen, sofern nicht die Ungefährlichkeit der Umgebungsatmosphäre nachgewiesen ist. Gebiet räumen. Für ausreichende Lüftung sorgen. Zündquellen beseitigen.

Umweltschutzmaßnahmen
 Versuchen, den Gasaustritt zu stoppen.

Reinigungsmethoden
 Den Raum belüften.

7 HANDHABUNG UND LAGERUNG

Handhabung
 Ausrüstung zuverlässig erden. Eindringen von Wasser in den Gasbehälter verhindern. Vor dem Einleiten von Gas Ausrüstung luftfrei spülen. Rückströmung in den Gasbehälter verhindern. Nur solche Ausrüstung verwenden, die für dieses Produkt und den vorgesehenen Druck und Temperatur geeignet ist. Im Zweifelsfall den Gaslieferanten konsultieren. Von Zündquellen, einschließlich elektrostatischen Entladungen, fernhalten. Bedienungshinweise des Gaslieferanten beachten. Druckbehälter (Druckgasflaschen) gegen Umfallen sichern.

Lagerung
 Bei der Lagerung von oxidierenden Gasen und anderen brandfördernden Stoffen fernhalten. Behälter bei weniger als 50°C an einem gut gelüfteten Ort lagern. Druckbehälter (Druckgasflaschen) gegen Umfallen sichern.

8 EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNGEN

Persönliche Schutzmaßnahmen
 Angemessene Lüftung sicherstellen. Beim Umgang mit dem Produkt nicht rauchen.

Persönliche Schutzausrüstungen

Handschutz:

Handschuhe aus Leder.

Körperschutz:

Beim Umgang mit Gasflaschen/Behältern Sicherheitsschuhe tragen.

9 PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Aussehen	Farbloses Gas.
Geruch	Geruchlos.
Zustand bei 20 °C	verdichtetes Gas
Molare Masse	2
Siedepunkt	-253 °C
Schmelzpunkt	-259 °C
Zündtemperatur	560 °C
kritische Temperatur	-240 °C
Explosionsgrenzen (Vol.% in Luft)	4 - 77
Dampfdruck bei 20°C	Nicht zutreffend.
Relative Dichte, gasf. (Luft=1)	0.07
Relative Dichte, flüssig (Wasser=1)	0.07
Löslichkeit in Wasser (20 °C, 1 bar)	1.6 mg/l

Sonstige Angaben
 Brennt mit farbloser unsichtbarer Flamme.

10 STABILITÄT UND REAKTIVITÄT

Stabilität und Reaktivität
 Kann mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Kann mit brandfördernden Stoffen heftig reagieren.

Spezielle Risiken

Einwirkung von Feuer kann Bersten / Explodieren des Behälters verursachen.

11 ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE

Allgemeines
 Toxische Wirkungen des Produkts sind nicht bekannt.

12 ANGABEN ZUR ÖKOLOGIE

Allgemeines
 Es sind keine schädlichen Wirkungen des Produkts auf die Umwelt bekannt.

Stoff:	Wasserstoff	Seite: 2/2
SDB Nr: 067A	Version: 1.81	Datum: 01.06.2006 Ersetzt SDB vom: 01.01.2006

Wassergefährdungsklasse (WGK) Nicht wassergefährdend (gemäß VwVwS, Anhang 1) 13 HINWEISE ZUR ENTSORGUNG Allgemeines Nicht an Plätzen ablassen, wo das Risiko der Bildung eines explosionsfähigen Gas/Luft-Gemisches besteht. Nicht verbrauchtes Gas mit einem geeigneten Brenner mit Flammenrückschlagsicherung verbrennen. Nicht in die Kanalisation, Keller, Arbeitsgruben und ähnliche Plätze, an denen die Ansammlung des Gases gefährlich werden könnte, ausströmen lassen. Rückfrage beim Gaslieferanten, wenn eine Beratung nötig ist. Abfallschlüssel/Abfallbezeichnung (AVV) 16 05 04 gefährliche Stoff enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halone). 14 ANGABE ZUM TRANSPORT Landtransport ▪ <i>ADR /RID</i> : Klasse: 2 Klassifizierungscode: 1F UN-Nr.: 1049 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, verdichtet Gefahrzettel: 2.1 Gefahrummer: 23 (*) Verpackungsanweisung: P200 <i>Für Druckdosen</i> Klasse: 2 Klassifizierungscode: 5F UN-Nr.: 2037 Bezeichnung des Gutes: Gefäße, klein, mit Gas (Gaspatronen) Gefahrzettel: 2.1 (*) Verpackungsanweisung: P003 Seeschifftransport ▪ <i>IMDG</i>: Klasse: 2.1 UN-Nr.: 1049 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, verdichtet Gefahrzettel: 2.1 (*) Verpackungsanweisung: P200 EmS: F-D, S-U Lufttransport ▪ <i>ICAO/IATA-DGR</i>: Klasse: 2.1 UN-Nr.: UN 1049 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, verdichtet Gefahrzettel: 2.1 (*) Verpackungsanweisung: Passagierflugzeug: Verboten Frachtflugzeug: 200 Weitere Transport-Informationen Möglichst nicht in Fahrzeugen transportieren, deren Laderaum nicht von der Fahrerkabine getrennt ist. Der Fahrer muss die möglichen Gefahren der Ladung kennen und er muss wissen, was bei einem Unfall oder Notfall zu tun ist. Gasflaschen vor dem Transport sichern. Das Flaschenventil muss geschlossen und dicht sein. Die Ventilverschlussmutter oder der Verschlussstopfen (soweit vorhanden) muss korrekt befestigt sein. Die Ventilschutzvorrichtung muss korrekt befestigt sein. Ausreichende Lüftung sicherstellen. Geltende Vorschriften beachten.	Kenn-Nr. 741 15 VORSCHRIFTEN Index-Nummer in Anhang I der Direktive 67/548/EG 001-001-00-9 EG-Einstufung (gemäß Direktive 67/548/EWG) F+; R12 EG-Kennzeichnung (gemäß Direktive 67/548/EWG) <table> <tr> <td>Symbole</td> <td>F+: hochentzündlich</td> </tr> <tr> <td>R-Sätze</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>S-Sätze</td> <td>9-16-33</td> </tr> </table> " EG-Kennzeichnung " Hinweise auf die besonderen Gefahren R12 Hochentzündlich. Sicherheitsratschläge S9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren S16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen S33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen Nationale Vorschriften: Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ersetzt Druckbehälterverordnung (DruckbehV); Technische Regeln Druckbehälter (TRB); Technische Regeln Druckgase (TRG); Unfallverhütungsvorschriften (BGV); Gefahrstoff-Verordnung (GefStoffV) Explosionsschutz-Richtlinien (Ex-Rl) Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) 16 SONSTIGE ANGABEN Alle nationalen/örtlichen Vorschriften beachten. Es ist sicherzustellen, dass die Mitarbeiter das Brandrisiko beachten. Das Risiko des Erstickens wird oft übersehen und muss bei der Unterweisung der Mitarbeiter besonders hervorgehoben werden. Bevor das Produkt in irgendeinem neuen Prozess oder Versuch benutzt wird, sollte eine sorgfältige Studie über die Materialverträglichkeit und die Sicherheit durchgeführt werden. Die Angaben sind keine vertraglichen Zusicherungen von Produkteigenschaften. Sie stützen sich auf den heutigen Stand der Kenntnisse. Änderungen bzw. Ergänzungen zu vorhergehenden Versionen sind mit einem (*) gekennzeichnet.	Symbole	F+: hochentzündlich	R-Sätze	12	S-Sätze	9-16-33
Symbole	F+: hochentzündlich						
R-Sätze	12						
S-Sätze	9-16-33						



EG-SICHERHEITSDATENBLATT nach TRGS 220

Stoff: **Wasserstoff, tiefkalt verflüssigt**

Seite: 1/2

SDB Nr: 067B

Version: 1.60

Datum: 01.01.2005
Ersetzt SDB vom: 01.07.2004

1 STOFF/ZUBEREITUNGS- UND FIRMENBEZEICHNUNG

Sicherheitsdatenblatt-Nr. 067B
Produktname Wasserstoff, tiefkalt verflüssigt
Chemische Formel H_2
Hersteller/Lieferant Air Liquide Deutschland GmbH
(*) Telefon 0211/6699-0
(*) Telefax 0211/6699-222
(*) Straße Hans-Günther-Sohl-Straße 5
(*) Postleitzahl/Ort 40235 Düsseldorf
NOTRUF-NUMMER: 02151/398668

2 ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU BESTANDTEILEN

Stoff/Zubereitung Stoff
Zusammensetzung/Information über Bestandteile
Enthält keine anderen Komponenten oder Verunreinigungen, die die Einstufung dieses Produktes beeinflussen.
CAS-Nr. 1333-74-0
EINECS-Nr. 215-605-7

3 MÖGLICHE GEFAHREN

Gefahrenhinweise
Tiefkalt verflüssigtes Gas. Kontakt mit dem Produkt kann Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen verursachen.
Hochentzündlich.

4 ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

Einatmen
Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Das Opfer bemerkt das Ersticken nicht. Das Opfer ist unter Benutzung eines umluftunabhängigen Atemgerätes in frische Luft zu bringen. Warm und ruhig halten. Arzt hinzuziehen. Bei Atemstillstand künstliche Beatmung.
Haut- und Augenkontakt
Die Augen sofort mindestens 15 Minuten mit Wasser spülen. Bei Kaltverbrennungen mindestens 15 Minuten mit Wasser spülen. Steril abdecken. Arzt hinzuziehen.
Verschlucken
Verschlucken wird nicht als möglicher Weg der Exposition angesehen.

5 MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG

Geeignete Löschmittel
Alle bekannten Löschmittel können benutzt werden.
Spezielle Verfahren
Wenn möglich, Gasaustritt stoppen. Behälter entfernen oder mit Wasser aus geschützter Position kühlen. Ausströmendes, brennendes Gas nur löschen, wenn es unbedingt nötig ist. Eine spontane, explosionsartige Wiederentzündung ist möglich. Jedes andere Feuer löschen. Bei Gasaustritt kein Wasser auf den Behälter spritzen. Umgebung aus geschützter Position mit Wasser bespritzen, um das Feuer einzuschränken.
Gefährliche Verbrennungsprodukte
Keine

Spezielle Schutzausrüstung für die Feuerwehr
In geschlossenen Räumen umluftunabhängiges Atemgerät benutzen.

6 MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen
Schutzbekleidung benutzen. Beim Betreten des Bereiches umluftunabhängiges Atemgerät benutzen, sofern nicht die Ungefährlichkeit der Umgebungsatmosphäre nachgewiesen ist. Gebiet räumen. Für ausreichende Lüftung sorgen. Zündquellen beseitigen.

Umweltschutzmaßnahmen
Versuchen, den Gasaustritt zu stoppen. Eindringen in Kanalisation, Keller, Arbeitsgruben oder andere Orte, an denen die Ansammlung gefährlich sein könnte, verhindern.

Reinigungsmethoden
Den Raum belüften.

HANDHABUNG UND LAGERUNG

Handhabung
Ausrüstung zuverlässig erden. Eindringen von Wasser in den Gasbehälter verhindern. Vor dem Einleiten von Gas Ausrüstung luftfrei spülen. Rückströmung in den Gasbehälter verhindern. Nur solche Ausrüstung verwenden, die für dieses Produkt und den vorgesehenen Druck und Temperatur geeignet ist. Im Zweifelsfall den Gaslieferanten konsultieren. Von Zündquellen, einschließlich elektrostatischen Entladungen, fernhalten. Bedienungshinweise des Gaslieferanten beachten. Druckbehälter (Druckgasflaschen) gegen Umfallen sichern.

Lagerung
Bei der Lagerung von oxidierenden Gasen und anderen brandfördernden Stoffen fernhalten. Behälter bei weniger als 50°C an einem gut gelüfteten Ort lagern.

8 EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNGEN

Persönliche Schutzmaßnahmen
Angemessene Lüftung sicherstellen. Augen, Gesicht und Haut vor Flüssigkeitsspritzern schützen. Beim Umgang mit dem Produkt nicht rauchen.

Persönliche Schutzausrüstungen
Handschutz:
Handschuhe aus Leder.
Augenschutz:
dichtschießende Schutzbrille
Körperschutz:
Beim Umgang mit Gasflaschen/Behältern Sicherheitsschuhe tragen.

9 PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Aussehen	Farblose Flüssigkeit.
Geruch	Geruchlos.
Molare Masse (kg/kmol)	2
Zustand bei 20 °C	gasförmig
Siedepunkt	-253 °C
Schmelzpunkt	-259 °C
Zündtemperatur	560 °C
Kritische Temperatur	-240 °C
Explosionsgrenzen (Vol.% in Luft)	4 - 77
Dampfdruck bei 20°C	Nicht zutreffend.

Stoff: **Wasserstoff, tiefkalt verflüssigt** Seite: 2/2
 SDB Nr. 067B Version: 1.60 Datum: 01.01.2005
 Ersetzt SDB vom: 01.07.2004

Relative Dichte, gasf. (Luft=1) 0.07
 Löslichkeit in Wasser (20 °C, 1 bar) 1.6 mg/l
 Sonstige Angaben
 Brennt mit farbloser unsichtbarer Flamme.

10 STABILITÄT UND REAKTIVITÄT

Stabilität und Reaktivität
 Kann mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.
 Auslaufende Flüssigkeit kann zum Versprühen von
 Konstruktionsmaterialien führen. Kann mit brandfördernden
 Stoffen heftig reagieren.

Spezielle Risiken
 Einwirkung von Feuer kann Bersten / Explodieren des
 Behälters verursachen.

11 ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE

Allgemeines
 Toxische Wirkungen des Produkts sind nicht bekannt.

12 ANGABEN ZUR ÖKOLOGIE

Allgemeines
 Kann den Pflanzenwuchs durch Frost schädigen.

Wassergefährdungsklasse (WGK)
 nicht wassergefährdend
 (gemäß VwVwS, Anhang 1).

13 HINWEISE ZUR ENTSORGUNG

Allgemeines
 Nicht an Plätzen ablassen, wo das Risiko der Bildung eines
 explosionsfähigen Gas/Luft-Gemisches besteht. Nicht
 verbrauchtes Gas mit einem geeigneten Brenner mit
 Flammenrückschlagsicherung verbrennen. Nicht in die
 Kanalisation, Keller, Arbeitsgruben und ähnliche Plätze, an
 denen die Ansammlung des Gases gefährlich werden
 könnte, ausströmen lassen. Rückfrage beim
 Gaselieferanten, wenn eine Beratung nötig ist.

14 ANGABE ZUM TRANSPORT

Landtransport

• ADR/RID:
 Klasse: 2
 Klassifizierungscode: 3F
 Gefahrunummer: 223
 UN-Nr.: 1966
 Gefahrzettel: 2.1
 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, tiefgekühlt, flüssig

Seeschifftransport

• IMDG:
 Klasse: 2.1
 UN-Nr.: 1966
 Gefahrzettel: 2.1
 EmS: F-D, S-U
 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, tiefgekühlt, flüssig

Lufttransport

• ICAO/IATA-DGR:
 Klasse: 2.1
 UN-Nr.: UN 1966
 Gefahrzettel: 2.1
 Bezeichnung des Gutes: Wasserstoff, tiefgekühlt, flüssig

Weitere Transport-Informationen

Möglichst nicht in Fahrzeugen transportieren, deren
 Laderaum nicht von der Fahrerkabine getrennt ist. Der
 Fahrer muss die möglichen Gefahren der Ladung kennen
 und er muss wissen, was bei einem Unfall oder Notfall zu
 tun ist. Gasflaschen vor dem Transport sichern.
 Ausreichende Lüftung sicherstellen. Geltende Vorschriften
 beachten.

15 VORSCHRIFTEN

Index-Nummer in Anhang I der Direktive 67/548/EG
 001-001-00-9

EG-Einstufung
 (gemäß Direktive 67/548/EG)
 F+; R12

EG-Kennzeichnung
 (gemäß Direktive 67/548/EG)
 Symbole F+: Hochentzündlich
 R-Sätze 12
 S-Sätze 9-16-33-36
 "EG-Kennzeichnung"

Hinweise auf die besonderen Gefahren
 R12 Hochentzündlich

Sicherheitsratschläge
 S9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
 S16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
 S33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen
 treffen
 S36 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen

Nationale Vorschriften:
 Unfallverhütungsvorschriften (BGV).
 Gefahrstoff-Verordnung (GefStoffV)
 Explosionsschutz-Richtlinien (Ex-Rl)
 Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS)

16 SONSTIGE ANGABEN

Alle nationalen/örtlichen Vorschriften beachten. Es ist
 sicherzustellen, dass die Mitarbeiter das Brandrisiko
 beachten. Das Risiko des Ersticken wird oft übersehen
 und muss bei der Unterweisung der Mitarbeiter besonders
 hervorgehoben werden. Bevor das Produkt in irgendeinem
 neuen Prozess oder Versuch benutzt wird, sollte eine
 sorgfältige Studie über die Materialverträglichkeit und die
 Sicherheit durchgeführt werden.

Die Angaben sind keine vertraglichen Zusicherungen von
 Produkteigenschaften. Sie stützen sich auf den heutigen
 Stand der Kenntnisse.

Änderungen bzw. Ergänzungen zu vorhergehenden
 Versionen sind mit einem (*) gekennzeichnet.

23	6 Kennzeichnung 6.1 Gefahrguttransport Wasserstoff fällt als komprimiertes oder tiefkalt verflüssigtes brennbares Gas unter die entsprechenden Normungen und einschlägigen Regelwerke. Besondere Gefahren gehen nicht von ihm aus, so dass es in Deutschland kein wasserstoffspezifisches Regelwerk gibt [DWW] Wasserstoff (Hydrogen) ZVG- Nummer: 7010 CAS- Nummer: 1333-74-0 INDEX- Nummer: 001-001-00-9 EG-Richtlinien-Nummer: 215-605-7 Stoffgruppenschlüssel: 139100 (Anorganische Gase) Für gasförmigen Wasserstoff gelten folgende Kennzahlen für den Transport: <table border="1"> <tr> <td>23</td> <td>1049</td> </tr> </table> Gefahrgut - Schlüssel Nr. 1049 (Kl. 2 Ziff 7b, Gefahr 23) Gefahrgut - Schlüssel Nr. 1049 (Kl. 2 Label 2.1 Seite 2071 (Schiff)) ICAO/IATA-DGR: Kl. 2 UN-Nummer 1049 Gefahrgutamt: blau 3 Gesundheitsgefahr: sehr gefährlich! Ausrüstung im Gefahrenbereich nur mit voller Schutzbekleidung und Atemschutzgerät, rot 4 Brandgefahr: extrem leicht entzündlich bei allen Temperaturen, gelb 1 Reaktionsgefahr: wird bei Erhitzung instabil. Schutzmaßnahmen erforderlich. Hazchem- Code: 2 S E Für flüssigen Wasserstoff gelten folgende Kennzahlen für den Transport: <table border="1"> <tr> <td>223</td> <td>1966</td> </tr> </table> Gefahrgut - Schlüssel Nr. 1966 (Kl. 2 Ziff 7b, Gefahr 223) Gefahrgut - Schlüssel Nr. 1966 (Kl. 2 Ziff 7b) Gefahrgut - Schlüssel Nr. 1966 (Kl. 2 Label 2.1 Seite 2072 (Schiff)) ICAO/IATA-DGR: Kl. 2 UN-Nummer 1966 (Transportverboten) Gefahrgutamt: blau 3, rot 4, gelb 1 (wie vor) Hazchem- Code: 2 WE [Flamme] Wasserstoff in einem Metallhydrid-Speichersystem ist ebenfalls ein Gefahrstoff der Klasse 2 mit der UN-Nummer 3468.	23	1049	223	1966
23	1049				
223	1966				

29	Brandklasse: C gasförmige, auch unter Druck stehende Stoffe Gefahrensymbol:  F+ Hochentzündlich Hinweise auf die besonderen Gefahren (R- Sätze): R 12 Hochentzündlich Sicherheitsratschläge (S- Sätze): S 2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen S 33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen Einstufung wassergefährdender Stoffe: Stoff-Nr.: 741 Nicht wassergefährdender Stoff Transportvorschriften: UN-Nummer: 1049 Gefahrgut-Bezeichnung: Wasserstoff, verflüssigt Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr: 23 Klasse: 2.1 (Entzündbare Gase) Verpackungsgruppe: -  Gefahrzettel: 2.1
-----------	---

31

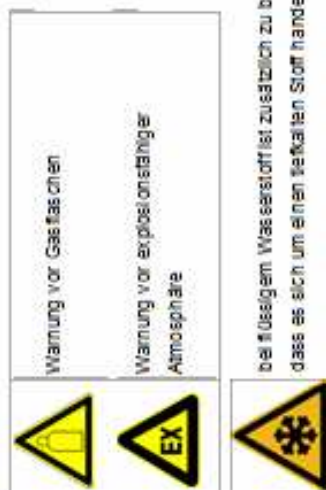
6.3 Räume und Arbeitsplätze

Entsprechend der Arbeitsplatzkennzeichnung müssen Räume und Arbeitsplätze mit Druckbehältern für Wasserstoff folgendem außen gekennzeichnet werden.

Verbotsschilder:



Warnzeichen:



bei flüssigem Wasserstoff ist zusätzlich zu beachten, dass es sich um einen verflüchtigen Stoff handelt.

Gebotszeichen:



30

UN-Nummer: 1966

Gefahrgut-Bezeichnung: Wasserstoff, flüssig, flüchtig

Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr: 223

Klasse: 2.1 (Entzündbare Gase)

Verpackungsgruppe: -



Gefahrzettel: 2.1

Nach DIN EN 1089-3:2004 müssen ortsbewegliche Gasflaschen entsprechend den Eigenschaften des Gases durch eine Farbklassifizierung zu unterscheiden sein. Für Wasserstoff gilt entsprechend:

Gefahrenaufkleber (Gefahrensymbol): Brennbar

Farbcode: rot für die Flaschenschulter



Stoffverordnung:

Anhang I - Nr.: 38

Mengenschwelle für Betriebsbereiche nach § 1 Abs. 1

- Satz 1: 5000 kg

- Satz 2: 50000 kg

[GESTIS]

6.2 Rohrleitungen

Rohrleitungen müssen entsprechend des sie durchfließenden Stoffes nach DIN 2403 gekennzeichnet werden. Für Rohre für den Transport von Wasserstoff gilt demnach:

Brennbare Gase (Gruppe 4 der Durchflusstoffe)

Die Hauptfarbe der Rohrleitung ist Gelb.

Die Zusatzfarbe ist Rot und die Schriftfarbe ist schwarz.

Hinweis: die Kennzeichnungen dürfen durch Anstrich und Beschriftung, Bänder (z. B. selbstklebende Folienbänder) oder Schilder (z. B. Folienschilder, Kunststoff Schilder, Metallschilder, Emallschilder) ausgeführt werden.