

Tätigkeiten mit Wasserstoff

Risiken und Schutzmaßnahmen

Fachveranstaltung „Erfahrungsaustausch betrieblicher
Explosionsschutz“

Nümbrecht



© Alexander Limbach

Gefahr,,

H220: Extrem entzündbares Gas.

Darf sich nicht entzünden

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

Gasflaschen dürfen sich nicht erwärmen



Wasserstoff vs. Methan

Sicherheitstechnische Kenngröße / Eigenschaft	Wasserstoff	Methan
Dichte [kg/m ³]	0,0827	0,66
Untere Explosionsgrenze (UEG) [Vol.-%]	4,0	4,4
Obere Explosionsgrenze (OEG) [Vol.-%]	77,0	17
Sauerstoffgrenzkonzentration [Vol.-%]	4,3	9,9
Zündtemperatur (TZ) [°C]	560	595
Mindestzündenergie (MIE) [mJ]	0,017	0,29
Grenzspaltweite (MESG) [mm]	0,29	1,14
KG-Wert [bar*m/s]	990	69
Flammgeschwindigkeit [m/s]	3,1	0,4
Diffusionskoeffizient in Luft [m ² /s]	$0,61 \cdot 10^{-4}$	$0,16 \cdot 10^{-4}$



Wasserstoff im Betrieb

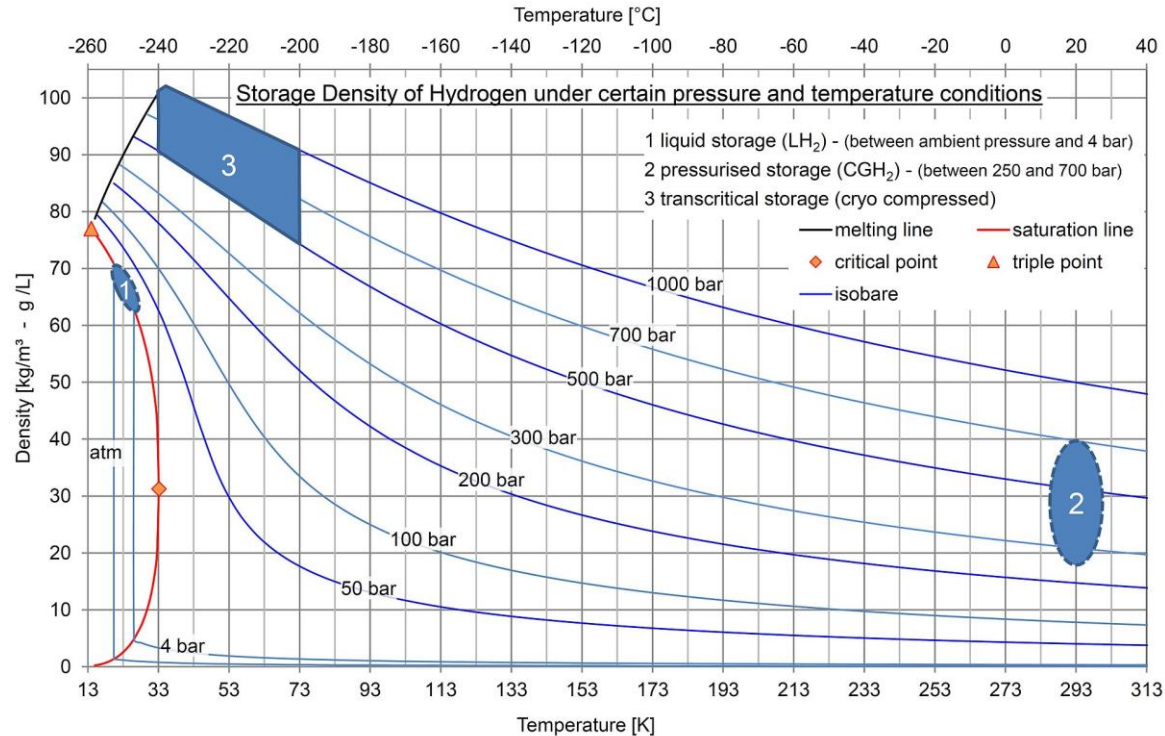
Nicht zielgerichtet Tätigkeit

- Galvanik
- Laden von Batterien
- Schleifen von Aluminium
- Fehlerfall von Lithiumbatterien
- ...

zielgerichtet Tätigkeit

- Speichern & Transport
- Herstellung / Elektrolyse
- Power to gas
- Brennstoffzelle
- Plasmareinigungsanlagen
- Stadtgas
- ...

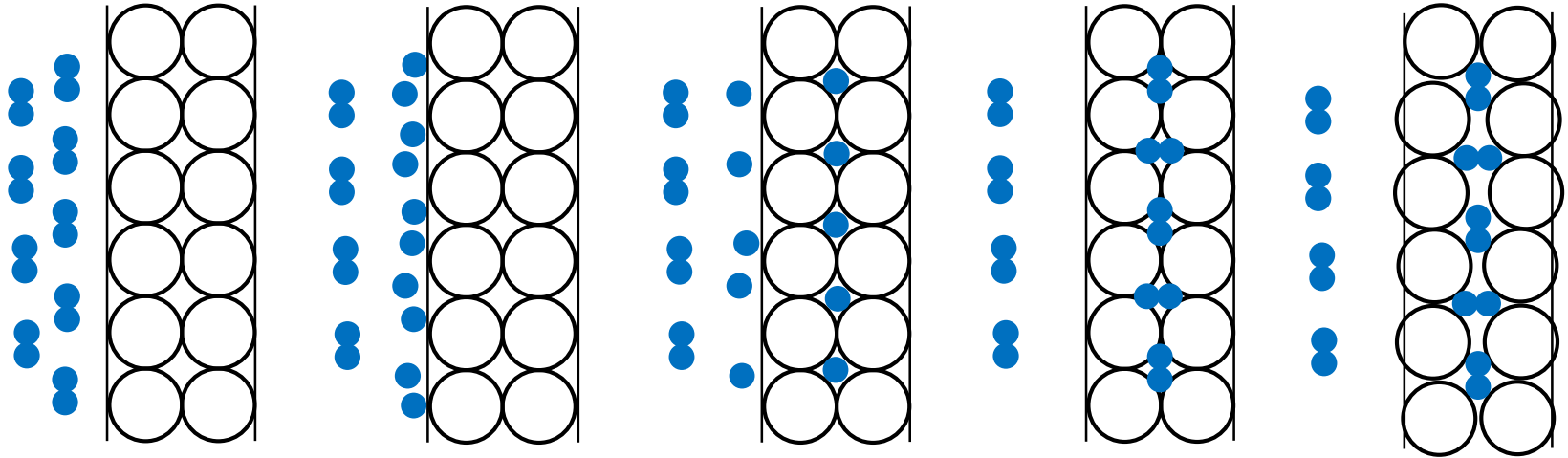
Zielgerichtet Tätigkeit – Speichern und Transport



ILK Dresden, Moritz Kuhn - <https://www.ilkdresden.de/leistungen/forschung-und-entwicklung/projekt/wasserstoff-und-methan-versuchsfeld-am-ilk>

Wasserstoff unter Druck

„Wasserstoffversprödung“



Geeignete Drucktank sind austenitische Edelstähle z. B. Chrom-Nickel- oder Chrom-Molybdän-Stähle mit maximalen Festigkeiten von 950 MPa (N/mm²)

Kennzeichnung von Flaschen und Leitungen

Druckgasflaschen gemäß DIN EN 1089-3



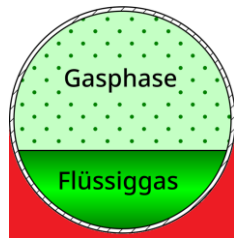
Leitungen gemäß Anhang 3 TRGS 201



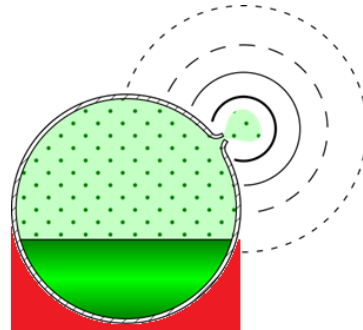
Signalgelb RAL 1003

Signalrot RAL 3001

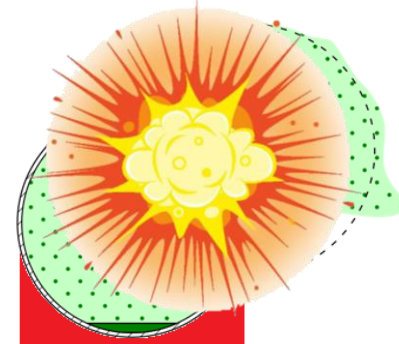
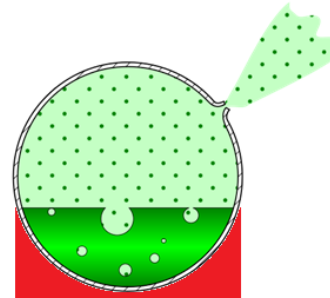
Flüssiger Wasserstoff



Cdang Übersetzung: Anel:
Bleve reservoir ger.svg; überarbeitet



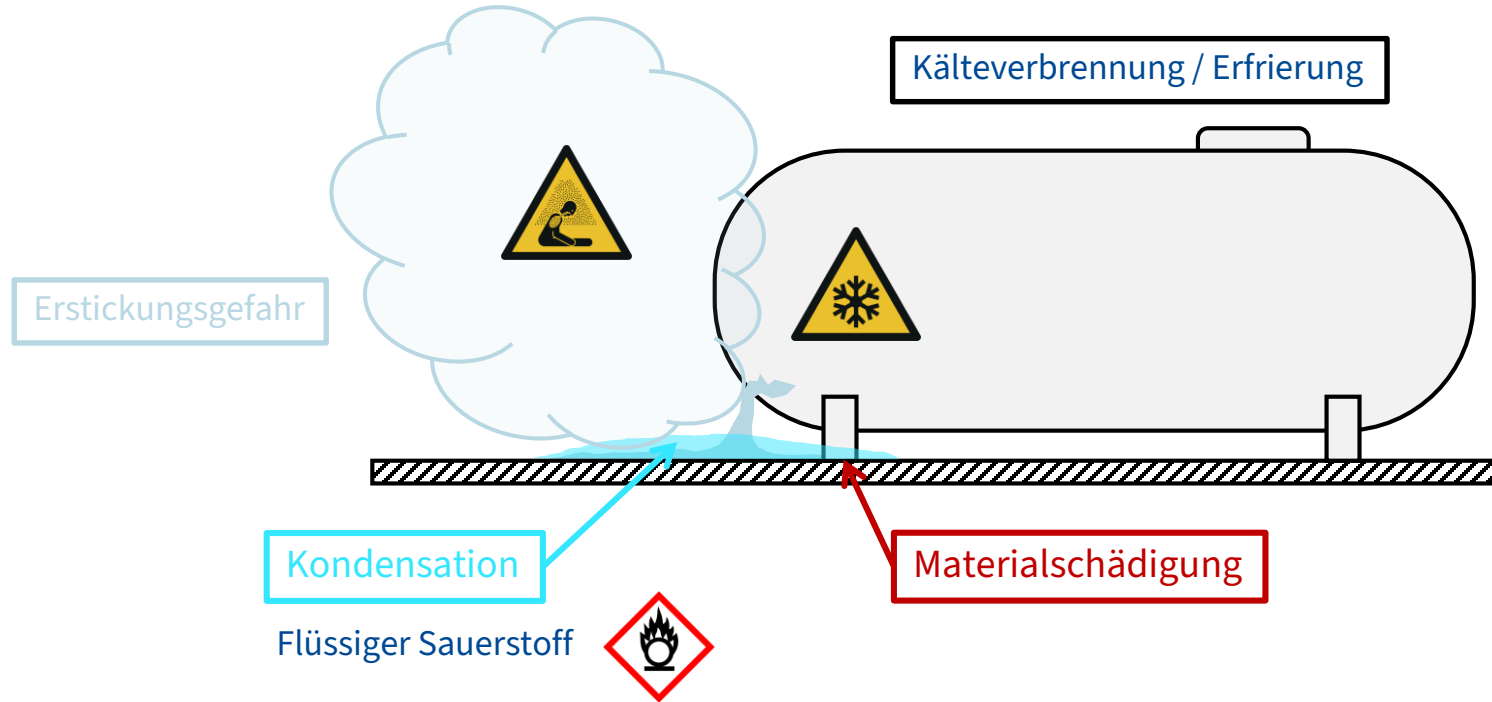
Cdang: Bleve_explosion.svg; überarbeitet



Dampfexplosion
(Rapid Phase Transition, RPT)

BLEVE
(Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Flüssiger Wasserstoff



Weitere Arbeitsschutzaspekte

Kennzeichnung gemäß ASR A1.3

Speicher Art	Verbotszeichen	Warnzeichen	Gebotszeichen
Unter Druck	 	 	  
Flüssig, tiefkalt	 	 	 

Lagerklasse 2A gemäß TRGS 510

LGK	1	2A	2B	3	4.1A	4.1B	4.2	4.3	5.1A	5.1B	5.1C	5.2	6.1A	6.1B	6.1C	6.1D	6.2	7	8A	8B	10-13	10*	11*	12*	13*
2A	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	+	2	-	2	+	+

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter

100 % Wasserstoff

Auf Dauer technisch dicht

Keine Schwingungsübertragung

Rest der Anlage ist technisch dicht

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Regeln & Informationen

203-092

DGUV Information 203-092



**Arbeitssicherheit beim
Betrieb von Gasanlagen**
Handlungshilfe zur Erstellung
der Gefährdungsbeurteilung

September 2019

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	5
4	Hinweise zu Schutzmaßnahmen	6
4.1	Allgemeines	6
4.2	Instandhaltungsarbeiten an Wasserstoffleitungen und -anlagen	8
5	Explosionsicherheit	11
6	Prüfungen	12

1/15

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Einteilung der Zone

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaß- nahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenver- meidung nach TRGS 723	Schutzmaß- nahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
4.2.5	Anlagen für die Einspei- sung von Wasserstoff in Gasversorgungsnetze	Wasserstoff gemäß DVGW G 260 (Aus- gabe 2020, Gruppe A und D) Folgende Anlagenkomponenten kön- nen in der Wasserstoffeinspeiseanlage gemäß G 265-3 vorhanden sein: Gas- Verdichter, GDRM-Anlagen, Rohrlei- tungen, Einspeisestelle. Entlüftungs- öffnungen in Räumen sind an höchster Stelle anzuordnen, um Gasansamm- lungen im Deckenbereich zu vermei- den. Größe der Be- und Entlüftungsöff- nungen jeweils 0,5 % der Grundfläche des Raumes, sofern keine technische Lüftung (mindestens 3-facher Raum- luftwechsel pro Stunde) vorgesehen ist.			
4.2.5.1	Gas-Verdichter	Gas-Verdichter für Wasserstoff gemäß DVGW G 265-3			
4.2.5.1.1	Verdichter in Räumen	a) <u>Verdichter auf Dauer technisch Dicht</u> (z. B. mit magnetisch gekop- pelttem dichtungslosem Antrieb, doppelt wirkende Gleitringdichtung und Funktionsüberwachung oder Dichtsystem mit Spülung ins Freie und Dichtheitsüberwachung) sowie geeignete Maßnahmen zur Verhin- derung der Schwingungsübertra- gung. Restliche Anlagenteile sind technisch dicht.	3.1 4.5.3 4.6.2	Zone 2: gR	keine

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Maßnahmen – TRGS 722

3.1 Konzeptionelle Überlegungen bei der Planung

Entlüftungs- und Entspannungsleitungen in Gassammelsysteme geführt werden

4.5.3 Technisch dichte Anlagenteile

Regelmäßige Kontrolle Dichtheit durch schaubildende Mittel oder Lecksuchgeräte

4.6.2 Natürliche Lüftung

Be- und Entlüftungsöffnungen im Raum oder technische Lüftung

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Einteilung der Zone

Wichtige Aspekte bei Wasserstoff

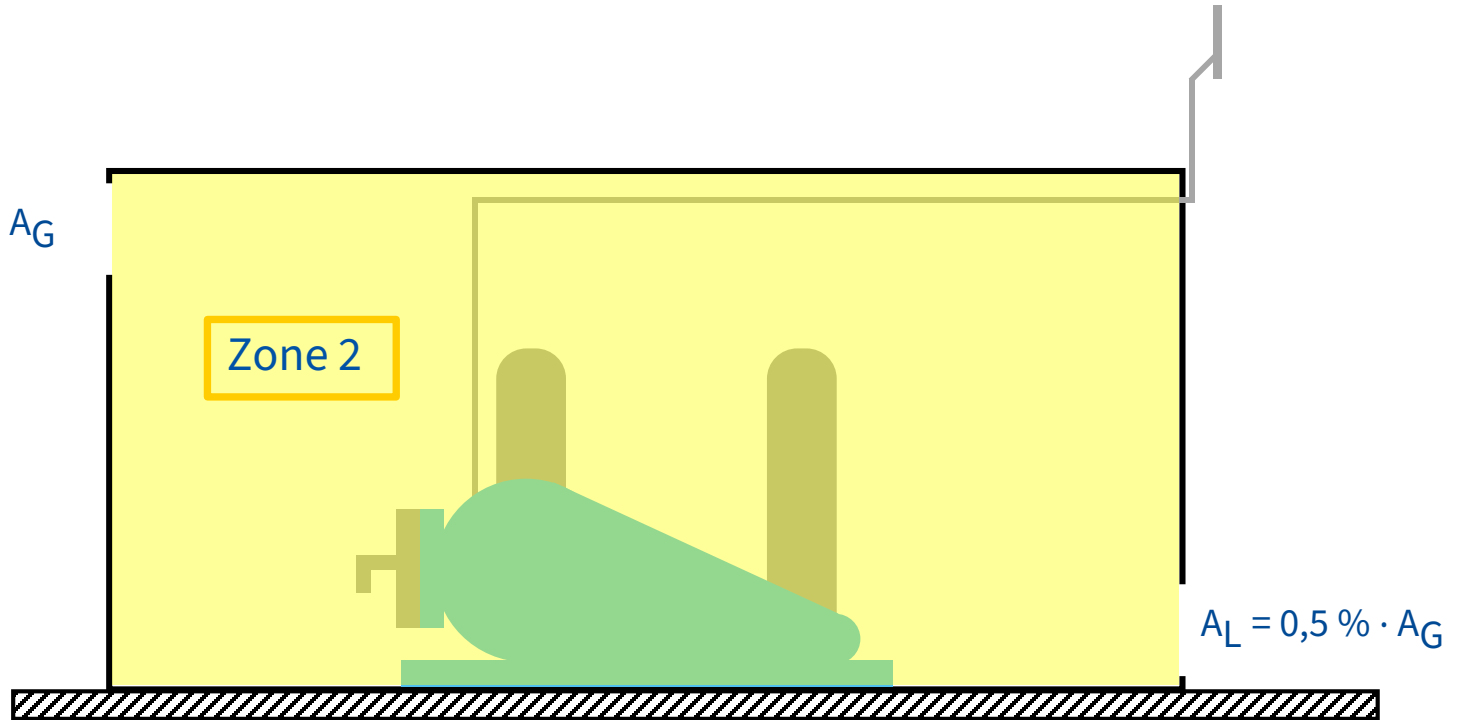
Be- und Entgasen mit Inertgas (i. d. R. Stickstoff)

Atmungs- und Ablassleitungen ins Freie führen

Be- und Entlüftungsöffnungen im Raum oder technische Lüftung

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Einteilung der Zone

$$A_L = 0,5 \% \cdot A_G$$



Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Auswahl von Geräten

Zone 2
Grenzspaltweite: 0,29 mm
II 3G T1 IIC
Zündtemperatur 560 °C



Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Maßnahmen – TRGS 723

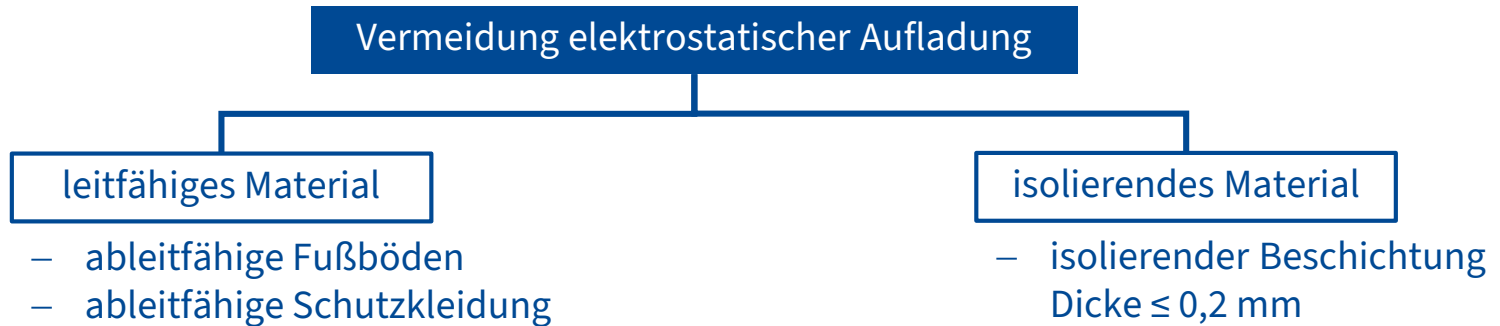
funkenarmen Werkzeugen (nicht gehärtetem NE-Metall, z. B. Beryllium-Kupfer-Legierung)

5.2.5 Schutzmaßnahmen für Zone 2

- (1) In Zone 2 darf beim Normalbetrieb die Temperatur von Oberflächen die Zündtemperatur nicht überschreiten.

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Maßnahmen – TRGS 727

Mindestzündenergie 0,017 mJ



DIN EN ISO 7010

Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Messen der Konzentration

Gaswarngeräte

Prüfung & Überwachung

Instandsetzungsarbeiten

DGUV Information 213-057

Fachbereich AKTUELL FBRCI-020

Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte im
Explosionsschutzportal der BG RCI (EXINFO)



Zielgerichtet Tätigkeit – Verdichter, Weitere Aspekte

Anlagen, Geräte und Behälter sind Druckanlagen, -geräte und -behälter im Sinne der Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU)

Gefährdung in Folge von Druck z. B. Umherfliegende Teile, Schrapnelle, Druckstoß, Lärm

Prüfungen gemäß Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV

Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Telefon: 02213778-6122
Mobil: 015161571333
bechem.jonathan@bgetem.de



www.bgetem.de

Vielen Dank für

Ihre Aufmerksamkeit.