

Risikobeurteilung

Methodik zum sicheren betreiben von Maschinen

Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)
- Risikobeurteilung allgemein
- Risikobeurteilung brennbare Kältemittel
- Gefährdungsbeurteilung

Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)
- Risikobeurteilung allgemein
- Risikobeurteilung brennbare Kältemittel
- Gefährdungsbeurteilung

Was ist eine Maschine

Ferner bezeichnet der Ausdruck

- Maschinenrichtlinie 2006/42
 - a) „Maschine“
 - eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind;
 - eine Gesamtheit im Sinne des ersten Gedankenstrichs, der lediglich die Teile fehlen, die sie mit ihrem Einsatzort oder mit ihren Energie- und Antriebsquellen verbinden;
 - eine einbaufertige Gesamtheit im Sinne des ersten und zweiten Gedankenstrichs, die erst nach Anbringung auf einem Beförderungsmittel oder Installation in einem Gebäude oder Bauwerk funktionsfähig ist;
 - eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne des ersten, zweiten und dritten Gedankenstrichs oder von unvollständigen Maschinen im Sinne des Buchstabens g, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren;
- § 1 Anwendungsbereich
- a) Maschinen
- b) unvollständige Maschinen

Allgemeine Grundsätze

Der Hersteller einer Maschine oder sein Bevollmächtigter hat dafür zu sorgen, dass eine Risikobeurteilung vorgenommen wird, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschine muss dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung konstruiert und gebaut werden.

Bei den vorgenannten iterativen Verfahren der Risikobeurteilung und Risikominderung hat der Hersteller oder sein Bevollmächtigter

- die Grenzen der Maschine zu bestimmen, was ihre bestimmungsgemäße Verwendung und jede vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung einschließt;
- die Gefährdungen, die von der Maschine ausgehen können, und die damit verbundenen Gefährdungssituationen zu ermitteln;
- die Risiken abzuschätzen unter Berücksichtigung der Schwere möglicher Verletzungen oder Gesundheitsschäden und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens;
- die Risiken zu bewerten, um zu ermitteln, ob eine Risikominderung gemäß dem Ziel dieser Richtlinie erforderlich ist;
- die Gefährdungen auszuschalten oder durch Anwendung von Schutzmaßnahmen die mit diesen Gefährdungen verbundenen Risiken in der in Nummer 1.1.2 Buchstabe b festgelegten Rangfolge zu mindern.

Kennzeichnung der Maschine

Auf jeder Maschine müssen mindestens folgende Angaben erkennbar, deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten,
- Bezeichnung der Maschine,
- CE-Kennzeichnung (siehe Anhang III),
- Baureihen- oder Typbezeichnung,
- gegebenenfalls Seriennummer,
- Baujahr, d. h. das Jahr, in dem der Herstellungsprozess abgeschlossen wurde.

Es ist untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder nachzutätieren.

Muss ein Maschinenteil während der Benutzung mit Hebezeugen gehandhabt werden, so ist sein Gewicht leserlich, dauerhaft und eindeutig anzugeben.

Betriebsanleitung / Dokumentation

Jeder Maschine muss eine Betriebsanleitung in der oder den Amtssprachen der Gemeinschaft des Mitgliedsstaats beiliegen, in dem die Maschine in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird.

Die der Maschine beiliegende Betriebsanleitung muss eine „Originalbetriebsanleitung“ oder eine „Übersetzung der Originalbetriebsanleitung“ sein; im letzteren Fall ist der Übersetzung die Originalbetriebsanleitung beizufügen.

Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006 / 42

Inhalt der Betriebsanleitung

- a) **Firmenname** und vollständige Anschrift des Herstellers und seines Bevollmächtigten;
- b) **Bezeichnung der Maschine** entsprechend der Angabe auf der Maschine selbst, ausgenommen die Seriennummer (siehe Nummer 1.7.3);
- c) die **EG-Konformitätserklärung** oder ein Dokument, das die EG-Konformitätserklärung inhaltlich wiedergibt und Einzelangaben der Maschine enthält, das aber nicht zwangsläufig auch die Seriennummer und die Unterschrift enthalten muss;
- d) eine **allgemeine Beschreibung der Maschine**;
- e) die für Verwendung, Wartung und Instandsetzung der Maschine und zur Überprüfung ihres ordnungsgemäßen Funktionierens erforderlichen **Zeichnungen, Schaltpläne, Beschreibungen und Erläuterungen**;
- f) eine Beschreibung des Arbeitsplatzes bzw. der Arbeitsplätze, die voraussichtlich vom Bedienungspersonal eingenommen werden;
- g) eine Beschreibung der **bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine**;
- h) **Warnhinweise in Bezug auf Fehlanwendungen** der Maschine, zu denen es erfahrungsgemäß kommen kann;

Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006 / 42

Inhalt der Betriebsanleitung

- i) Anleitungen zur Montage, zum Aufbau und zum Anschluss der Maschine, einschließlich der Zeichnungen, Schaltpläne und der Befestigungen, sowie Angabe des Maschinengestells oder der Anlage, auf das bzw. in die die Maschine montiert werden soll;
- j) Installations- und Montagevorschriften zur Verminderung von Lärm und Vibrationen;
- k) Hinweise zur Inbetriebnahme und zum Betrieb der Maschine sowie erforderlichenfalls Hinweise zur Ausbildung bzw. Einarbeitung des Bedienungspersonals;
- l) Angaben zu Restrisiken, die trotz der Maßnahmen zur Integration der Sicherheit bei der Konstruktion, trotz der Sicherheitsvorkehrungen und trotz der ergänzenden Schutzmaßnahmen noch verbleiben;
- n) Anleitung für die vom Benutzer zu treffenden Schutzmaßnahmen, gegebenenfalls einschließlich der bereitzustellenden persönlichen Schutzausrüstung;
- n) die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an der Maschine angebracht werden können;

Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006 / 42

Inhalt der Betriebsanleitung

- o) Bedingungen, unter denen die Maschine die Anforderungen an die Standsicherheit beim Betrieb, beim Transport, bei der Montage, bei der Demontage, wenn sie außer Betrieb ist, bei Prüfungen sowie bei vorhersehbaren Störungen erfüllt;
- p) Sicherheitshinweise zum Transport, zur Handhabung und zur Lagerung, mit Angabe des Gewichts der Maschine und ihrer verschiedenen Bauteile, falls sie regelmäßig getrennt transportiert werden müssen;
- q) bei Unfällen oder Störungen erforderliches Vorgehen; falls es zu einer Blockierung kommen kann, ist in der Betriebsanleitung anzugeben, wie zum gefahrlosen Lösen der Blockierung vorzugehen ist;

Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006 / 42

Inhalt der Betriebsanleitung

- r) Beschreibung der vom Benutzer durchzuführenden Einrichtungs- und Wartungsarbeiten sowie der zu treffenden vorbeugenden Wartungsmaßnahmen;
- s) Anweisungen zum sicheren Einrichten und Warten einschließlich der dabei zu treffenden Schutzmaßnahmen;
- t) Spezifikationen der zu verwendenden Ersatzteile, wenn diese sich auf die Sicherheit und Gesundheit des Bedienungspersonals auswirken;
- u) folgende Angaben zur Luftschallemission der Maschine:
 - der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen, sofern er 70 dB(A) übersteigt; ist dieser Pegel kleiner oder gleich 70 dB(A), so ist dies anzugeben;
 - der Höchstwert des momentanen C-bewerteten Emissionsschalldruckpegels an den Arbeitsplätzen, sofern er 63 Pa (130 dB bezogen auf 20 µPa) übersteigt;
 - der A-bewertete Schallleistungspegel der Maschine, wenn der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen 80 dB(A) übersteigt.

Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006 / 42

Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- **Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)**
- Risikobeurteilung allgemein
- Risikobeurteilung brennbare Kältemittel
- Gefährdungsbeurteilung

Risikobeurteilung

- Gefährdung – potentielle Schadensquelle
 - Relevante Gefährdung
 - Mechanische Gefährdung
 - Gefährdung durch elektrischen Strom
 - Gefährdung durch heiße Oberflächen

- Risiko
 - Risikoeinschätzung – Wahrscheinlichkeit und Ausmaß
 - Schutzmaßnahmen (Hersteller / Betreiber)

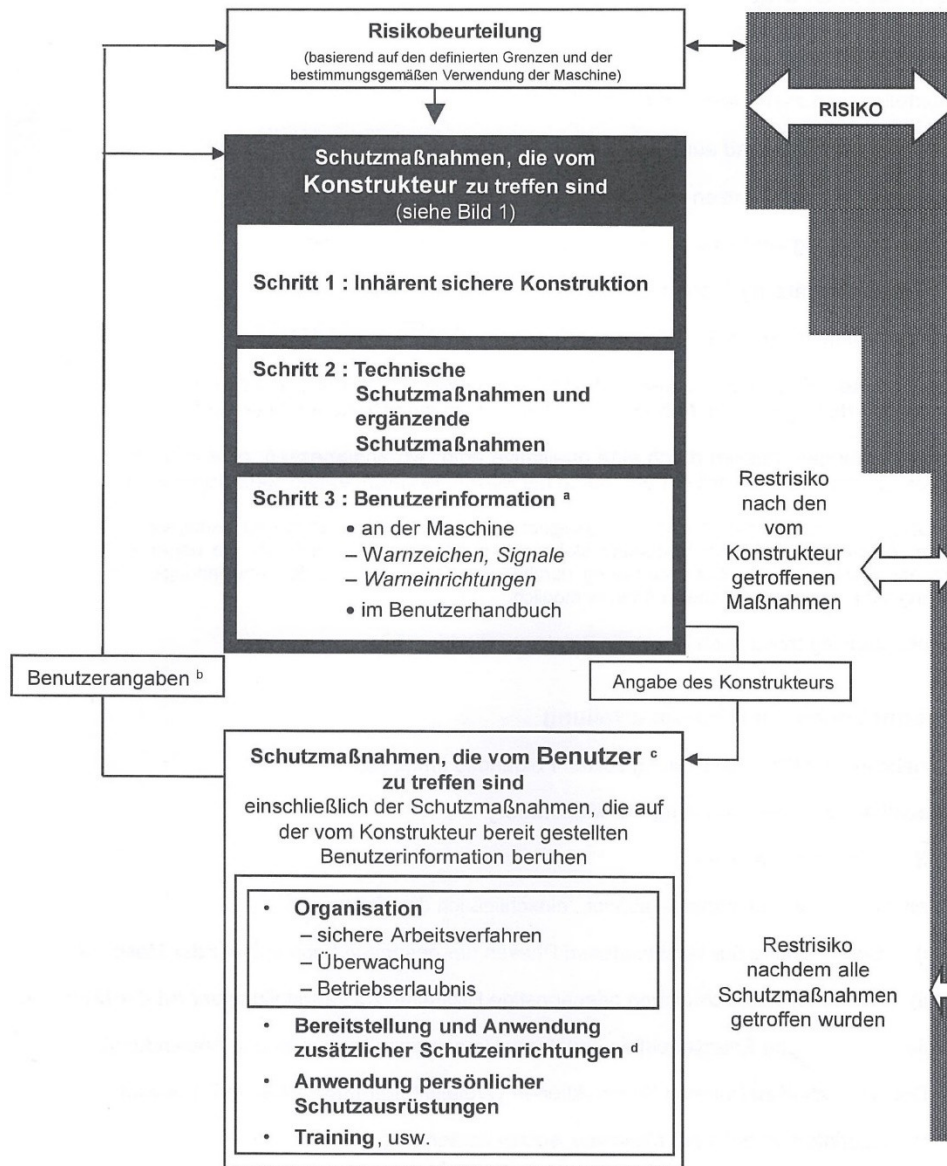
Methodik der Risikobeurteilung

- Bestimmungsgemäße Verwendung
- Festlegen der Grenzen
- Vorhersehbare Fehlanwendung
- Identifizieren von Gefährdungen
- Einschätzen des Risikos
- Bewerten des Risikos
- Schutzmaßnahmen definieren

*Auszug aus ISO 12100
Steht so auch in der
Maschinenrichtlinie*

Festlegung der Grenzen

- Verwendungsgrenzen
 - Wo wird die Maschine eingesetzt? (Gewerbe / Industrie)
 - Benutzer (allg. Öffentlichkeit, Bedienpersonal)
- Räumliche Grenzen
 - Bewegungsfreiraum
 - Schnittstellen (Medienanschlüsse)
 - Umgebung (Innen / Außen)



Auszug aus DIN EN ISO 12100

Konstruktive Schutzmaßnahmen

Inhärent sichere Konstruktion

Bezug EN 378 und andere

Schutzmaßnahmen des Betreibers

„Gefährdungsbeurteilung“

Benutzerinformationen

Betriebsanweisung(en)

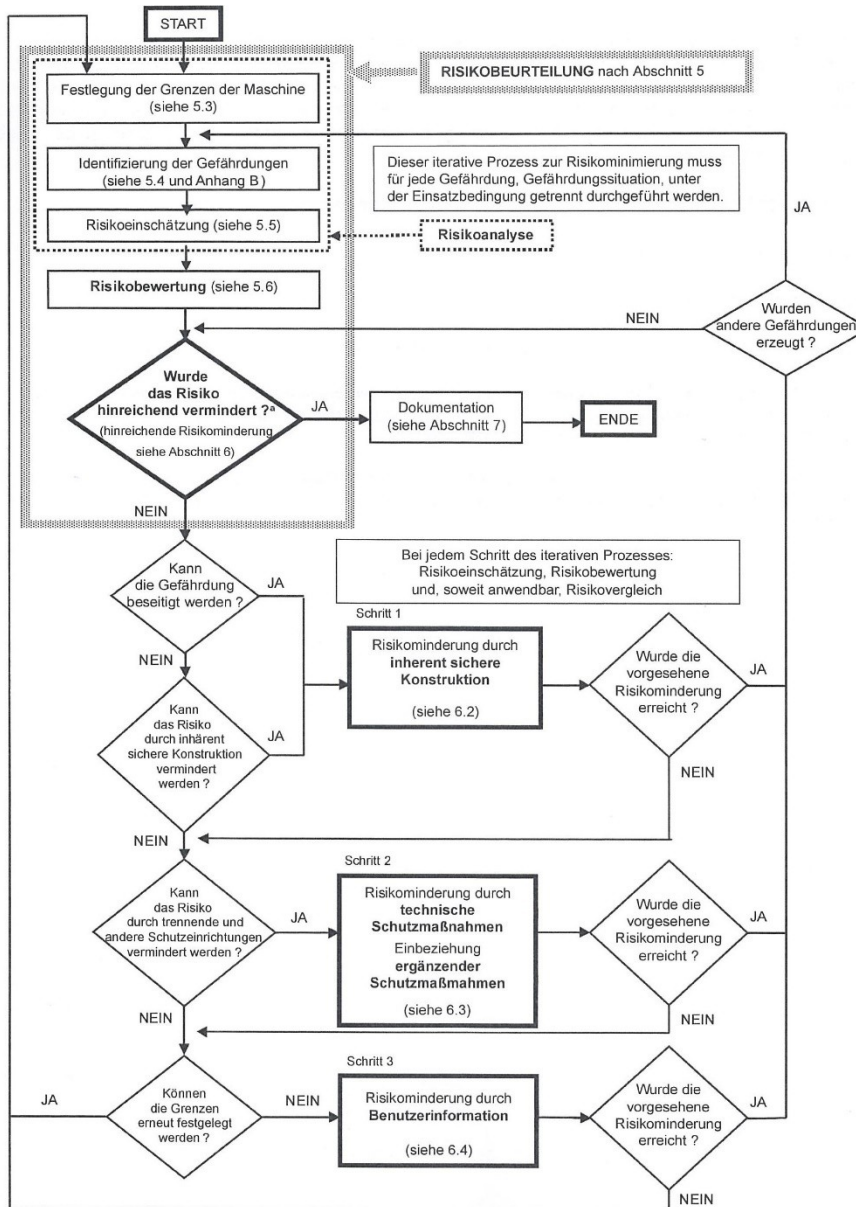
Mögliche Gefährdungen

- Mechanische Gefährdungen
- Elektrische Gefährdungen
- Thermische Gefährdungen
- Gefährdungen durch Lärm
- Gefährdungen durch Vibration
- Gefährdung durch Strahlung
- Gefährdung durch Substanzen
- Ergonomische Gefährdungen
- Gefährdungen ???

Auszug aus ISO 12100

Auszug aus DIN EN ISO 12100

Prozess zur Risikominderung



Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)
- **Risikobeurteilung allgemein**
- Risikobeurteilung brennbare Kältemittel
- Gefährdungsbeurteilung

Risikobeurteilung allgemein

- Die verbleibenden Restrisiken schriftlich notieren
 - Stehen in aller Regel in der Bedienungsanleitung vom Hersteller.
- Störungen und deren Ursache beschreiben
 - Steht in aller Regel in der Bedienungsanleitung vom Hersteller.
- Welche Schutzmaßnahme sind erforderlich?
 - Bezug EN 378

Risikobeurteilung allgemein

- Wie gehe ich vor?
- Zunächst um welchen Stoff handelt es sich?
 - Informationen aus der EN 378 (Anhang E)
 - dem Sicherheitsdatenblatt

Kältemittelnummer	Chemische Bezeichnung ^b	Chemische Formel	Sicherheitsklasse	Fluidgruppe PED ^m	Praktischer Grenzwert ^d kg/m ³	ATEL/ODL ^g kg/m ³	LFL ^h kg/m ³	Dampfdichte 25 °C, 101,3 kPa ^a kg/m ³	Molekularmasse ^a	Normaler Siedepunkt ^a °C	ODP ^{a e}	GWP ^l 100-J-ITH	GWP ^{a f} (AR5) 100-J-ITH	Selbstentzündungstemperatur °C
-------------------	------------------------------------	------------------	-------------------	------------------------------	---------------------------------------------------------	--------------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-----------------------------	----------------------------------------	--------------------	-------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

Stoffdaten Beispiel R1234ze

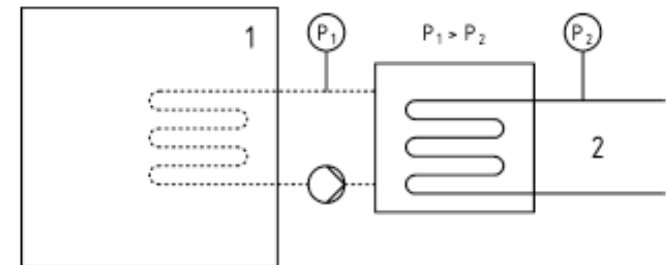
Sicherheitsklasse	A2L
Fluidgruppe	2
Praktischer Grenzwert (PL)	0,061 kg/m ³ (13.000 ppm)
ATEL / ODL	0,28 kg/m ³ (59.000 ppm)
LFL	0,303 kg/m ³ (65.000 ppm)
Dampfdichte bei 25°C und 1013 hPa	4,66 kg/m ³
Molmasse	114 g/mol
Siedetemperatur bei 1013 hPa	-19°C
ODP	0
GWP (5. AR)	1
Selbstentzündungstemperatur	368°C
Verbrennungswärme (HOC)	10.700 kJ/kg
Chemische Formel	CF ₃ CH=CHF
Flammenausbreitungsgeschwindigkeit	1,2 cm/s
Kritische Temperatur	109,4 °C

Risikobeurteilung allgemein

- Wie gehe ich vor?
- Klassifikation Aufstellungsort
 - (EN 378, 5.3)
 - IV Belüftetes Gehäuse
 - III Maschinenraum oder im Freien
 - II Verdichter im Maschinenraum oder im Freien
 - I Personen Aufenthaltsbereich

Risikobeurteilung allgemein

- Wie gehe ich vor?
- Klassifikation Kälteanlage
 - (EN 378, 5.4)
 - Direkt freisetzende Anlagen
 - Indirekt geschlossenes System
 - Indirekt belüftetes System
 - Indirektes Hochdrucksystem



Risikobeurteilung allgemein

- Wo wird die Maschine aufgestellt?
 - aus EN 378, Kapitel 4 Tabelle 4 Zugangsbereiche
 - Allgemeiner Zugangsbereich (a)
 - Überwachter Zugangsbereich (b)
 - Zugangsbereich nur befugte Personen (c)
 - Praktischer Grenzwert $Raumgröße = \frac{Kältemittelfüllmenge}{\text{praktischer Grenzwert}}$

Wo wird die Maschine aufgestellt

Kategorien	Allgemeine Eigenschaften	Beispiele ^a
Allgemeiner Zugangsbereich a	Räume, Gebäudeteile und Gebäude, in denen <ul style="list-style-type: none"> — Schlafeinrichtungen vorhanden sind — Personen in ihrer Bewegung eingeschränkt sind — sich eine unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält — jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein 	Krankenhäuser, Gerichtsgebäude oder Gefängnisse, Theater, Supermärkte, Schulen, Vortragsräume, Bahnhöfe, Hotels, Wohnungen, Restaurants
Überwachter Zugangsbereich b	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, in denen sich nur eine begrenzte Anzahl von Personen aufhalten darf, von denen einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sein müssen	Büro- oder Geschäftsräume, Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikations- und Arbeitszwecke
Zugangsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben c	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, zu denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sind, und in denen Materialien oder Güter hergestellt, verarbeitet oder gelagert werden	Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Getränke, Industrie- und Speiseeis, Raffinerien, Kühlhallen, Molkereien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche in Supermärkten
^a Die Liste der Beispiele ist nicht vollständig.		

Risikobeurteilung allgemein

- Wie gehe ich vor?
- Prüfung der Toxizität
 - aus EN 378
 - Tabelle C1

Toxizität

Toxizitätsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs		Aufstellungsort-Klassifikation			
			I	II	III	IV
A	a		Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3		Keine Begrenzung der Füllmenge ^a	Die auf der Toxizität beruhenden Anforderungen an die Füllmenge sind in Abhängigkeit vom Ort des belüfteten Gehäuses nach dem Aufstellungsort I, II oder III zu beurteilen
	b	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a		
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a			
	c	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3			
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a			
B	a		Für dauerhaft geschlossene Sorptionsanlagen: Toxizitätsgrenze × Raumvolumen und nicht mehr als 2,5 kg; alle weiteren Anlagen, Toxizitätsgrenze × Raumvolumen		Keine Begrenzung der Füllmenge ^a	
	b	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen	Füllmenge nicht mehr als 25 kg ^a		
		Personendichte < 1 Person je 10 m ²	Füllmenge nicht mehr als 10 kg ^a	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a		
		Andere		Füllmenge nicht mehr als 25 kg ^a		
	c	Personendichte < 1 Person je 10 m ²	Füllmenge nicht mehr als 50 kg ^a und Notausgänge sind vorhanden	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a		
		Andere	Füllmenge nicht mehr als 10 kg ^a	Füllmenge nicht mehr als 25 kg ^a		

^a für die Aufstellung im Freien gilt EN 378-3:2016+A1:2020 4.2, und für Maschinenräume gilt EN 378-3:2016+A1:2020 4.3.

Brennbarkeit

Brennbarkeitsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs		Aufstellungsort-Klassifikation			
			I	II	III	IV
2L	a	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^a \times 1,5$		Keine Begrenzung der Füllmenge ^c	Füllmenge des Kältemittels nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$
		Andere Anwendungen	20 % \times LFL \times Raumvolumen und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
	b	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
		Andere Anwendungen	20 % \times LFL \times Raumvolu- men und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	20 % \times LFL \times Raumvolumen und nicht mehr als 25 kg ^c oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$		
	c	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder Nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
		Andere Anwendungen	20 % \times LFL \times Raumvolumen und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	20 % \times LFL \times Raum-volumen und nicht mehr als 25 kg ^c oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$		
		< 1 Person je 10 m ²	20 % \times LFL \times Raumvolumen und nicht mehr als 50 kg ^a oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	Keine Begrenzung der Füllmenge ^c		

Brennbarkeit

Brennbarkeitsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs		Aufstellungsort-Klassifikation				
			I	II		III	IV
2	a	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als m_2^a			Keine Begrenzung der Füllmenge ^c	Füllmenge des Kältemittels nicht mehr als m_3^b
		Andere Anwendungen	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als m_2^a				
	b	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als m_2^a				
		Andere Anwendungen	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als m_2^a				
	c	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als m_2^a				
		Andere Anwendungen	Unterirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als m_2^a			
			Oberirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 10 kg ^c	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 25 kg ^c		

Brennbarkeit

Brennbarkeitsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs		Aufstellungsort-Klassifikation				
			I	II		III	IV
3	a	Menschlicher Komfort		Nach C.2 und nicht mehr als m_2 bzw. 1,5 kg		Nicht mehr als 5 kg ^c	Füllmenge des Kältemittels nicht mehr als m_3 ^b
		Andere Anwendungen	Unterirdisch	Nur dauerhaft geschlossene Anlagen: 20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 1 kg			
			Oberirdisch	Nur dauerhaft geschlossene Anlagen: 20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 1,5 kg			
	b	Menschlicher Komfort		Nach C.2 und nicht mehr als m_2 bzw. 1,5 kg		Nicht mehr als 10 kg ^c	
		Andere Anwendungen	Unterirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 1 kg ^a			
			Oberirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 2,5 kg			
	c	Menschlicher Komfort		Nach C.2 und nicht mehr als m_2 bzw. 1,5 kg		Keine Begrenzung der Füllmenge ^c	
		Andere Anwendungen	Unterirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 1 kg ^c			
			Oberirdisch	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 10 kg ^c	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 25 kg ^c		

^a $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$.

^b $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$.

^c Für die Aufstellung im Freien gilt A1 EN 378-3:2016+A1:2020 A1, 4.2, und für Maschinenräume gilt A1 EN 378-3, 2016+A1:2020 A1, 4.3.

Aufstellung im Freien

4.2 Kältetechnische Komponenten für die Aufstellung im Freien

Kälteanlagen, die im Freien aufgestellt sind, sind so anzuordnen, dass kein Kältemittel durch Leckage in das Gebäude gelangen oder auf andere Weise Personen oder Eigentum gefährden kann. Das Kältemittel darf bei einer Leckage nicht in Belüftungsöffnungen für Frischluft, Türöffnungen, Bodenklappen oder ähnliche Öffnungen eindringen können. Eine Schutzabdeckung für im Freien aufgestellte kältetechnische Komponenten muss mit einer natürlichen oder Zwangsbelüftung versehen sein.

Als Aufstellung im Freien gilt die Aufstellung in einem Raum, bei dem mindestens eine der längeren Wände nach außen hin offen, d. h. mit Luftschlitzen mit einer freien Fläche von 75 % versehen ist, die mindestens 80 % der Wandfläche abdecken (oder bei mehr als einer Außenwand eine entsprechend gleich große Fläche).

Bei Kälteanlagen, die im Freien an einem Ort aufgestellt werden, an dem sich freigesetztes Kältemittel ansammeln kann, z. B. unter Erdgleiche, müssen bei der Aufstellung die Anforderungen an Gasnachweissysteme und die Belüftung von Maschinenräumen (siehe 5.13, Abschnitt 8 und Abschnitt 9) erfüllt werden. Für Kältemittel der Klassen 2L, 2 und 3 müssen die Anforderungen bezüglich Zündquellen nach EN 378-2:2016, 6.2.14, angewandt werden, sofern zutreffend.

Brennbare Kältemittel EN 378 - 2

6.2.14 Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren

Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln müssen so hergestellt sein, dass ausgetretenes Kältemittel nicht in Bereiche fließt oder sich in Bereichen ansammeln kann, in denen Komponenten und Apparate eingebaut sind, die unter normalen Betriebsbedingungen oder bei einer Leckage betätigt werden und dann eine Zündquelle darstellen könnten, wodurch Brand- oder Explosionsgefahren entstehen

Kälteanlagen, die in den Anwendungsbereich der Normenreihe EN 60335 fallen und mit diesen Normen übereinstimmen, gelten als Anlagen, die die Anforderungen dieses Abschnitts erfüllen.

Aufstellung in einem Maschinenraum

4.3 Kältetechnische Komponenten für die Aufstellung in einem Maschinenraum

Wird für die Unterbringung der kältetechnischen Komponenten ein Maschinenraum gewählt, muss dieser die Anforderungen in 5.1 bis 5.14 erfüllen.

Es muss eine Risikoanalyse auf Grundlage des Sicherheitskonzeptes für die Kälteanlage durchgeführt werden (entsprechend den Angaben des Herstellers unter Beachtung der Füllmenge und Sicherheitsklassifikation des verwendeten Kältemittels), um zu ermitteln, ob die Aufstellung der Kälteanlage in einem separaten Kältemaschinenraum erforderlich ist.

ANMERKUNG 1 Nationale Vorschriften enthalten möglicherweise spezifische Anforderungen an die Verwendung separater Kältemaschinenräume.

Bei Anlagen unter Erdgleiche mit brennbaren Kältemitteln der Klasse 3 und einer Füllmenge von mehr als „m₂“ muss ein zusätzlicher Gasdetektor und ein akustischer/visueller Alarm eingesetzt werden, der die Anforderungen an Detektoren in dieser Norm erfüllt.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Anforderungen können für Kälteanlagen mit Kältemitteln B2L, B2, B3, A2L, A2 und A3 erforderlich sein, wie unter 5.14 festgelegt.

ANMERKUNG 3 Ist ein Gehäuse ausreichend groß, um von Personen betreten zu werden, ist es als Maschinenraum zu betrachten.

Kapitel 5.1 EN 378 Teil 3

- Zugang
- Belüftung
- Luftverdichter
- Offene Flamme
- Lagerung
- Not-Fernabschaltg.
- Öffnungen
- Rohrleitungen
- Beleuchtung (Not)
- Zugänglichkeit
- Notfall
- Türen
- Wände, Böden, Decke
- Lüftung

Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)
- Risikobeurteilung allgemein
- **Risikobeurteilung brennbare Kältemittel**
- Gefährdungsbeurteilung

Brennbare Kältemittel

- Kapitel 5.14 EN 378 Teil 3
- Für Kältemittel A2L; A2; A3; B2L; B2; B3
- Vorgaben für z.B. mechanische Lüftung

$$\dot{V} = 0,014 \times m^{2/3} \quad (1)$$

Dabei ist

\dot{V} der Luftdurchsatz, in m^3/s ;

m die Masse der Kältemittel-Füllmenge, in kg, in der Kälteanlage mit der größten Füllmenge, die sich mit irgendeinem Teil in dem Maschinenraum befindet;

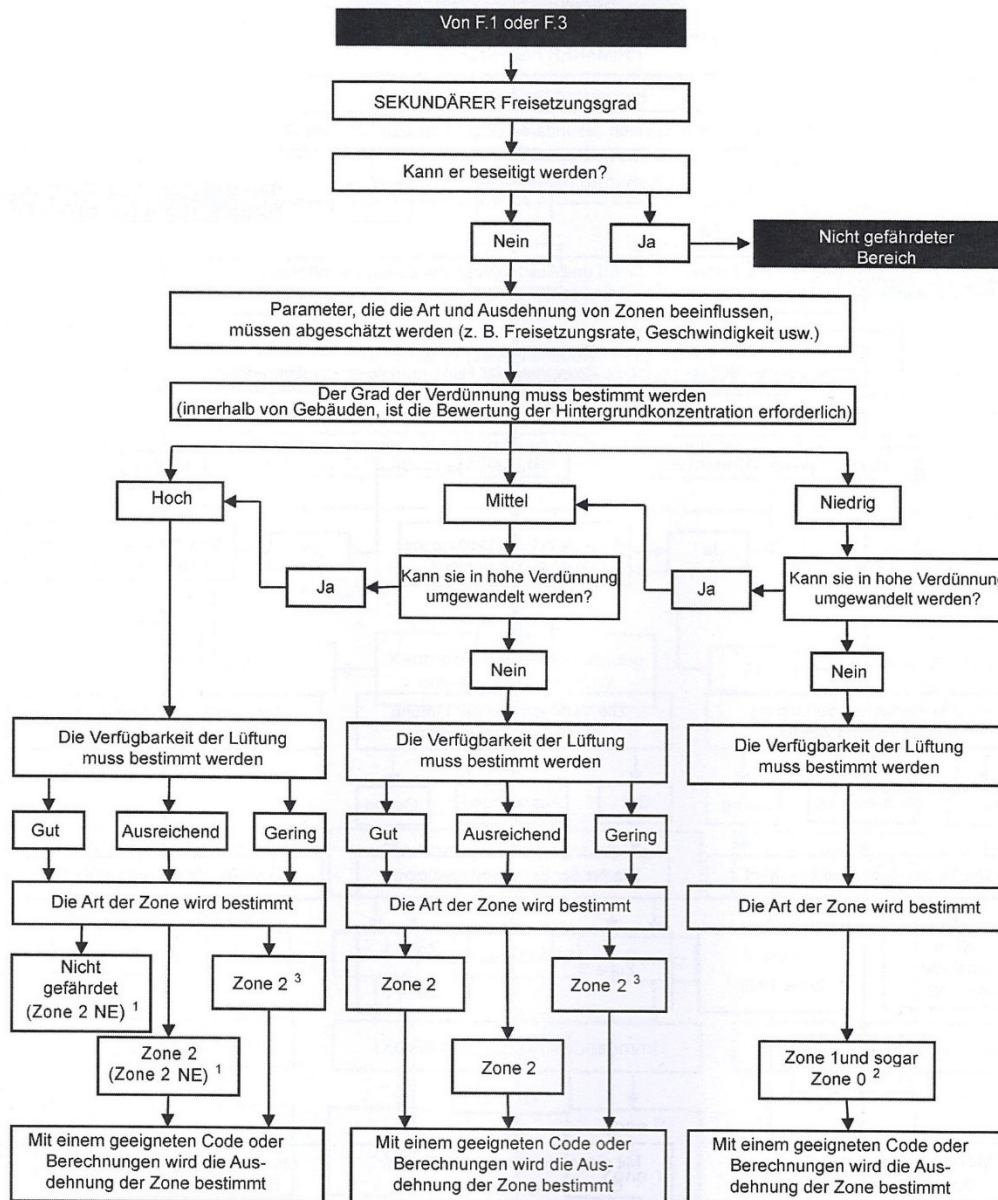
0,014 ein Umrechnungsfaktor mit Einheiten $\text{m}^3/\text{s kg}^{2/3}$.

Brennbare Kältemittel

- TRGS 722 (Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische)
 - technisch dicht
 - Leckagen sind nicht ausgeschlossen
 - Flansch mit glatter Dichtleiste
 - auf Dauer technisch dicht
 - Leckagen können ausgeschlossen werden
 - Löt- oder Schweißverbindungen

Brennbare Kältemittel

- Methodik zur Risikobewertung DIN EN 15198
- Explosionsfähige Atmosphäre DIN EN 1127-1
 - Entzündbarkeitseigenschaften (UEG, OEG)
 - Zündquellen
 - Mindestzündenergie
 - Selbstentzündungstemperatur
 - Heiße Oberflächen



Ex-Zoneneinteilung

Zone 0 ständig Explosionsgefahr

Zone 1 im Normalbetrieb möglich

Zone 2 im Normalbetrieb ist nicht damit zu rechnen

DIN EN IEC 60079-10-1

Sekundärer Freisetzungsgrad = tritt im Normalbetrieb nicht auf und wenn dann selten und kurzfristig

Kennzeichnung des Maschinenraums



Zutrittsbeschränkung



Rauchen und offene Flamme verboten
Schweißerlaubnis!



So ein Schild bitte nur im äußersten Fall

Agenda

- Allgemeine Grundsätze (Maschinenrichtlinie)
- Risikobeurteilung Grundsätze (ISO 12100)
- Risikobeurteilung allgemein
- Risikobeurteilung brennbare Kältemittel
- **Gefährdungsbeurteilung**

Gefährdungsbeurteilung

Keine Gefährdungsbeurteilung ohne Risikoanalyse

Der Betreiber hat eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen

Der Errichter einer Anlage muss eine Risikoanalyse zur Verfügung stellen

Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung

§ 618 Pflicht zu Schutzmaßnahmen **Quelle: BGB**

(1) Der Dienstberechtigte hat Räume, Vorrichtungen oder Gerätschaften, die er zur Verrichtung der Dienste zu beschaffen hat, so einzurichten und zu unterhalten und Dienstleistungen, die unter seiner Anordnung oder seiner Leitung vorzunehmen sind, so zu regeln, dass der Verpflichtete gegen Gefahr für Leben und Gesundheit soweit geschützt ist, als die Natur der Dienstleistung es gestattet.

§ 104 Beschränkung der Haftung der Unternehmer **Quelle: 7. Sozialgesetzbuch**

(1) Unternehmer sind den Versicherten, die für ihre Unternehmen tätig sind oder zu ihren Unternehmen in einer sonstigen die Versicherung begründenden Beziehung stehen, sowie deren Angehörigen und Hinterbliebenen nach anderen gesetzlichen Vorschriften zum Ersatz des Personenschadens, den ein Versicherungsfall verursacht hat, nur verpflichtet, wenn sie den Versicherungsfall vorsätzlich oder auf einem nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 bis 4 versicherten Weg herbeigeführt haben. Ein Forderungsübergang nach § 116 des Zehnten Buches findet nicht statt.

Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung

§ 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

- (1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.
- (2) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.

§ 6 Dokumentation

- (1) Der Arbeitgeber muß über die je nach Art der Tätigkeiten und der Zahl der Beschäftigten erforderlichen Unterlagen verfügen, aus denen das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die von ihm festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes und das Ergebnis ihrer Überprüfung ersichtlich sind. Bei gleichartiger Gefährdungssituation ist es ausreichend, wenn die Unterlagen zusammengefaßte Angaben enthalten.

Quelle: Arbeitsschutzgesetz

Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung

§ 3 Gefährdungsbeurteilung

(1) Der Arbeitgeber hat vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung. Für Aufzugsanlagen gilt Satz 1 nur, wenn sie von einem Arbeitgeber im Sinne des § 2 Absatz 3 Satz 1 verwendet werden.

§ 4 Grundpflichten des Arbeitgebers

- (1) Arbeitsmittel dürfen erst verwendet werden, nachdem der Arbeitgeber
1. eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt hat,
 2. die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und
 3. festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Quelle: Betriebssicherheitsverordnung

Risiko (Wahrscheinlichkeit)(Nach Nohl)

Wahrscheinlichkeit des Wirksamwerdens der Gefährdung	Leichte Verletzungen oder Erkrankungen	Mittelschwere Verletzung oder Erkrankung	Schwere Verletzung oder Erkrankung	Möglicher Tod, katastrophal
Sehr gering	1	2	3	4
Gering	2	3	4	5
Mittel	3	4	5	6
Hoch	4	5	6	7

Mögliche Auswirkung

Maßzahl	Risiko	Beschreibung
1-2	Gering	Der Eintritt einer Verletzung oder Erkrankung ist unwahrscheinlich. Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung ist nicht erforderlich
3-4	Mittel (Signifikant)	Der Eintritt einer Verletzung oder Erkrankung ist wahrscheinlich. Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung ist angezeigt.
5-7	Hoch	Der Eintritt der Verletzung oder Erkrankung ist sehr wahrscheinlich. Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung ist dringend erforderlich.

Risikio Faktor

Akzeptables Risiko	1 – 8
Maßnahmen erforderlich	9 – 14
Maßnahmen müssen sofort umgesetzt werden	15 – 25

[Risikobewertung_Beiispiel.xlsx](#)

[12 Gefaehrdungsbeurteilung Gefahrstoffe.xlsx](#)

[Kopie von Gefährdungsbeurteilung Kältemaschinen1+2.xlsx](#)

[Gefahrenanalyse NH 3.pdf](#)

Ex-Schutz Dokument

DGUV Information 213-106

[Ex-doku Kälteanlage-Vorlage.docx](#)

Überwachungsbedürftige Anlagen

§ 15 Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen

(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass überwachungsbedürftige Anlagen vor erstmaliger Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen geprüft werden. Bei der Prüfung ist festzustellen,

1. ob die für die Prüfung benötigten technischen Unterlagen, wie beispielsweise eine EG-Konformitätserklärung, vorhanden sind und ihr Inhalt plausibel ist und
2. ob die Anlage einschließlich der Anlagenteile entsprechend dieser Verordnung errichtet oder geändert worden ist und sich auch unter Berücksichtigung der Aufstellbedingungen in einem sicheren Zustand befindet.

Die Prüfung ist nach Maßgabe der in Anhang 2 genannten Vorgaben durchzuführen. Prüfinhalte, die im Rahmen von Konformitätsbewertungsverfahren geprüft und dokumentiert wurden, müssen nicht erneut geprüft werden.

Prüfpflichten für Kälteanlagen

Nr.	Druckanlage/Anlagenteil	Prüfungen nach Nr. 4	Prüfungen nach Nr. 5							
			Prüfung der Druckanlage		Prüfung der Anlagenteile					
					äußere Prüfung		innere Prüfung		Festigkeitsprüfung	
		Prüfzuständigkeit	Prüfzuständigkeit	Höchstfrist	Prüfzuständigkeit	Höchstfrist	Prüfzuständigkeit	Höchstfrist	Prüfzuständigkeit	Höchstfrist
7.2	Kälte- und Wärmepumpenanlagen, die mit folgenden Fluiden in geschlossenen Kreisläufen betrieben werden									
	a) mit Fluiden der Fluidgruppe 1 nach Nr. 2.3 Buchstabe b	Die Prüfzuständigkeit ergibt sich aus Nr. 6 Tabelle 3, 5, 8, 10	wenn ZÜS wenn bP	5 Jahre 10 Jahre	Die Prüfzuständigkeit ergibt sich aus Nr. 6 Tabelle 3, 5, 8, 10 entfällt wiederkehrende Prüfungen der Anlagenteile müssen nur durchgeführt werden, wenn das Anlagenteil zu Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb genommen wird					
	b) mit allen anderen Fluiden, die nicht unter Fluidgruppe 1 genannt sind	Die Prüfzuständigkeit ergibt sich aus Nr. 6 Tabelle 4, 6, 9, 11	ZÜS/bP	10 Jahre	Die Prüfzuständigkeit ergibt sich aus Nr. 6 Tabelle 4, 6, 9, 11 entfällt wiederkehrende Prüfungen der Anlagenteile müssen nur durchgeführt werden, wenn das Anlagenteil zu Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb genommen wird					

Fluidgruppe 1: brennbare Fluide

Fluidgruppe 2: alle anderen

Betriebssicherheitsverordnung

Prüfzuständigkeiten

Tabelle 3
Prüfzuständigkeiten bei Druckbehältern und
ortsbeweglichen Druckgeräten nach Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe a und e
für Gase, Dämpfe und überhitzte Flüssigkeiten der Fluidgruppe 1

	V [Liter]	PS [Bar]	PS · V [Bar · Liter]	Prüfungen nach Nr. 4	Prüfungen nach Nr. 5
1	$1 < V \leq 200$	$> 0,5$	$25 < PS \cdot V \leq 200$	bP TRBS 1203	bP
2	> 200	$0,5 < PS \leq 1$			
3	≤ 1	$200 < PS \leq 1\,000$		ZÜS	bP
4	> 1	> 1	$200 < PS \cdot V \leq 1\,000$		
5	≤ 1	$> 1\,000$		ZÜS	ZÜS
6	> 1	> 1	$> 1\,000$		

Prüfungen nach Nr. 4: Vor Inbetriebnahme

Prüfungen nach Nr. 5: Wiederkehrende Prüfung

Prüfzuständigkeiten

Tabelle 4
Prüfzuständigkeiten bei Druckbehältern und
ortsbeweglichen Druckgeräten nach Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe a und e
für Gase, Dämpfe und überhitzte Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2

	V [Liter]	PS [Bar]	$PS \cdot V$ [Bar · Liter]	Prüfungen nach Nr. 4	Prüfungen nach Nr. 5
1	$1 < V \leq 200$	$> 0,5$	$50 < PS \cdot V \leq 200$	bP	bP
2	> 200	$0,5 < PS \leq 1$			
3	> 1	> 1	$200 < PS \cdot V \leq 1\,000$	ZÜS	bP
4	≤ 1	$> 1\,000$		ZÜS	ZÜS

Prüfungen nach Nr. 4: Vor Inbetriebnahme
 Prüfungen nach Nr. 5: Wiederkehrende Prüfung

Vielen Dank!