Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1	**Brennbare Gase, Dämpfe, Nebel**	**Handhaben brennbarer Gase**			
1.1	**Umgebung geschlossener gasführender Apparate, Behälter und Rohrleitungen - Allgemeines**				
1.1.1	**In Räumen**	**a) Bildung von g. e. A. nicht zu erwarten.**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Das Auftreten von g. e. A. ist nur selten und dann auch nur kurzzeitig in der Umgebung von Austrittstellen möglich (z. B. an Probenahmestellen, Entwässerungseinrichtungen, Pumpen, deren technische Dichtheit auf Dauer nicht gewährleistet ist).			
		b1) Objektabsaugung	4.6.4 4.5.3	Zone 2: Nahbereich in Abhängigkeit von der Freisetzungsrate und der Lüftung	keine
		b2) Konstruktion technisch dicht, nur geringe Leckagemöglichkeiten vorhanden.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: Nahbereich in Abhängigkeit von der Freisetzungsrate und der Lüftung	keine
		c) Das Auftreten von g. e. A. ist gelegentlich möglich z. B. an Umfüllanschlussstellen. Raum mit technischer Lüftung.			
		c1) Gase schwerer als bzw. gleich schwer wie Luft.	4.5.4 4.6.3	Zone 1: 1 m Zone 2: weitere 3 m	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.1.1	(In Räumen)	c2) Gase leichter als Luft	4.5.4 4.6.3	Zone 1: Nahbereich Zone 2: weitere 2 m oberhalb der Austrittstelle	keine
		d) Wie c), jedoch Raum nur mit natürlicher Lüftung.			
		d1) Gase schwerer als bzw. gleich schwer wie Luft.	4.5.4 4.6.2	Zone 1: 3 m Zone 2: weitere 6 m	keine
		d2) Gase leichter als Luft, Deckenöffnung ins Freie vorhanden.	4.5.4 4.6.2	Zone 1: 1 m Zone 2: weitere 3 m oberhalb der Austrittstelle	keine
1.1.2	**Im Freien**	Wie 1.1.1, <u>aber:</u> Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2	**Fallbeispiele - mögliche praxisnahe Varianten der Umsetzung von Nr. 1.1**	**Gasführende Anlagen**			
1.2.1	**Lagern, Bereithalten und Entleeren von ortsbeweglichen Druckgasbehältern mit Gasen (außer Flüssiggas, siehe 1.2.2 und 1.2.3)**	**Ortsbewegliche Druckgasbehälter sind z. B. Druckgasflaschen, -bündel oder Druckfässer. Bereitgehaltene ortsbewegliche Druckgasbehälter können an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sein, jedoch ist das Absperrventil der Druckgasbehälter verschlossen, sofern keine automatische Umschaltung vorhanden ist. Druckgasflaschen sind gegen Umfallen oder Herabfallen gesichert und stehend gelagert.** *Hinweis 1:* *Die Absperrventile müssen beim Lagern fest verschlossen und mit den vorgesehenen Schutzeinrichtungen versehen sein (z. B. Ventilschutzkappen, Verschlussmuttern).* *Hinweis 2:* *Sicherheitsschränke für Druckgasflaschen sind stets mit einer technischen Lüftung zu betreiben.*			
1.2.1.1	**In Räumen**	**In Sicherheitsschränken siehe 1.2.1.2.**			
1.2.1.1.1	**Lagern**	**Lagerraum mit natürlicher Be- und Entlüftung; wobei die Lüftungsquerschnitte mindestens je 1/100 der Bodenfläche betragen, oder mit technischer Lüftung mit Luftwechsel größer oder gleich 2. Eine diagonale Anordnung der Lüftung wird empfohlen.**			

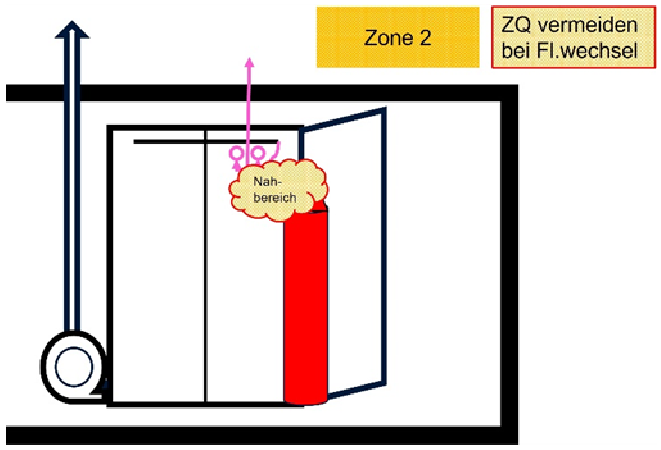
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.1.1	(Lagern)	**Druckgasbehälter bzw. deren Absperrventile werden im Füllwerk auf Dichtheit geprüft und sachgemäß transportiert. Sichtbare Mängel sind nicht erkennbar und Druckgasbehälter sind noch nicht zum Entleeren angeschlossen.** *Hinweis 1:* *Das Lagern von ortsbeweglichen Druckgasbehältern erfolgt nach den Anforderungen der TRGS 510.* *Hinweis 2:* *Im Lagerraum darf sich keine Gasversorgungsanlage befinden.* *Hinweis 3:* *Die geforderte Lüftung dient der Vermeidung von g. e. A. durch Akkumulation aufgrund nicht entdeckter Kleinstleckagen.*			
		a) Druckgasflaschen (keine Bündel) in ausschließlich ungeöffnetem Zustand.	4.5.3 4.6.2	keine Zone	keine
		b) Druckgasflaschen (teilentleerte oder leere, keine Bündel) mit geschlossenem Absperrventil. Dichtheit des Absperrventils ist durch Prüfung, z. B. mit schaumbildenden Mitteln nachgewiesen. Die Dichtheitsprüfung des geschlossenen Absperrventils wird umgehend nach jedem Trennen von der Gasversorgungsanlage vor der Einlagerung durchgeführt. Keine nachträgliche Manipulation am Entnahmeventil.	4.5.3 4.6.2	keine Zone	keine

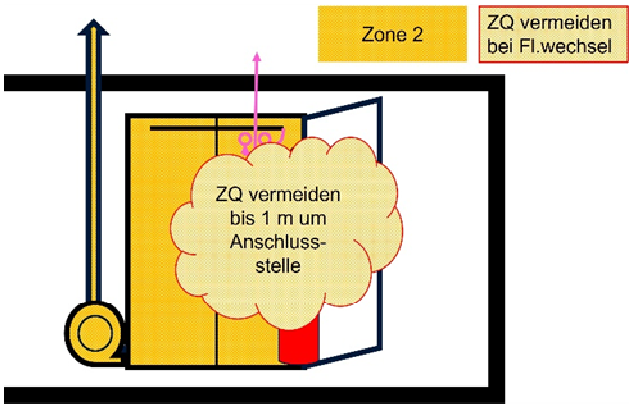
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.1.1.2	**Bereithalten, Entleeren**	**Zum Zeitpunkt eines Wechsels der ortsbeweglichen Druckgasbehälter ist betriebsbedingt von einem kurzzeitigen Gasaustritt an der/n Anschlussstelle/n auszugehen, ansonsten ist die komplette gasführende Anlage technisch dicht ausgeführt. Dichtheitsprüfungen werden sowohl beim Anschließen als auch beim Trennen von Druckgasbehältern durchgeführt. Ein Gasaustritt aufgrund von Kleinstleckagen oder sich verändernder Dichtungen kann nur ausgeschlossen werden, wenn** – **O-Ringe bei Handanschlüssen mit Ringnuten oder** – **Kunststoffflachdichtungen bei Anschlüssen mit 6-kant Überwurfmuttern mit speziellen Anforderungen, z. B. PCTFE oder PVDF** – **bei Flachdichtungen Dichtflächen am Flaschenventil und an der Anschlusstülle mit Ringnuten** **verwendet werden. Des Weiteren müssen die 6-kant Überwurfmuttern fest angezogen sein. Bei Kunststoffflachdichtungen sind die Anschlüsse nach 12 bis 24 Stunden nochmals nachzuziehen und auf Dichtheit zu prüfen.** **Die Ableitung der Überdrucksicherung der Druckregler oder Druckregelstationen erfolgt gefahrlos ins Freie.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.1.2	(Bereithalten, Entleeren)	**a) Beim Druckgasbehälterwechsel ist nicht mit g. e. A. zu rechnen, weil die austretende Gasmenge auf das eingeschlossene Volumen zwischen Absperrventil des Druckgasbehälters und Druckregler-Eingangsbereichs begrenzt und dessen Druck auf Umgebungsdruck sicher reduziert wird. Das resultierende Volumen an Brenngas/Luft-Gemisch ist nicht gefahrdrohend.** **Rückströmen des Gases ist technisch verhindert, z. B. durch schließende Druckregler, Absperr- oder Gasrücktrittventil.** **Angeschlossene Druckgasflaschen werden mit geschlossenem Flaschenventil bereitgehalten.** **Das schleichende unerkannte Auftreten von Undichtigkeiten ist gemäß Punkt 1.2.1.1.2 verhindert oder wird durch regelmäßige Dichtheitsprüfung, z. B. mit schaumbildenden Mitteln, vor dem jeweiligen Einsatz mit kurzfristiger Nutzung (max. 1 Tag), rechtzeitig erkannt und behoben.**	4.5.3 4.6.2	keine Zone: jedoch sind Zündquellen beim Wechsel der Druckgasbehälter im Nahbereich um die Anschlussstelle zu vermeiden	keine
		b) Wie a), jedoch kann beim Flaschenwechsel in seltenen Fällen kurzzeitig g. e. A. auftreten.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: im Nahbereich, Zündquellen sind beim Wechsel der Druckgasbehälter 1 m um die Anschlussstelle zu vermeiden	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.1.2	(Bereithalten, Entleeren)	**c) Wie a), jedoch wird eine Undichtigkeit einer Dichtung nicht rechtzeitig erkannt.**			
		c1) Raum mit technischer Lüftung, Gase leichter als Luft, Ansammlung im Deckenbereich sicher verhindert.	4.5.3 4.6.3	Zone 1: 0,5 m um die Anschlussstelle Zone 2: weitere 2 m oberhalb der Anschlussstelle	keine
		c2) Raum mit technischer Lüftung, Gase schwerer als Luft.	4.5.3 4.6.3	Zone 1: 1 m um die Anschlussstelle Zone 2: weitere 3 m um die Anschlussstelle	keine
		c3) Wie c1), jedoch Raum nur mit natürlicher Lüftung, Deckenöffnung ins Freie vorhanden.	4.5.3 4.6.2	Zone 1: 1 m um die Anschlussstelle Zone 2: weitere 3 m um die Anschlussstelle	keine
		c4) Wie c2), jedoch Raum nur mit natürlicher Lüftung.	4.5.3 4.6.2	Zone 1: 3 m um die Anschlussstelle Zone 2: weitere 2 m um die Anschlussstelle	keine
		d) Wie b), jedoch kann eine Undichtigkeit einer Dichtung trotz Dichtheitsprüfung beim Druckgasflaschenwechsel auf Dauer nicht vollständig ausgeschlossen werden.	4.5.3 4.6.2	Zone analog der Beispiele 1.2.1.1.2 c)	keine
		e) Betriebsbedingte Austrittsstelle vorhanden, z. B. Rückströmen aus Rohrleitungen nicht sicher verhindert.			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.1.2	(Bereithalten, Entleeren)	*Hinweis:* *Das betriebsbedingte Freisetzen größerer Mengen innerhalb geschlossener Räume ist in der Regel aus Gründen des Gesundheitsschutzes nicht zulässig: Nichteinhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes.*			
1.2.1.2	**Lagern, Bereithalten, Entleeren in Sicherheitsschränken**	**Der Sicherheitsschrank ist für ein geometrisches Gesamtflaschenvolumen von max. 220 Litern ausgelegt, wobei im Sicherheitsschrank befindliche Druckgasflaschen auch zur Entleerung angeschlossen sein können. Ein der Norm DIN EN 14470 Teil 2 entsprechender Sicherheitsschrank mit einer Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten wird mit einem mindestens 10fachen Luftwechsel betrieben. Sicherheitsschränke gemäß DIN EN 14470 Teil 2 müssen mit einer Zu- und Abluftführung angeschlossen sein. Die Abluft muss aus dem Sicherheitsschrank direkt über eine technische Lüftung aus dem Raum geführt werden.** **Die Ableitung der Überdrucksicherung der Druckregler oder Druckregelstationen erfolgt nicht in den gleichen Raum, sondern gefahrlos ins Freie oder an einen anderen geeigneten sicheren Ort.** *Hinweis:* *Bei einem Wechsel angeschlossener Druckgasflaschen entweicht zumindest eine geringe Menge brennbares Gas. Zudem ist bei geöffneten Türen des Sicherheitsschrankes dessen Lüftung nicht ausreichend wirksam.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.2	(Lagern, Bereithalten, Entleeren in Sicherheitsschränken)	**a) Lagern und Bereithalten von Druckgasflasche(n) in ungeöffnetem Zustand direkt vom Hersteller oder Druckgasflaschen, die nach Benutzung auf technische Dichtheit (z. B. mit schaumbildenden Mitteln) geprüft wurden (Bereithaltung mit fest verschlossenen Flaschenabsperrventilen und Druckgasflaschen sind mit den vorgesehenen Schutzeinrichtungen versehen).**	4.5.3 4.6.3	keine Zone	keine
		b) Sicherheitsschrank entsprechend DIN EN 14470 Teil 2 betrieben mit mindestens 10fachem Luftwechsel. Keine g. e. A. bei Druckgasflaschenwechsel. Durch spezielle Dichtungen und spezielle Anforderungen (siehe 1.2.1.1.2) wird ein Gasaustritt an den Verbindungsstellen vermieden.	4.6.3	keine Zone im Schrank, aber bei geöffnetem Schrank sind Zündquellen beim Flaschenwechsel im Nahbereich um die Anschlussstelle zu vermeiden	keine
					

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.1.2	(Lagern, Bereithalten, Entleeren in Sicherheitsschränken)	**c) Wie b), jedoch kann beim Flaschenwechsel in seltenen Fällen kurzzeitig g. e. A. auftreten.**	4.6.3	Zone 2: im Schrank, aber bei geöffnetem Schrank sind Zündquellen beim Flaschenwechsel bis 1 m um die Anschlussstelle zu vermeiden 	keine
1.2.1.3	**Im Freien**	Wie 1.2.1.1.1 und 1.2.1.1.2, <u>aber</u>: Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.		Wird im Nahbereich um die Anschlussstellen keine Zone festgelegt, so sind dennoch beim Wechsel der Druckgasbehälter Zündquellen im Nahbereich zu vermeiden	

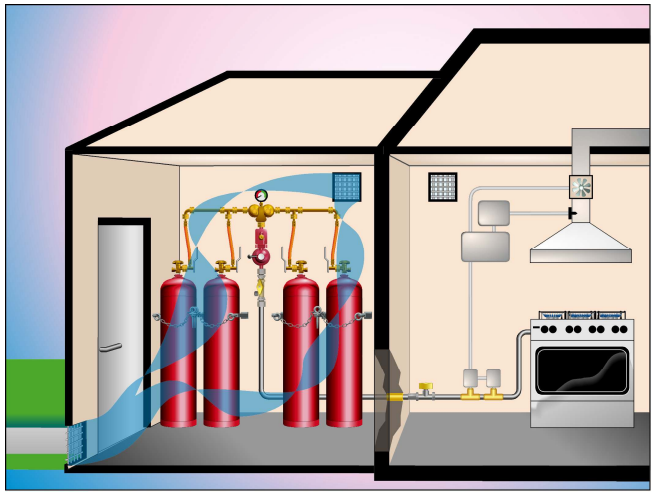
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.1.4	**Entnahmestellen**	**Entnahmestellen sind aufgebaut mit: Absperrventil, Entnahmestellendruckregler (optional) und Sicherheitseinrichtung mit Mehrfachfunktion nach DIN EN 730-1. An der Entnahmestelle erfolgt keine bestimmungsgemäße Gasfreisetzung. Die eigentliche Schlauchanschlussstelle ist hinsichtlich Zoneneinteilung separat zu betrachten (siehe 1.2.1.5).**			
		a) Entnahmestellen sind auf Dauer technisch dicht ausgeführt.	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Entnahmestellen sind technisch dicht ausgeführt, durch regelmäßige Kontrollen werden bereits geringe Leckagen frühzeitig erkannt und behoben, so dass keine g. e. A. auftritt.	4.5.2	keine Zone	keine
		c) Entnahmestellen sind technisch dicht ausgeführt, durch regelmäßige Kontrollen werden Leckagen frühzeitig erkannt und behoben, so dass g. e. A. nur selten und kurzzeitig auftritt.	4.5.3	Zone 2: Nahbereich in Abhängigkeit von der Freisetzungsrate und der Lüftung	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.1.5	**Schläuche und Schlauchanschlussstellen**	**a) Ein An- und Abschließen von Schläuchen nach DIN EN ISO 3821 erfolgt bei geschlossenem Absperrventil und im drucklosen Zustand des Gummischlauches. Natürliche Lüftung vorhanden. Bildung einer g. e. A. ist nicht zu erwarten.**	4.6.2	keine Zone, jedoch sind Zündquellen im Nahbereich um die Anschlussstelle zu vermeiden	keine
		b) Ein An- und Abschließen von Schläuchen nach DIN EN ISO 3821 erfolgt bei geschlossenem Absperrventil und bei Verwendung von Schlauchkupplungen mit selbstständigen Gassperren nach DIN EN 561. Natürliche Lüftung vorhanden. Bildung einer g. e. A. ist nicht zu erwarten.	4.6.2	keine Zone, jedoch sind Zündquellen im Nahbereich um die Anschlussstelle zu vermeiden	keine
1.2.2	**Entleeren von Flüssiggas-Flaschenanlagen sowie Bereithalten und Lagern von Flüssiggasflaschen**	**Zum Zeitpunkt eines Wechsels der Flüssiggasflasche(n) ist betriebsbedingt von einem kurzzeitigen Gasaustritt auszugehen. Wird nach jedem Flaschenwechsel die Dichtheit von Verbindungsstellen durch Prüfung nachgewiesen, ist g. e. A. nicht zu erwarten. Die Dichtheitsprüfung ist unter Betriebsdruck mit z. B. schaumbildenden Mitteln durchzuführen.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.2.1	**Entleeren in Räumen** 	**Entnahme aus der Gasphase in Raum mit natürlicher Lüftung.** **a) Einzelne Flasche mit direkt an das Flaschenabsperrventil angeschlossener Druckregeleinrichtung.** **Beim Flaschenwechsel ist mit g. e. A. nicht zu rechnen, wenn die austretende Gasmenge auf das eingeschlossene Volumen zwischen Flaschenventil-Ausgangsbereich und Druckregeleinrichtung-Eingangsbereich begrenzt ist.** **Bei dieser Betrachtung wird vorausgesetzt, dass vor und für den Zeitraum des Flaschenwechsels entweder**	4.5.4 4.6.2	keine Zone Jedoch sind betriebsmäßige Zündquellen im Nahbereich des Flaschenabsperrventils bzw. der Druckregeleinrichtung während des Flaschenwechsels zu vermeiden.	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.1	(Entleeren in Räumen)	**1. zuerst das Flaschenventil geschlossen wird; das im Leitungssystem befindliche Gas wird verbrannt und anschließend wird die zugehörige Absperreinrichtung der Verbrauchseinrichtung geschlossen oder** **2. zuerst die Verbrauchseinrichtung über die zugehörige Absperreinrichtung geschlossen wird; dabei geht die Druckregeleinrichtung in den Schließdruck. Anschließend wird das Flaschenventil geschlossen.** **Die beim Flaschenwechsel zu betrachtende Gasmenge berechnet sich hierbei aus dem Volumen, das zwischen dem geschlossenen Flaschenabsperrventil und der in der Anlage eingebauten Druckregeleinrichtung* vorhanden ist. Wenn das austretende Gasvolumen zwischen dem geschlossenen Flaschenabsperrventil und der Druckregeleinrichtung* bei Umgebungsdruck < 0,2 l beträgt, ist nicht mit einer g. e. A. zu rechnen.** ***Druckregeleinrichtung einschließlich vorhandener Sicherheitseinrichtungen wie**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.1	(Entleeren in Räumen)	- **Überdruck-Sicherheitsabsperreinrichtung (OPSO, früher: SAV) und Überdruck-Abblaseventil mit begrenztem Durchfluss (PRV, früher: Leckgassicherheitsabblaseventil) oder** - **Überdrucksicherungseinrichtung (siehe auch Branchenübergreifende DGUV Regel 110-010 „Verwendung von Flüssiggas“ Abschnitt 5.1.6.** **Wenn bei Mitteldruckanlagen der Schließdruck nicht erreicht wird, kann beim Flaschenwechsel Gas aus dem Leitungssystem und dem Ausgangsbereich der Druckregeleinrichtung in gefahrdrohender Menge entweichen. Um dies auszuschließen, ist vor dem Flaschenwechsel das Flaschenventil der Flüssiggasflasche zu schließen und das im System befindliche Gas zu verbrauchen (z. B. verbrennen).**			
		b) Wie a), jedoch nicht alle Punkte erfüllt.	4.5.4	Zonenfestlegung in Abhängigkeit von Häufigkeit und Freisetzungsrate, jedoch mindestens Zone 2 im Nahbereich	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
					

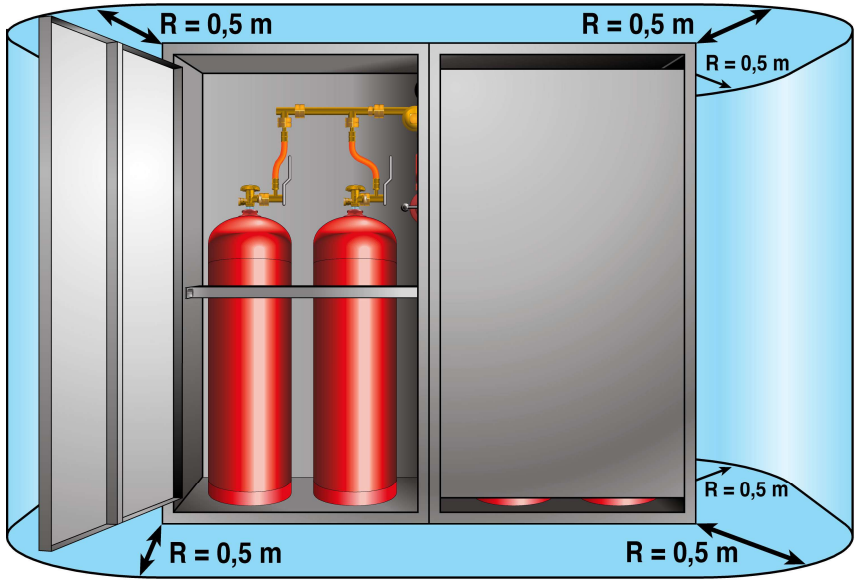
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.1	(Entleeren in Räumen)	**c) Eine Mehrflaschenanlage ist eine Anlage, bei der die Gasentnahme aus mehr als einer Flasche gleichzeitig erfolgen kann. Mehrflaschenanlage im Aufstellungsraum mit nicht direkt angeschlossener Druckregeleinrichtung an der Flüssiggasflasche (ungeregelter Druck steht von den zum Entleeren angeschlossenen Flüssiggasflaschen, den Absperrarmaturen über die Hochdruckschläuche und die jeweilige Seite des Sammelrohres bis zur Druckregeleinrichtung an). Aufstellungsräume besitzen zumindest je eine gegenüberliegende Lüftungsöffnung im Boden- und Deckenbereich von mindestens 100 cm². Die Wände sind öffnungslos und gasdicht auszuführen.** **In Aufstellungsräumen mit Flüssiggasflaschen** • **dürfen sich keine wirksamen Zündquellen befinden** • **müssen Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen den Anforderungen der für die jeweilige Zone geltenden Kategorie gemäß RL 2014/34/EU entsprechen.**	4.5.4 4.6.2	Zone 1: 0,5 m um jede Anschlussstelle und kegelförmig bis zum Boden, am Boden R = 1 m (siehe auch Abb. zu 1.2.2.3) Zone 2: üR sowie außen 0,5 m um die Lüftungsöffnungen	

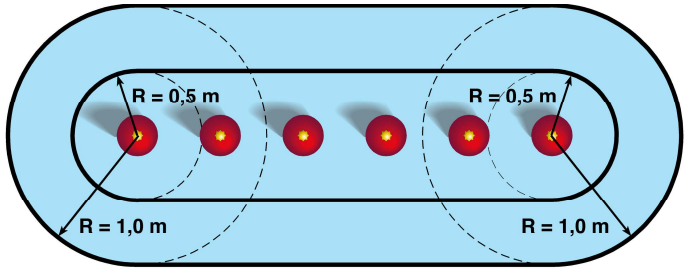
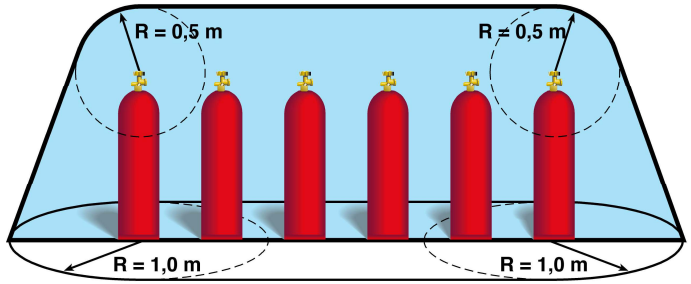
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.1	(Entleeren in Räumen)	*Hinweis:* *Bauliche Ausführung der Aufstellungsräume:* *Aufstellungsräume mit Flüssiggasflaschen müssen:* • *Türen haben, die unmittelbar ins Freie führen und nach außen aufschlagen* • *aus Bauteilen bestehen, die schwer entflammbar oder nicht brennbar sind, ausgenommen Fenster und sonstige Verschlüsse von Öffnungen in Außenwänden.* • *von anderen Räumen entsprechend Feuerwiderstandsklasse F 30 abgetrennt sein.* • *von angrenzenden Räumen mit Brandlasten entsprechend Feuerwiderstandsklasse F 90 abgetrennt sein (bei Aufstellungsräumen mit einer Wärmedämmung genügt eine Abtrennung entsprechend Feuerwiderstandsklasse F 30).* • *von Räumen, die dem Aufenthalt von Menschen dienen (neben, unter oder über dem Aufstellungsraum), entsprechend Feuerwiderstandsklasse F 90 ausgeführt sein.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.2.2	**Lagern und Bereithalten von Flaschen in Räumen**	*Hinweis:* *Flaschen sind gegen Umfallen oder Herabfallen zu sichern und stehend zu lagern. Die Flaschenabsperrventile müssen fest verschlossen und mit den vorgesehenen Schutzeinrichtungen versehen sein (z. B. Ventilschutzkappen, gegebenenfalls Verschlussmuttern).* *Flaschen sind grundsätzlich nicht in Räumen unter Erdgleiche zu lagern.* *Weitere Anforderungen siehe Abschnitt 10.3 der TRGS 510.* *Flaschen dürfen höchstens in der gleichen Anzahl an den Stellen bereitgehalten werden, an denen Flaschen zum Entleeren angeschlossen sind.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.2	(Lagern und Bereithalten von Flaschen in Räumen)	**a) Flasche(n) in ausschließlich ungeöffnetem Zustand.** *Hinweis:* *Bei dieser Betrachtung wird zu Grunde gelegt, dass die Flaschen bzw. die Flaschenabsperrventile im Füllwerk auf Dichtheit geprüft, sachgemäß transportiert werden, keine sichtbaren Mängel aufweisen und noch nicht zum Entleeren angeschlossen wurden.*	4.5.3	keine Zone	keine
		b) Flasche(n) (teil entleerte, leere ungereinigte) mit geschlossenem Flaschenabsperrventil. Dichtheit durch Prüfung nachgewiesen. Die Dichtheitsprüfung des geschlossenen Flaschenabsperrventils ist umgehend nach jedem Trennen von einer Flüssiggasanlage durchzuführen. *Hinweis:* *Entleerte ungereinigte Flaschen enthalten Restgas. Bei nicht komplett geschlossenem Flaschenventil kann z. B. durch Nachverdampfung, Gas austreten.*	4.5.3	keine Zone	keine

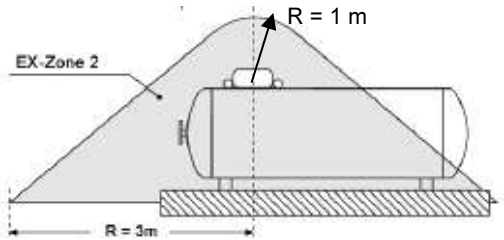
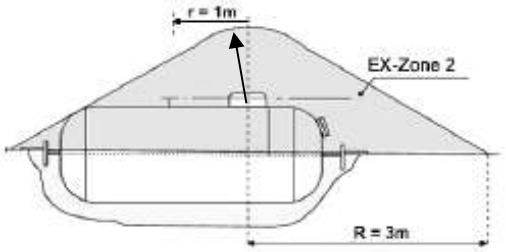
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.2.3	**Entleeren im Freien**	**Entnahme aus der Gasphase**			
		a) Wie 1.2.2.1 a).	4.5.4	keine Zone Jedoch sind betriebsmäßige Zündquellen im Nahbereich des Flaschenabsperrventils bzw. der Druckregeleinrichtung während des Flaschenwechsels zu vermeiden.	keine
		b) Wie a), jedoch nicht alle Punkte erfüllt.	4.5.4	Zonenfestlegung in Abhängigkeit von Häufigkeit und Freisetzungsrate, jedoch mindestens Zone 2 im Nahbereich	keine
		c) Mehrflaschenanlage mit 2 bis 6 Flaschen im Flaschenschrank.	4.5.4 4.6.2	Zone 1: Im Innern des Flaschenschranks und Zone 2 in der Umgebung R = 0,5 m um den Flaschenschrank bis Oberkante Flaschenschrank	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
					
zu 1.2.2.3	(Entleeren im Freien)	*Hinweis:* *Flaschenschränke besitzen je eine Lüftungsöffnung im Boden- und Deckenbereich von 1/100 der Grundfläche, mindestens jedoch 100 cm².* *Eine Mehrflaschenanlage ist eine Anlage, bei der die Gasentnahme aus mehr als einer Flasche gleichzeitig erfolgen kann.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.2.3	Entleeren im Freien	**d) Mehrflaschenanlage mit 2 bis 6 Flaschen ohne Flaschenschrank. Natürliche Lüftung vorhanden.**	4.5.4 4.6.2	Zone 2: 0,5 m um jede Anschlussstelle und kegelförmig bis zum Boden, am Boden R = 1 m	keine
					
					
		Hinweis: *Eine Mehrflaschenanlage ist eine Anlage, bei der die Gasentnahme aus mehr als einer Flasche gleichzeitig erfolgen kann.* *Zone für Mehrflaschenanlage mit 2 bis 6 Flaschen siehe obige Abbildungen.*			
1.2.2.4	**Lagern und Bereithalten von Flaschen im Freien**	**a), b) Wie 1.2.2.2 a), b).**	4.5.3	keine Zone	keine

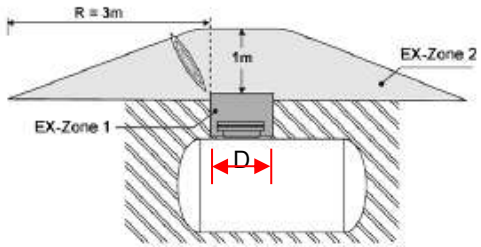
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.3	**Flüssiggaslagerbehälter mit einem Fassungsvermögen < 3 t (ausgenommen Füllanlagen)**	**Zum Zeitpunkt des Befüllvorganges der Flüssiggas-Lagerbehälter ist anlagenbedingt von einem kurzzeitigen Gasaustritt auszugehen, der sowohl** **– beim Betätigen des Peilventils während des Befüllens (Austritt Gasphase) als auch** **– beim Entspannen des Vollschlauchsystems (konkret: Entspannen der Füllpistole) nach dem Befüllen (Austritt Flüssigphase)** **auftritt.** **Mit g. e. A. ist grundsätzlich nur durch das nach dem Befüllvorgang durchgeführte Entspannen des Vollschlauchsystems (Füllpistole) zu rechnen. Der Befüllvorgang des Lagerbehälters ist selten. Wegen der Gleichzeitigkeit von g. e. A. und potenziellen Zündquellen (z. B. durch Elektrostatik) sind alle vom Befüllvorgang unmittelbar betroffenen Betriebsmittel und Installationen im Normalbetrieb und bei vorhersehbaren Betriebsstörungen zündquellenfrei.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3	(Flüssiggaslagerbehälter mit einem Fassungsvermögen < 3 t (ausgenommen Füllanlagen))	*Hinweis:* *Da das Sicherheitsventil auf einen Auslösedruck eingestellt ist, der nur im Brandfall mit Erhitzen des Lagerbehälters auftreten kann, hat es keine Auswirkung auf die Zoneneinteilung. (Anmerkung: das Sicherheitsventil wird regelmäßig auf Dichtheit und Auslösedruck geprüft).* **Zusätzlich sind die Anforderungen der Technischen Regeln für Flüssiggas (TRF 2021) des Deutschen Verbandes Flüssiggas (DVFG) an die Aufstellung von Flüssiggas-Lagerbehältern in Verbindung mit den Anforderungen des DVFG-Prüfhandbuches „Flüssiggas-Anlagen“ zu beachten.**			
1.2.3.1	**Im Freien**	**Entnahme aus der Gasphase;** **Flüssiggas-Lagerbehälter wird wenige Male pro Jahr befüllt.**			
1.2.3.1.1	**Oberirdischer und halboberirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter**	**Die am Lagerbehälter zum Befüllvorgang betätigten Armaturen (in der Regel Füllventil und Gasentnahmearmatur mit unter anderem Peilventil) werden nach jedem Befüllen auf Dichtheit geprüft. Die Dichtheit kann mit z. B. schaumbildenden Mitteln geprüft werden.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.1.1	(Oberirdischer und halboberirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter)	**Zonen siehe nachfolgende Abbildungen:** **Oberirdischer Lagerbehälter:**  **Halboberirdischer Lagerbehälter:** 	4.5.3 4.6.2	Zone 2: 1 m um das Füllventil und kegelförmig bis zum Boden, am Boden R = 3 m	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.1.1	(Oberirdischer und halboberirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter)	*Hinweise:* *a) Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass die Anforderungen für die Zone 2 während der Dauer des Befüllvorganges eingehalten sind. Geeignete Maßnahmen kann die Kontrolle des Zonenbereiches auf Abwesenheit wirksamer Zündquellen sein.* *b) Wird die g. e. A. nur während des Befüllvorganges erzeugt und können Freisetzungen zu anderen Zeiten (etwa durch Dichtheitsprüfungen) ausgeschlossen werden, so können potenziell wirksame Zündquellen in der ausgewiesenen Zone nach Einzelprüfung (Gefährdungsbeurteilung) zulässig sein (z. B. Rasen mähen). Bei wiederkehrenden gleichartigen Tätigkeiten mit Auftreten potenziell wirksamer Zündquellen innerhalb des Zonenbereiches (z. B. Rasen mähen) ist die Gefährdungsbeurteilung in der Regel nur vor der erstmaligen Ausführung der Tätigkeit erforderlich.* *c) Erstreckt sich die Zone 2 auf Nachbargrundstücke, so ist während des Befüllvorganges der explosionsgefährdete Bereich entweder durch* *– bauliche Maßnahmen, z. B. Einschränkung der Freisetzungsausbreitung an maximal zwei Seiten durch etwa öffnungslose, mindestens einseitig verputzte Wände oder* *– andere, schwadenhemmende Abtrennungen zu begrenzen oder* *– es sind entsprechende vertragliche Nutzungsvereinbarungen mit den Nachbarn zu treffen.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.1.1	(Oberirdischer und halboberirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter)	*d) Erstreckt sich die Zone 2 auf öffentliche Verkehrsflächen, so ist während des Befüllvorganges der explosionsgefährdete Bereich entweder durch* – *bauliche Maßnahmen, z. B. Einschränkung der Freisetzungsausbreitung an maximal zwei Seiten durch etwa öffnungslose, mindestens einseitig verputzte Wände oder* – *andere schwadenhemmende Abtrennungen zu begrenzen.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.3.1.2	**Unterirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter**	**Die am Lagerbehälter zum Befüllvorgang betätigten Armaturen (in der Regel Füllventil und Gasentnahmearmatur mit unter anderem Peilventil) werden nach jedem Befüllen auf Dichtheit geprüft. Die Dichtheit kann mit z. B. schaumbildenden Mitteln geprüft werden.** **Zonen siehe nachfolgende Abbildung:**  *Hinweise:* *a) Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass die Anforderungen für die Zone 2 während der Dauer des Befüllvorganges eingehalten sind. Geeignete Maßnahmen kann die Kontrolle des Zonenbereiches auf Abwesenheit wirksamer Zündquellen sein.*	4.5.3 4.6.2	Zone 1: Ganzer Domschacht Zone 2: Zylinder oberhalb Domschacht mit einer Höhe vom Domschacht H = 1 m und Durchmesser des Domschachts und kegelförmig bis zum Boden, am Boden R = 3 m + D/2 um Domschacht	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.1.2	(Unterirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter)	*b) Wird die g. e. A. nur während des Befüllvorganges erzeugt und können Freisetzungen zu anderen Zeiten (etwa durch Dichtheitsprüfungen) ausgeschlossen werden, so können potenziell wirksame Zündquellen in der ausgewiesenen Zone 2 nach Einzelprüfung (Gefährdungsbeurteilung) zulässig sein (z. B. Rasen mähen). Bei wiederkehrenden gleichartigen Tätigkeiten mit Auftreten potenziell wirksamer Zündquellen innerhalb des Zonenbereiches (z. B. Rasen mähen) ist die Gefährdungsbeurteilung in der Regel nur vor der erstmaligen Ausführung der Tätigkeit erforderlich.* *c) Erstreckt sich die Zone 2 auf Nachbargrundstücke, so ist während des Befüllvorganges der explosionsgefährdete Bereich entweder durch* *– bauliche Maßnahmen, z. B. Einschränkung der Freisetzungsausbreitung an maximal zwei Seiten durch etwa öffnungslose, mindestens einseitig verputzte Wände oder* *– andere, schwadenhemmende Abtrennungen zu begrenzen oder* *– es sind entsprechende vertragliche Nutzungsvereinbarungen mit den Nachbarn zu treffen.*			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.1.2	(Unterirdischer Flüssiggas-Lagerbehälter)	*d) Erstreckt sich die Zone 2 auf öffentliche Verkehrsflächen, so ist während des Befüllvorganges der explosionsgefährdete Bereich entweder durch* – *bauliche Maßnahmen, z. B. Einschränkung der Freisetzungsausbreitung an maximal zwei Seiten durch etwa öffnungslose, mindestens einseitig verputzte Wände oder* – *andere schwadenhemmende Abtrennungen zu begrenzen.*			
1.2.3.2	**Flüssiggasanlagen zu Brennzwecken in Fahrzeugen mit Gasversorgung aus festinstallierten Tanks mit einem Fassungsvermögen bis zu je 200 Liter**	**Mit g. e. A. ist grundsätzlich nur durch das nach dem Befüllvorgang durchgeführte Entspannen des Vollschlauchsystems (Füllpistole) zu rechnen, das anlagenbedingt zu einem kurzen Gasaustritt führt.** **Alle vom Befüllvorgang unmittelbar betroffenen Betriebsmittel und Installationen sind im Normalbetrieb und bei vorhersehbaren Betriebsstörungen zündquellenfrei.** **Die Flüssiggasanlage entspricht den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung sowie den Unfallverhütungsvorschriften 79, 80 „Verwendung von Flüssiggas“ bzw. der DGUV Regel 110-010 „Verwendung von Flüssiggas“.** **Bei der Betankung und der Verwendung der Flüssiggasanlage ist das Fahrzeug im Freien aufgestellt, die Entnahme erfolgt aus der Gasphase.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.3.2	(Flüssiggasanlagen zu Brennzwecken in Fahrzeugen mit Gasversorgung aus festinstallierten Tanks mit einem Fassungsvermögen bis zu je 200 Liter)	**Heizmatten, Heizbändern etc. um den Tank dürfen nur verwendet werden, wenn die Erwärmung des Gastanks bzw. des Gases auf über 40 °C durch zwei redundante Sicherheitseinrichtungen verhindert oder überwacht ist, z. B. mittels Regelthermostat und zusätzlichem Überhitzungsschutz/Temperaturbegrenzer oder dergleichen.**			
1.2.3.2.1	**Flüssiggastank mit Füllanschluss im Tankkasten**		4.5.4 4.6.2	Zone 1: im Tankkasten	keine
1.2.3.2.2	**Brenngastank mit Füllanschluss außerhalb des Tankkastens**		4.5.4 4.6.2	Keine Zone im Tankkasten Gemäß TRBS 3151/ TRGS 751 im Bereich des Füllanschlusses keine Zone; jedoch sind Zündquellen im Nahbereich des Füllanschlusses während des Befüllvorgangs zu vermeiden	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4	**Großtechnische Lagerung und Abfüllung von unter Druck verflüssigten und gelösten Kohlenwasserstoffgasen**	**Verdichtete oder unter Druck verflüssigte Kohlenwasserstoffgase, z. B. Propan, Butan, Ethen (Ethylen).** *Hinweis:* *Siehe auch TRBS 3146 / TRGS 746* *Keine Hochdruckanlagen; max. Druckstufe PN 25.*			
1.2.4.1	**Anlagen und Anlageteile zum Lagern und zum Abfüllen von verdichteten, verflüssigten und unter Druck gelösten Kohlenwasserstoffgasen im Freien**	**Großtechnische Lagerung von Gasen (z. B. in freistehenden Großtanks, „Gaskugeln“, erdbedeckten Behältern). Großtechnische Abfüllung in z. B. Kesselwagen, Tankschiffe, Tankwagen.** *Achtung: Wechselwirkung zwischen Anlage und Transportmittel ist zu beachten.*			
1.2.4.1.1	**Freistehende Lagerbehälter**	*Hinweis:* *Sicherheitsventile, die nur zur Absicherung der Lageranlage im Brandfall vorgesehen sind, haben keine Auswirkung auf die Einteilung der Ex-Zonen. Eine sicherheitstechnische Betrachtung ist durchzuführen.*			
		a) Auf Dauer technische dichte Anlagen und Anlagenteile.	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dichte Anlagen und Anlagenteile.			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.1.1	(Freistehende Lagerbehälter)	*Hinweis:* *Die Güte der Dichtungen entspricht deren Rohrklassen und Druckstufen.*			
		b1) Gase leichter als Luft.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: kugelförmig mit R = 1 m um die Austrittstelle mit nach oben tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit oben liegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle. 3 m beträgt (siehe Bild 1).	keine
		b2) Gase schwerer als Luft.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: kugelförmig mit R = 1 m um die Austrittstelle mit nach unten tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit untenliegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle 3 m beträgt (siehe Bild 2).	keine
		b3) Gase gleich schwer wie Luft.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: kugelförmig mit R = 2 m um die Austrittstelle	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)

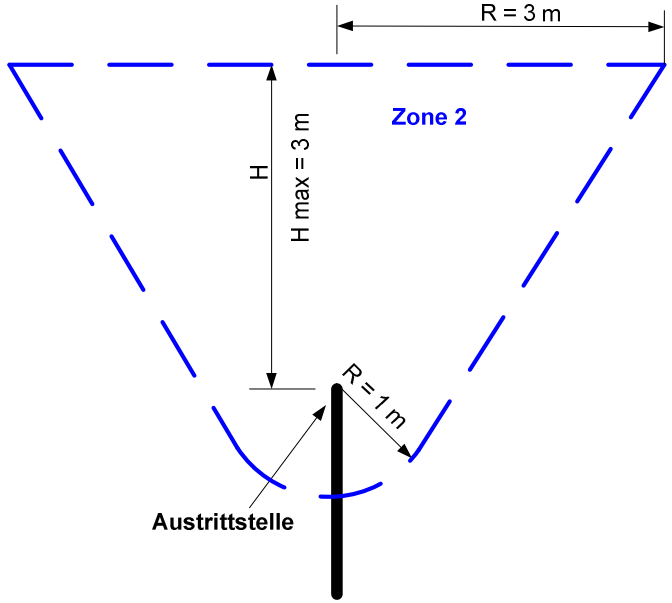


Bild 1: Gase leichter als Luft

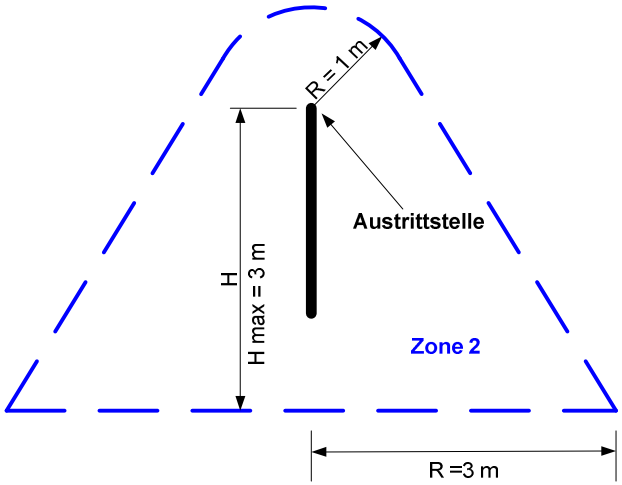


Bild 2: Gase schwerer als Luft

1.2.4.1.2	**Erdgedeckte Lagerbehälter**	**Abgedeckter Domschacht mit Armaturen und MSR-Einrichtungen, jedoch keine Sicherheitsventilabblaseöffnung.**			
		a) Auf Dauer technisch dichte Anlagen.	4.5.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.1.2	(Erdgedeckte Lagerbehälter)	**b) Technisch dichte Anlagen und Anlagenteile Bildung von g. e. A. durch den Austritt von geringen Gasmengen durch technisch dichte Ausrüstung möglich. Diese geringen Mengen verbleiben im Domschacht.** *Hinweis:* *Die Güte der Dichtungen entspricht deren Rohrklassen und Druckstufen.*			
		b1) Abgedeckter Domschacht mit Gaswarneinrichtung zur Erkennung von g. e. A und geeignete Maßnahmen zur Beseitigung von g. e. A.	4.5.3 4.7.2 und z. B. 4.6	Zone 2: ganzer Domschacht	keine
		b2) Abgedeckter Domschacht mit geeigneten organisatorischen Maßnahmen zur Erkennung von g. e. A. und geeigneten Maßnahmen zur Beseitigung von g. e. A. *Hinweis:* *Die kurzfristige Beseitigung von g. e. A. ist in der Regel nicht möglich.*	4.5.3	Zone 1: ganzer Domschacht	keine
		b3) Abgedeckter Domschacht.	4.5.3	Zone 0: ganzer Domschacht Außerhalb Domschacht keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.1.3	**Großtechnische Füllanlagen im Freien** Zugehörige Ausrüstungen, wie z. B. Pumpen, Rohrleitungen, TSV, Probennahme, siehe entsprechende Abschnitte	**Bei den folgenden Beispielen wird die Zoneneinteilung der fest installierten Anlagenteile unter Berücksichtigung des Transportmittels LKW und TKW betrachtet. Das Wirksamwerden des Transportmittels als Zündquelle muss durch organisatorische Maßnahmen ausgeschlossen werden.**			
1.2.4.1.3.1	**Anschlussstellen (Kupplung zwischen Verladeeinrichtung und Transportmittel mit Doppelblockarmaturen)**	**a) Vollschlauchsystem mit Gaspendelung und Entspannung und Spülung des Kupplungsstückes mit Inertgas vor dem Abkuppeln. Beim Abkuppeln der beweglichen Anschlussleitungen entsteht keine g. e. A. .**	4.6.2	keine Zone	keine
		b) Vollschlauchsystem mit Gaspendelung und Entspannung in ein geschlossenes System. Beim Abkuppeln der beweglichen Anschlussleitungen wird ein Restvolumen entspanntes Gas im Kupplungsstück freigesetzt.	4.6.2	Zone 1: Nahbereich um das Kupplungsstück (in Verladeposition)	keine
1.2.4.1.3.2	**Waagengruben für Kesselwagen- und Straßenfahrzeugverladung (Gase schwerer als Luft)**	**Akkumulation von Gas in der Waagengrube durch Quellen außerhalb, z. B. Füll- und Lageranlage, möglich.**			
		a) Kein Auftreten von g. e. A., Akkumulation von Gas wird automatisch erkannt und wirksam beseitigt, bevor g. e. A. vorhanden ist. Gaswarnanlage hochverfügbar und technische Lüftung hochverfügbar.	4.7.3 4.6.3	keine Zone	keine
		b) G. e. A wird automatisch erkannt und wirksam beseitigt.	4.7.3 4.6.3	Zone 2: ganze Waagengrube	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.1.3.2	(Waagengruben für Kesselwagen- und Straßenfahrzeugverladung (Gase schwerer als Luft))	**c) G. e. A. wird automatisch erkannt und alarmiert; wirksame Maßnahmen zur Beseitigung von g. e. A. werden kurzfristig eingeleitet.**	4.7.2	Zone 2: ganze Waagengrube	keine
		d) Eine ausreichende technische Belüftung der Waagengrube erfolgt nur während des Verladevorganges. Diskontinuierlicher Betrieb der Waage.	4.6.3	Zone 1: ganze Waagengrube	keine
1.2.4.2	**Pumpen für Gase in flüssigem Zustand**	*Hinweis:* *Nicht unmittelbar zum Pumpenkörper gehörende Anlagenteile sind separat zu bewerten, z. B. Rohrleitungen und Armaturen. Siehe entsprechende Abschnitte.*			
1.2.4.2.1	**In Räumen**	**a) Auf Dauer technisch dichte Pumpen (z. B. magnetgekuppelte Pumpen, Pumpen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung und Funktionsüberwachung).**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Kleine Pumpenräume V < 100 m³, technisch dichte Pumpen (z. B. Pumpen mit einfach wirkender Gleitringdichtung); Bildung von g. e. A. durch Leckagen möglich. Raum mit technischer Lüftung.	4.6.3	Zone 2: gR	keine
		c) Wie b), jedoch Raum nur mit natürlicher Lüftung.	4.6.2	Zone 1: gR	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.2.2	**Im Freien auf Erdgleiche oder über Erdgleiche**	**a) Auf Dauer technisch dichte Pumpen (z. B. magnetgekuppelte Pumpen, Pumpen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung und Funktionsüberwachung).**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dichte Pumpen (z. B. Pumpen mit einfach wirkender Gleitringdichtung); Kühlluftstrom der Motoren gegen die Pumpe gerichtet. Leckagen möglich, aber z. B. durch regelmäßige Kontrollen frühzeitig erkannt.	4.5.3	Zone 2: im Nahbereich der Dichtung	keine
		c) Wie b), jedoch in Wetterschutz- bzw. Schallschutzeinhausung. *Hinweis:* *Ausreichende, wenn auch eingeschränkte Lüftung gegenüber einer Freianlage. Bei nicht ausreichender Lüftung siehe 1.2.4.2.1 „Pumpen in Räumen“.*	4.6.2	Zone 1: im Nahbereich der Dichtung Zone 2: bis 1 m um die Dichtung	keine
1.2.4.2.3	**Im Freien unter Erdgleiche**	**a) Auf Dauer technisch dichte Pumpen (z. B. magnetgekuppelte Pumpen, Pumpen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung und Funktionsüberwachung).**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dichte Pumpen in Vertiefungen (Tiefe kleiner als 1/10 der Breite und kleiner als 1,50 m), Kühlluftstrom der Motoren gegen die Pumpe gerichtet. Bildung von g. e. A. durch Leckagen möglich.	4.5.3	Zone 2: Nahbereich um die Dichtung sowie bis zur Wandung der Vertiefung, maximal 5 m Radius um die Pumpe, 0,5 m Höhe (siehe Bild 3 und Bild 4)	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.2.3					

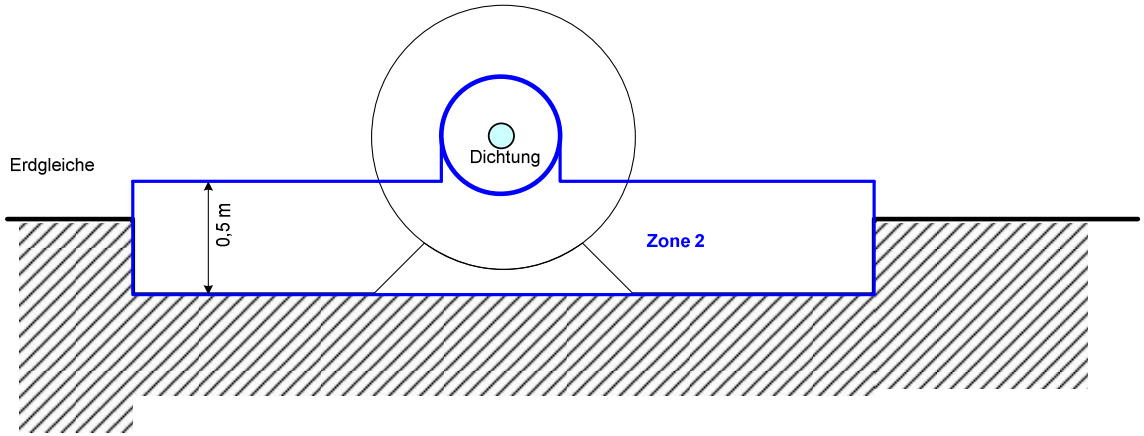


Bild 3: Technisch dichte Pumpe in Vertiefung, Szenario 1

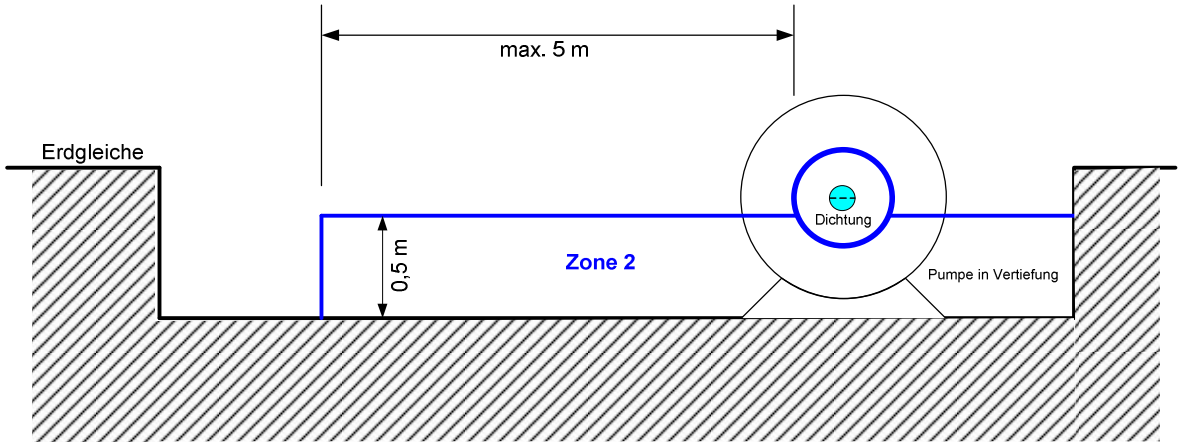


Bild 4: Technisch dichte Pumpen in Vertiefung, Szenario 2

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.2.3	(Im Freien unter Erdgleiche)	**c) Technisch dichte Pumpen in Gruben.**		Zone 1: ganze Grube bis Erdgleiche Zone 2: Nahbereich horizontal um Grube, bis 0,3 m über Erdgleiche (siehe Bild 5)	keine

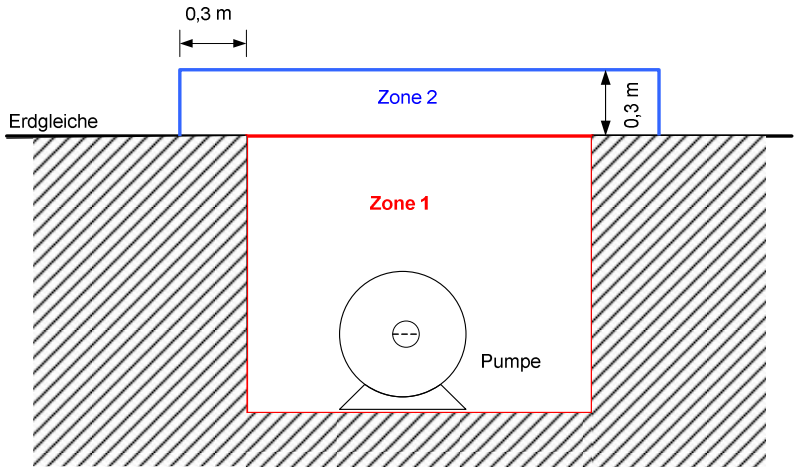


Bild 5: Technisch dichte Pumpen in Gruben

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.3	**Verdichter**	**Verdichter in verfahrenstechnischen Anlagen. Technisch dichte Verdichter sind für Kohlenwasserstoffe nach TA Luft nur noch für eine Übergangszeit zulässig.** *Hinweis:* *Angeschlossene Hilfssysteme z. B. Entgasung von Sperrflüssigkeiten, sind in diesem Abschnitt nicht berücksichtigt, sie müssen hinsichtlich der Bildung von g. e. A zusätzlich betrachtet werden.*			
1.2.4.3.1	**In Räumen**	**a) Auf Dauer technisch dichte Verdichter.**	4.5.2 4.6.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dicht			
		b1) Technisch dichte Verdichter, Aufstellung in Maschinenhalle mit technischer Lüftung; Freisetzung wird automatisch erkannt und g. e. A wird kurzfristig beseitigt, Zuluft aus explosionsfreiem Bereich.	4.5.3 4.6.3 4.7	Zone 2: im Nahbereich um den Verdichter	keine
		b2) Technisch dichte Verdichter, Aufstellung in Maschinenhalle mit technischer Lüftung.	4.5.3 4.6.3	Zone 2: in der Maschinenhalle	keine
		b3) Technisch dichte Verdichter, Aufstellung in Maschinenhalle. *Hinweis:* *G. e. A. kann nicht kurzfristig beseitigt werden.*	4.5.3 4.6.2	Zone 1: in der Maschinenhalle	keine
		c) Verdichten von Gasen mit hohem Wasserstoffanteil; hochgelegene Atmungsöffnungen.	4.6.2	Zone 2: 3 m horizontal um Austrittstelle, nach oben bis zur Decke	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.3.2	**Im Freien**	**a) Auf Dauer technisch dichte Verdichter.**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dichte			
		b1) Technisch dichte Verdichter für Gase leichter als Luft.	4.5.3	Zone 2: kugelförmig mit R = 1 m um die Austrittstelle mit nach oben tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit oben liegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle 3 m beträgt (siehe Bild 6)	keine
		b2) Technisch dichte Verdichter für Gase schwerer als Luft.	4.5.3	Zone 2: kugelförmig mit R = 1 m um die Austrittstelle mit nach unten tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit untenliegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle 3 m beträgt (siehe Bild 7)	keine
		b3) Technisch dichte Verdichter für Gase gleich schwer wie Luft.	4.5.3	Zone 2: kugelförmig mit Radius 3 m um die Austrittstelle	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)

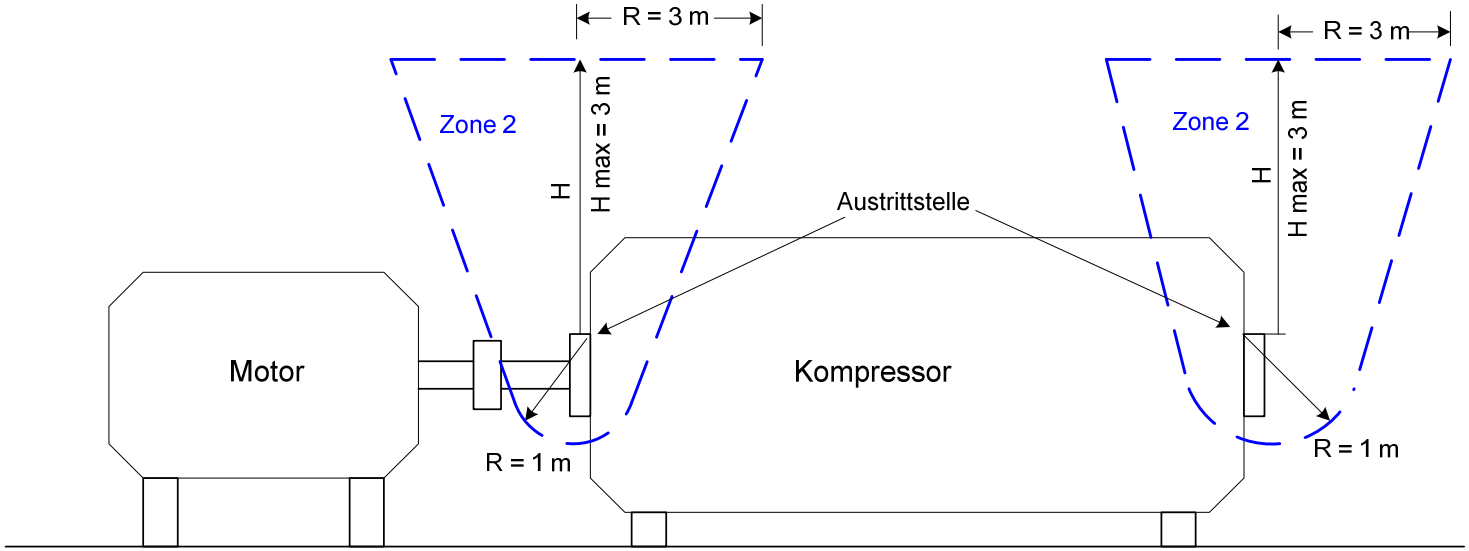


Bild 6: Technisch dichte Verdichter für Gase leichter als Luft

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)

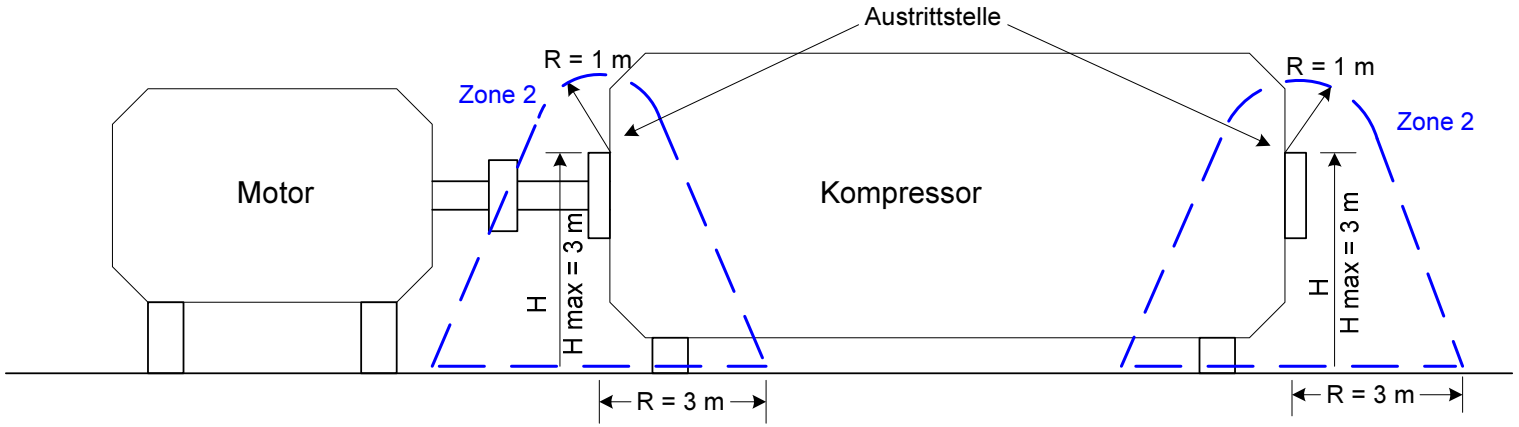


Bild 7: Technisch dichte Verdichter für Gase schwerer als Luft

1.2.4.4	**Verdampfer mit geschlossenem Wärmesystem**	**Auf Dauer technisch dichte Verdampfer.**	4.5.2	keine Zone	keine
1.2.4.5	**Rohrleitungen und Armaturen für unter Druck verflüssigte und gelöste Kohlenwasserstoffgase**	*Hinweis:* *Rohrleitungen und Armaturen sind auch immer in Verbindung mit den angeschlossenen Aggregaten zu betrachten.*			
1.2.4.5.1	**In Räumen**	**a) Rohrleitungen und Armaturen sind auf Dauer technisch dicht.** **b) Rohrleitungen und Armaturen sind technisch dicht.**	4.5.2 4.6.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.4.5.1	(In Räumen)	b1) In großen Räumen (V > 100 m³).			
		Hinweis: *Leckage kann nicht kurzfristig erkannt und beseitigt werden. Die austretenden Mengen führen aber i. d. R. nicht zu g. e. A.*	4.5.3 4.6.2	Zone 2: gR	keine
		b2) In kleinen Räumen (V < 100 m³).	4.5.3 4.6.2	Zone 1: gR	keine
		Hinweis: *Bei Leckagen kann g. e. A auftreten, die nicht kurzfristig erkannt und beseitigt werden kann.*			
1.2.4.5.2	**Im Freien**	**a) Rohrleitungen und Armaturen sind auf Dauer technisch dicht.**	4.5.2	Keine Zone	keine
		b) Rohrleitungen und Armaturen sind technisch dicht.	4.5.3	Zone 2: im Abstand von 0,2 m x Betriebsüberdruck (in bar); jedoch mind. 0,5 m um die möglichen Leckagestellen	keine
		Hinweis: *G. e. A kann zwar nicht kurzfristig erkannt werden, eine Akkumulation findet aber nicht statt.*			
1.2.4.6	**Vorgesehene Austrittsmöglichkeiten von Gasen in die Atmosphäre im Freien**				

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.6.1	**Probenahmestellen**	**a) Auf Dauer technisch dichte Anlagen.**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Technisch dichte Anlagen.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: kugelförmig im Nahbereich um die Austrittstelle	keine
1.2.4.6.2	**Sicherheitsventile zum Schutz gegen thermische Ausdehnung (thermisches Sicherheitsventil - TSV)**	**Seltenes und kurzzeitiges Ansprechen und damit Bildung von g. e. A. möglich, Freisetzung geringer Menge an der Austrittstelle des TSV.**	4.6.2	Zone 2: kugelförmig im Nahbereich um die Austrittstelle	keine
1.2.4.6.3	**Austrittstellen von Entspannungs- oder Entlüftungsleitungen im Freien oberhalb der Erdgleiche**	**a) Austritt nur kleiner Mengen an Gasen unter ständiger Mitarbeiterkontrolle möglich, gefahrloses Austreten oder Ableiten (z. B. Entspannungs- und Entleerungseinrichtungen von Messsystemen, Ausblaseeinrichtungen von Instrumentenleitungen).**			
		a1) Entspannung in geschlossene Systeme. Bildung von g. e. A. ausgeschlossen.	4.6.2	keine Zone	keine
		a2) Entspannung ins Freie. Bildung von g. e. A. möglich.	4.6.2	Zone 2: kugelförmig im Nahbereich um die Austrittstelle	keine
		b) Austritt einer definierten Gasmenge (z. B. Entspannungsleitungen von Doppelblockventilen oder Flüssiggaspumpen u. ä.). Bildung von g. e. A. während der Entspannung. Für diese Fälle sind Einzelfallbetrachtungen erforderlich!			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.4.6.4	**Manuell betätigte Systementwässerung im Freien**	**Ablassen von Flüssigkeit unter ständiger Mitarbeiterkontrolle und Aufsicht, Bildung von g. e. A. durch Austritt von Gas möglich.** **a) Ableitung in ein geschlossenes System oder eine technische Einrichtung, die die Bildung von g. e. A. verhindert.** **b) Bildung von g. e. A. möglich. Für diese Fälle sind Einzelfallbetrachtungen erforderlich!**	4.6.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.5	**Abblase- und Entspannungsleitungen im Freien**	**Siehe Punkt 5.14.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.6	**An explosionsgefährdete Bereiche angrenzende Räume (z. B. Schaltanlagen, Messwarten, Bedienungsräume, Treppenhäuser) mit Verbindungsöffnungen zum explosionsgefährdeten Bereich**	**Räume, die keine Apparaturen oder Leitungen mit brennbaren Gasen oder Flüssigkeiten enthalten:**			
		a) Raum mit geringem Überdruck durch Frischluftzufuhr aus ungefährdeten Bereichen.	4.6.3	keine Zone	keine
		b) Raum ist gegen Zone 1 abgedichtet bzw. abgeschleust, gegen Zone 2 geschlossene Fenster und selbstschließende Türen. Lüftung aus ungefährdeten Bereichen.	4.6.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.7	**Anlagen zur Herstellung und Verwendung von Wasserstoff**	**Forschungsanlagen können gegenüber den hier dargestellten Anlagen weitere Freisetzungsquellen aufweisen. In der Regel sind für die Gasüberwachung der Voralarm bei 20 % der UEG und der Hauptalarm bei 40 % der UEG festgelegt, bei Frühwarnsystemen können die Alarmschwellen niedriger sein.**			
1.2.7.1	**Elektrolyse**				
1.2.7.1.1	**Atmosphärische Elektrolyse**	**In den Zellen der Elektrolyseanlagen herrschen maximal 50 mbar Überdruck. Der möglicherweise freiwerdende Wasserstoff tritt nur in sehr geringen Mengen aus. Ein spontaner Sprödbruch bei Konstruktionselementen (wie z. B. bei Glas und einigen Kunststoffen) ist vermieden. Begehungen werden regelmäßig nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt. Qualifizierter Austausch z. B. von Komponenten, Verbindungselementen und Dichtungen.**			
1.2.7.1.1.1	**In Räumen**	**a) Die Anlage ist auf Dauer technisch dicht aufgrund der technisch dichten Konstruktion in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen. Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgerät erkannt. Die aus wärmetechnischen Gründen vorhandene Lüftung unterstützt durch Frischluftzufuhr von unten den natürlichen Verdünnungsprozess und die im Deckenbereich vorhandenen Öffnungen vermeiden die Ansammlung von Wasserstoff in Deckennähe.**	4.5.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.1.1	(In Räumen)	**b) Die Anlage ist technisch dicht. Technische Lüftung ist vorhanden. Maßnahmen zur Leckerkennung, z. B. Austritt von Flüssigkeit sind vorhanden.**	4.5.3 4.6.3	keine Zone	keine
		c) Wie b), jedoch Begehung in Wartungsintervallen, aber zusätzlich Gasfrüherkennung mit automatischer Schaltfunktion, z. B. Abschaltung der Elektrolyse und Erhöhung der Lüftungsleistung, so dass keine g. e. A. entstehen kann. *Hinweis:* *Anzahl und Position der Sensoren sowie die Alarmschwellen der Gasfrüherkennung und die Luftführung sind abhängig von der Raumgeometrie. Diese Alarmschwellen werden weit unter den üblichen Alarmschwellen von 20 % der UEG gesetzt.*	4.5.3 4.6.3 4.7.3	keine Zone	keine
1.2.7.1.1.2	**Im Freien**	**Wie 1.2.7.1.1.1 a) bzw. b) die Ansammlung von Wasserstoff unter Wetterschutzdächern und ähnlichen Konstruktionen wird vermieden.**		keine Zone	keine
1.2.7.1.2	**Niederdruck-Elektrolyse**	**In den Zellen der Elektrolyseanlagen herrschen bis 0,5 bar Überdruck.**			
1.2.7.1.2.1	**In Räumen**	**Geeignete Öffnungen an höchster Stelle ins Freie sind vorhanden. Toträume mit potenzieller Wasserstoffansammlung sind vermieden. Zur Unterstützung der natürlichen Lüftung sind bodennahe Zuluftöffnungen vorhanden.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.2.1	(In Räumen)	**a) Die Anlage ist auf Dauer technisch dicht aufgrund der technisch dichten Konstruktion in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen. Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgerät erkannt. Die wärmetechnisch unterstützte Lüftung (Frischluftzufuhr von unten) unterstützt den natürlichen Verdünnungsprozess und die im Deckenbereich vorhandenen Öffnungen vermeiden die Ansammlung von Wasserstoff in Deckennähe.**	4.5.2 4.6.2	keine Zone	keine
		b) Anlage im großen Raum, technisch dicht, – **Ein signifikantes Austreten von Wasserstoff ist durch fachgerecht ausgewählte und montierte Dichtungssysteme verhindert.** – **Der Anpressdruck der Zellenrahmen wird regelmäßig im Rahmen der Wartung nach Herstellerempfehlungen und Betreibererfahrungen kontrolliert.** – **Der Elektrolyseur ist vollständig mit Wasser gefüllt.** – **Leckagen können frühzeitig aufgrund von Wasseraustritt erkannt werden. Die daraus entgasende Wasserstoffmenge ist sehr gering.** – **Es werden regelmäßige Begehungen nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt.**	4.5.3 4.6.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.2.1	(In Räumen)	– **Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgerät erkannt.** **Die Überwachung von Prozessparametern (wie z. B. Temperatur, Druck, Füllstände der Gas-Wasser-Abscheider und Gaskonzentration, insbesondere Konzentration von Wasserstoff und Sauerstoff im geschlossenen System, Zellspannung) geben frühzeitig einen Hinweis auf entstehende kritische Betriebszustände, in Grenzbereichen erfolgt eine automatische Abschaltung.** **Der Überdruck in der Anlage ist gering. Die deutlich oberhalb der Umgebungstemperatur liegenden Oberflächentemperaturen sorgen für eine sehr gute Konvektion im Gebäude und unterstützen so konvektiv den Luftaustausch.**			
1.2.7.1.3	**Druck-Elektrolyse**	**In den Zellen der Elektrolyseanlagen herrschen bis 100 bar Überdruck.**			
1.2.7.1.3.1	**In Räumen**	**Geeignete Öffnungen an höchster Stelle ins Freie sind vorhanden.** **Toträume mit potenzieller Wasserstoffansammlung sind vermieden.** **Zur Unterstützung der natürlichen Lüftung sind bodennahe Zuluftöffnungen vorhanden.**			
		a) Ausführung des Zellenblocks sowie aller Verbindungselemente, z. B. Nut-Feder-Flansche, auf Dauer technisch dicht.	4.5.2 4.6.2	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.3.1	(In Räumen)	**b) Anlage im großen Raum.**			
		b1) Die Anlage ist auf Dauer technisch dicht aufgrund der technisch dichten Konstruktion in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen, insbesondere: – Ein signifikantes Austreten von Wasserstoff ist durch fachgerecht ausgewählte und montierte Dichtungssysteme verhindert. – Der Anpressdruck der Zellenrahmen wird regelmäßig im Rahmen der Wartung nach Herstellerempfehlungen und Betreibererfahrungen kontrolliert. – Der Elektrolyseur ist vollständig mit Wasser oder einer wässrigen Lösung gefüllt. Die Dichtungssysteme der Gasabscheider sind auf Dauer technisch dicht ausgeführt. – Leckagen können frühzeitig aufgrund von Austritt von Wasser oder einer wässrigen Lösung erkannt werden. Die daraus entgasende Wasserstoffmenge ist sehr gering. – Es werden regelmäßige Begehungen nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt. – Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgerät erkannt.	4.5.3 4.6.2 4.7.4	keine Zone	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.3.1	(In Räumen)	Deckennahe Gaswarnanlage mit Voralarm vorhanden, so dass Undichtigkeiten erkannt werden. Bevor g. e. A. auftritt, erfolgt automatisch die Abschaltung der Anlage mit Druckabbau innerhalb von 15 - 20 min.. Die Überwachung von Prozessparametern (wie z. B. Temperatur, Druck, Füllstände der Gas-Flüssigkeitsabscheider und Gaskonzentration, insbesondere Konzentration von Wasserstoff und Sauerstoff im geschlossenen System, Zellspannung) geben frühzeitig einen Hinweis auf entstehende kritische Betriebszustände, in Grenzbereichen erfolgt eine automatische Abschaltung.			
		b2) Wie b1), jedoch keine ausreichenden organisatorischen Maßnahmen sowie keine Gaswarnanlage. Eine kurzzeitige Anreicherung von Wasserstoff trotz natürlicher Lüftung kann im Deckenbereich kurzzeitig bis hin zu Werten im Bereich der UEG nicht sicher ausgeschlossen werden.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: im Deckenbereich	keine
		b3) Wie b1), jedoch keine ausreichenden organisatorischen Maßnahmen sowie keine Gaswarnanlage und Begehungen nur ohne Einsatz eines Lecksuchgerätes; dadurch kann eine hinreichend frühe Erkennung einer Leckage nicht gewährleistet werden.	4.5.3 4.6.2	Zone 2: im Deckenbereich sowie seitlich 0,5 m und oberhalb des Zeilenblocks bis zur Decke oder Sammelhaube und im Deckenbereich	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.1.3.1	(In Räumen)	**c) Anlagen im kleinen Raum, z. B. Container.**			
		c1) Wie b1), aber mit zusätzlicher technischer Lüftung.	4.5.2 4.6.3 4.7.4	keine Zone	keine
		c2) Wie c1), jedoch keine ausreichenden organisatorischen Maßnahmen, keine technische Lüftung vorhanden und keine Gaswarnanlage vorhanden, aber natürliche Lüftung gewährleistet.	4.5.2 4.6.2	Zone 2: im gR	keine
1.2.7.1.3.2	**Im Freien**	Wie 1.2.7.1.3.1, aber: Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden			
1.2.7.2	**Verdichter**				
1.2.7.2.1	**In Räumen**	**a) Verdichter technisch dicht und mit Gaswarnanlage überwacht. Bei 20 % der UEG Alarm und Aktivierung der Lüftung, bei 40 % der UEG Abschalten der Anlage (Lüftung bleibt aktiv). Ein- und ausgangsseitige Absperrung außerhalb des Aufstellungsraumes, Notentspannung des gesamten gasführenden Systems im Raum/Schrank gefahrlos ins Freie.**	4.5.3 4.6.3 4.7.4	Zone 2: gR Zone 1: Im Nahbereich der Entwässerung, wenn regelmäßig eine manuelle Kondensatentleerung in den Aufstellungsraum der Anlage erfolgt	keine

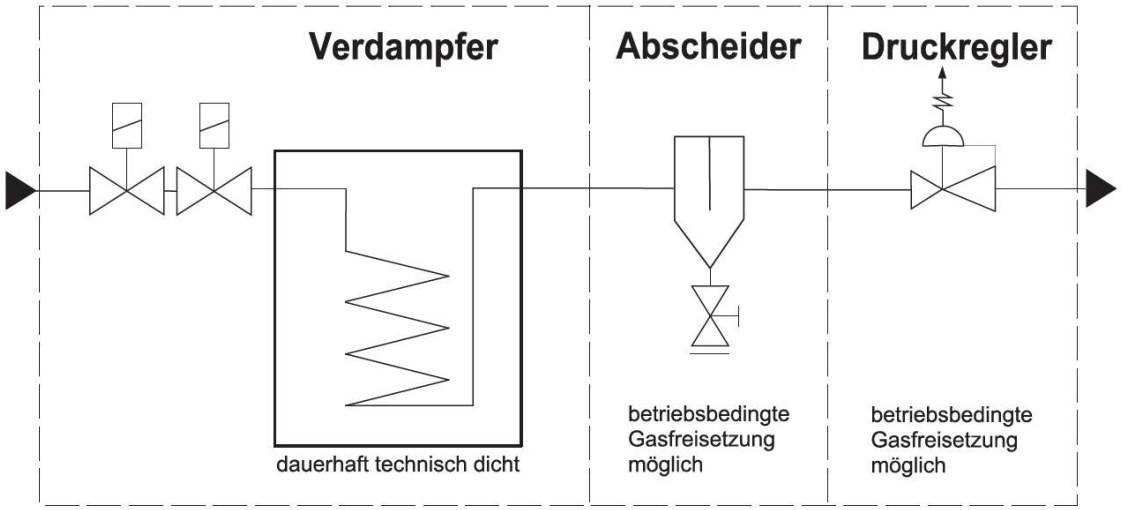
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.2.1	(In Räumen)	**b) Wie a), jedoch ist keine technische Lüftung vorhanden. Das Gassystem bleibt unter Druck, Einströmen aus Speicher-/Pufferanlage ist nicht sicher verhindert.**	4.5.3 4.6.2	Zone 1: gR Zone 2: um Be- und Entlüftungsöffnungen nach außen (Zonenausdehnung richtet sich nach den Belüftungsverhältnissen vergleiche auch Anlagen nach DVGW G 491, Punkt 4.2.1.1)	keine
1.2.7.2.2	**Im Freien**	Wie 1.2.7.2.1, aber: Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.			
1.2.7.3	**Aufbereitung**	**Hierzu gehören Reinigung, Trocknung und Kondensatabscheider.**			
1.2.7.3.1	**Reinigung, Trocknung und automatische Kondensatabscheider**	**Die Anlagenteile sind auf Dauer technisch dicht ausgeführt. Sofern erforderlich ist eine Ableitung ins Freie vorhanden (siehe 1.2.7.8 Geführte Auslässe ins Freie).**	4.5.2	keine Zone	keine
1.2.7.3.2	**Manuelle Kondensatabscheider**	**Bei manueller Kondensatentleerung kann Wasserstoff austreten.**	4.5.4	Zone 1: im Nahbereich	keine
1.2.7.4	**Niederdruckspeicher**				

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.7.4.1	**Gasbehälter mit Stahlummantelung und gewichtsbelasteter Membran (Niederdruckgasbehälter)**	**Stahlummantelung oberhalb der Membran mit Öffnungen zur Atmosphäre zur natürlichen Lüftung versehen. Die Stahlummantelung des Gasraumes unterhalb der Membran ist auf Dauer technisch dicht und im Bereich der Membran technisch dicht, wiederkehrende Prüfung, z. B. Zeitstandsprüfung, der Membrane auf Dichtheit.**			
1.2.7.4.1.1	**Inneres des Gasraumes**	**Der Druck im Behälter und im gesamten System ist durch die Gewichtsbelastung ständig über dem Atmosphärendruck. Dadurch ist Eindringen von Luft/Sauerstoff in den Gasraum sicher verhindert.**	3.1	keine Zone	keine
1.2.7.4.1.2	**Luftraum zwischen Membran und Stahlummantelung**	**a) Luftraum zwischen Membran und Stahlummantelung mit Raumluftüberwachung und Aktivierung technischer Lüftung (drückend) und Abführung aus dem Raum. Sollte diese Maßnahme nicht ausreichen, werden über die vorhandenen Gaswarnanlagen automatische Abschaltvorgänge ausgelöst, z. B. Sperren des Zuflusses und gefahrloses Entleeren des Behälters innerhalb kurzer Zeit (ca. 10 min).**	4.5.3 4.6.3 4.7.4	Zone 2: im Luftraum	keine
		b) Luftraum zwischen Membran und Stahlummantelung ohne Überwachung durch Gaswarnanlage, Akkumulation wird durch natürliche Lüftung vermieden.	4.6.2	Zone 1: im Luftraum	keine
1.2.7.4.1.3	**Umgebung der Stahlummantelung in Räumen**	**a) Wie 1.2.7.4.1.2 a).**	4.5.3 4.6.3 4.7.4	Zone 2: um die Austrittsöffnungen 0,5 m horizontal bis zur Decke	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.7.4.1.3	(Umgebung der Stahlummantelung in Räumen)	**b) Wie 1.2.7.4.1.2 b).**	4.6.2	Zone 1: im Nahbereich um Öffnungen Zone 2: um Öffnungen 0,5 m horizontal zylinderförmig bis zur Decke	keine
1.2.7.4.1.4	**Im Freien**	Wie 1.7.4.1.3, aber: Im Freien kann in Folge von Witterungseinflüssen gegenüber vergleichbaren Situationen in Räumen im Allgemeinen eine Zone mit geringeren Anforderungen festgelegt bzw. die Zonenausdehnung reduziert werden.			
1.2.7.5	**Hochdruckspeicher und unter Hochdruck stehende Bauteile, z. B. Rohrleitungen**	**Hochdruckspeicher und unter Hochdruck stehende Bauteile sind auf Dauer technisch dicht.**	4.5.2	keine Zone	keine
1.2.7.6	**Druckgasflaschen für gasförmigen Wasserstoff**	**Siehe 1.2.1.**			
1.2.7.7	**Entnahmearmaturen**	**Entnahmearmaturen dienen z. B. dem Anschluss von Tankwagen (nur im Freien) oder Flaschen am Hochdruckspeicher. Während des Befüllvorgangs kann durch unentdeckte Leckagen Wasserstoff im Bereich der Anschlussstellen entweichen.**			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.7.7.1	**In Räumen**	**Bildung von g. e. A. betriebsmäßig möglich. In Rohrleitungen enthaltene Restmenge Wasserstoff kann austreten. Gasrücktritt- oder Absperrventil befindet sich in unmittelbarer Nähe der Anschlussstelle. Lüftungsöffnungen insbesondere im Dachbereich vorhanden.**	4.5.4 4.6.2	Zone 1: 3 m um Füll- und gegebenenfalls Entleerungsanschluss Zone 2: üR	keine
1.2.7.7.2	**Im Freien**	**Entspannung in ein geschlossenes System. Beim Abkuppeln der beweglichen Anschlussleitung wird ein Restvolumen entspanntes Gas im Kupplungsstück freigesetzt.**	4.5.4 4.6.2	Zone 1: Nahbereich um das Kupplungsstück (in Verladeposition)	keine
1.2.7.8	**Geführte Auslässe ins Freie**	**Geführte Auslässe dienen der Abführung betriebsmäßiger Freisetzung von Wasserstoff bei regelmäßigen An- und Abfahrvorgängen und bei Auftreten von Überdruckereignissen. Beim Austritt von Wasserstoff ist mit Entstehung von g. e. A. zu rechnen. Die Ausbreitung ist mit einem für den Anwendungsfall geeigneten Berechnungsmodell zu ermitteln.**		Zone 1: im Nahbereich um die Austrittsstelle Zone 2: Ausdehnung gemäß anerkannter Berechnungsmethode (siehe z. B. Shell Fred, weitere Hinweise hierzu in DVGW G 442)	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.8	**Verdampferanlagen**	**Elektrisch-, dampf-, warmwasserbeheizte oder atmosphärische Verdampferanlagen. Der Verdampfer einschließlich seiner Armaturen und Rohrleitungen ist auf Dauer technisch dicht ausgelegt.** *Hinweis 1:* *Ein Ansprechen der Überdrucksicherung eines Druckreglers ist aufgrund der Auslegung und der Betriebsbedingungen nur selten zu erwarten.* *Hinweis 2:* *Thermische Expansionsventile siehe 1.2.4.6.2.*			



Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.8.1	**In Räumen**	**a) Verdampfer auf Dauer technisch dicht. Mit einem Austreten von Gas durch betriebsbedingte Austrittsstellen, z. B. Abscheider, Überdrucksicherung der Druckregler, ist nur selten und kurzzeitig zu rechnen. Die Austrittsstellen befinden sich im Freien.**			
		a1) Gase schwerer als Luft.		Zone 2: kugelförmig mit Radius 1 m um die Austrittstelle mit nach unten tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf bis zum Boden mit untenliegender Basisfläche, deren Radius 3 m beträgt	keine
		a2) Gase leichter als Luft.		Zone 2: kugelförmig mit Radius 1 m um die Austrittstelle mit nach oben tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit oben liegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle 3 m beträgt	keine
		b) Wie a), jedoch betriebsbedingte Austrittsstellen, z. B. Abscheider, Überdrucksicherung der Druckregler, im Raum vorhanden. Gasaustritte führen nur selten und kurzzeitig zu g. e. A.		Zone 2: gR	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.2.8.2	**Im Freien**				
1.2.8.2.1	**Im Schutzschrank**	**Lüftungsöffnungen 1 % der Bodenfläche, jedoch mindestens 100 cm², Anordnung entsprechend der Dichte des Gases.**			
		a) Verdampfer auf Dauer technisch dicht, keine betriebsbedingten Austrittsstellen vorhanden.	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Betriebsbedingte Austrittsstellen, z. B. Abscheider oder Überdrucksicherung der Druckregler im Schrank, vorhanden. Gasaustritte führen nur selten und kurzzeitig zu g. e. A.		Zone 2: im Schrank und 1 m um die Kontur des Schrankes	keine
1.2.8.2.2	**Freistehend**	**a) Verdampfer auf Dauer technisch dicht, keine betriebsbedingten Austrittsstellen vorhanden.**	4.5.2	keine Zone	keine
		b) Betriebsbedingte Austrittsstellen, z. B. Abscheider oder Überdrucksicherung der Druckregler, vorhanden. Gasaustritte führen nur selten und kurzzeitig zu g. e. A.			
		b1) Gase schwerer als Luft.		Zone 2: kugelförmig mit Radius 1 m um die Austrittstelle mit nach unten tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf bis zum Boden mit untenliegender Basisfläche, deren Radius 3 m beträgt.	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.2.8.2.2	(Freistehend)	b2) Gase leichter als Luft.		Zone 2: kugelförmig mit Radius 1 m um die Austrittstelle mit nach oben tangential an die Kugel anschließendem Kegelstumpf mit oben liegender Basisfläche, deren Radius 3 m und deren Abstand h zur Austrittstelle 3 m beträgt	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
1.3	**Inneres von Apparaturen, Behältern und Rohrleitungen - Allgemeines**	**a) Bildung von g. e. A. nicht zu erwarten, auch nicht bei seltenen Störungen oder besonderen Betriebszuständen, weil**			
		a1) die OEG sicher überschritten ist; bei Betriebszuständen, bei denen die OEG unterschritten werden kann (z. B. Erstinbetriebnahme, unkontrollierter Luftzutritt bei der Probenahme) sind zusätzliche Schutzmaßnahmen (z. B. zusätzlich inertisieren) erforderlich.	4.2 4.3 u. Anh. 2	keine Zone	keine
		a2) verfahrensbedingt die UEG sicher unterschritten ist (z. B. Abgasströme mit geringer Beladung).	4.2	keine Zone	keine
		a3) die Sauerstoffgrenzkonzentration sicher unterschritten ist; bei Betriebszuständen, bei denen die Sauerstoffgrenzkonzentration überschritten werden könnte, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen (z. B. vermehrte Einspeisungsrate von Inertgas) erforderlich.	4.3 u. Anh. 2	keine Zone	keine
		a4) verfahrensbedingt Vakuum mit $p \leq 0{,}1$ bar (absolut) vorliegt; Schutzmaßnahmen, z. B. bei An- und Abfahrvorgängen unter Umständen erforderlich.	4.4	keine Zone	keine
		b) Das Auftreten von g. e. A. ist normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig möglich:			
		b1) Aufgrund seltener Störungen oder selten und kurzzeitig auftretender verfahrensbedingter Betriebszustände kann			

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.3	(Inneres von Apparaturen, Behältern und Rohrleitungen – Allgemeines)	b1.1) die OEG unterschritten werden.	4.2	Zone 2	keine
		b1.2) die UEG überschritten werden.	4.2	Zone 2	keine
		b1.3) die Sauerstoffgrenzkonzentration überschritten werden.	4.3 u. Anh. 2	Zone 2	keine
		b1.4) der Druck bei Vakuumbetrieb auf 1/10 des zulässigen Behälterdruckes ansteigen (z. B. 0,1 bar absolut bei 1 bar zulässigem Behälterdruck).	4.4	Zone 2	keine
		b2) Wie b1).		Zone 2	erforderlich, da betriebsmäßige Zündquellen nicht hinreichend vermieden werden können
		c) Das Auftreten von g. e. A. ist gelegentlich möglich:			
		c1) Aufgrund zu erwartender Störungen oder gelegentlich auftretender verfahrensbedingter Betriebszustände kann			
		c1.1) die OEG unterschritten werden.	4.2	Zone 1	keine
		c1.2) die UEG überschritten werden.	4.2	Zone 1	keine
		c1.3) die Sauerstoffgrenzkonzentration überschritten werden.	4.3 u. Anh. 2	Zone 1	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
(Sp. 1)	(Sp. 2)	(Sp. 3)	(Sp. 4)	(Sp. 5)	(Sp. 6)
zu 1.3	(Inneres von Apparaturen, Behältern und Rohrleitungen – Allgemeines)	c1.4) der Druck bei Vakuumbetrieb auf 1/10 des zulässigen Behälterdruckes ansteigen (z. B. 0,1 bar absolut bei 1 bar zulässigem Behälterdruck).	4.4	Zone 1	keine
		c2) Wie c1).		Zone 1	erforderlich, da betriebsmäßige Zündquellen nicht hinreichend vermieden werden können
		d) G. e. A. tritt ständig, langzeitig oder häufig auf.			
		d1) Das Gas/Luft-Gemisch liegt zeitlich überwiegend innerhalb der Explosionsgrenzen vor.		Zone 0	keine
		d2) Wie d1).		Zone 0	erforderlich, da betriebsmäßige Zündquellen nicht hinreichend vermieden werden können