

<b>Technische Regeln für Betriebssicherheit/ Gefahrstoffe</b>	<b>Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren</b>	<b>TRBS 3145/ TRGS 725</b>
---	---	--------------------------------

Die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)/Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für die Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln sowie für den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen bzw. für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen wieder.

Sie werden vom

**Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) und  
vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)**

ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRBS/TRGS konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereichs die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung und der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regel kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnungen erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

## **Inhalt**

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Gefährdungsbeurteilung
- 4 Schutzmaßnahmen

## **Literatur**

### **1 Anwendungsbereich**

(1) Diese Technische Regel gilt für die Vermeidung von und für den Schutz vor Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gasen in ortsbeweglichen Druckgasbehältern.

(2) Diese Technische Regel gilt auch für Tätigkeiten mit Cyanwasserstoff (HCN).

(3) Diese Technische Regel gilt nicht für

1. das Lagern von Gasen,
2. das Bereithalten und Entleeren von Eisenbahnkesselwagen, Straßentankwagen und von Tankcontainern,
3. das Entleeren von Treibgastanks,

4. Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern, die nach ihrer Herstellung ständig ortsfest betrieben werden,
5. Tätigkeiten, die in den Anwendungsbereich der TRGS 751 bzw. der TRBS 3151 fallen.

(4) Diese Technische Regel nennt beispielhaft Maßnahmen, wie diesen Gefährdungen begegnet werden kann.

(5) Auf weitere Technische Regeln zur Gefährdungsbeurteilung (z. B. TRGS 400, TRGS 407 sowie TRBS 1111) und zu Schutzmaßnahmen (z. B. TRGS 500) wird hingewiesen.

(6) Für die Gefährdungsbeurteilung und die Festlegung von Maßnahmen zum Brandschutz wird auf TRGS 800 hingewiesen und für Anforderungen und Maßnahmen in Bezug auf gefährliche explosionsfähige Atmosphäre wird auf TRGS 720 bis TRGS 722 bzw. TRBS 2152 einschließlich Teil 1 bis 4 hingewiesen.

(7) In dieser Technischen Regel werden Einstufungen gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) verwendet.

## 2 Begriffsbestimmungen

(1) In dieser Technischen Regel werden die Begriffe so verwendet, wie sie im „Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)“ des ABAS, ABS und AGS

(<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Glossar.html>) bestimmt sind. Weitere Begriffe werden im Folgenden bestimmt.

(2) Gase im Sinne dieser Technischen Regel sind Stoffe oder Gemische gemäß CLP-Verordnung sowie Gefahrgutrecht, die

1. bei 50 °C einen Dampfdruck von mindestens 300 kPa (3 bar) haben oder
2. bei 20 °C und dem Standarddruck von 101,3 kPa vollständig gasförmig sind.

Als Gase im Sinne dieser Technischen Regel gelten zudem reine Gase, Gasgemische und Gemische eines oder mehrerer Gase mit einem oder mehreren Stoffen.

(3) Gase sind, bezogen auf den Zustand nach Freisetzung, d. h. bei der jeweiligen Temperatur des Gases und dem Druck der Umgebungsatmosphäre,

1. schwerer als Luft, wenn ihre Dichte  $> 1,3 \text{ kg/m}^3$  ist,
2. gleich schwer wie Luft, wenn ihre Dichte  $\leq 1,3 \text{ kg/m}^3$  und  $\geq 1,2 \text{ kg/m}^3$  ist bzw.
3. leichter als Luft, wenn ihre Dichte  $< 1,2 \text{ kg/m}^3$  ist.

(4) Tiefgekühlt verflüssigte Gase sind Gase, deren flüssiger Zustand durch Kühlung, Verdampfung oder Wärmedämmung bei einer Temperatur gehalten wird, die unter der Temperatur der Umgebung liegt.

(5) Druckgasbehälter sind Druckbehälter für Gase, unabhängig vom Druck. Zum Druckgasbehälter gehören die Ausrüstungsteile, die dessen Sicherheit beeinflussen können. Es werden ortsbewegliche und ortsfeste Druckgasbehälter unterschieden. Druckgasbehälter sind

1. ortsbewegliche Druckgeräte im Sinne der Richtlinie 2010/35/EU (TPED) bzw. der Ortsbewegliche-Druckgeräte-Verordnung (ODV),
2. Druckgefäße im Sinne des Gefahrgutrechts (Flaschen, Großflaschen, Druckfässer, verschlossene Kryo-Behälter und Flaschenbündel),
3. Multiple-Element Gas Container (MEGC), Tanks und Batteriefahrzeuge im Sinne des Gefahrgutrechts,
4. einfache Druckbehälter im Sinne der Richtlinie 2009/105/EG bzw. der Verordnung über die Bereitstellung von einfachen Druckbehältern auf dem Markt (6. ProdSV),
5. Druckgeräte im Sinne der Richtlinie 97/23/EG (PED) bzw. der Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) für Gase sowie
6. andere Druckbehälter oder Kryo-Behälter für Gase, die von diesen Rechtsbereichen nicht erfasst sind, wie z. B. Behälter, die vor Inkrafttreten der PED in Verkehr gebracht worden sind.

(6) Tätigkeiten im Sinne dieser Technischen Regel umfassen alle Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern für Gase, insbesondere das Füllen, Bereithalten, Entleeren sowie die innerbetriebliche Beförderung, Wartung und Instandsetzung.

(7) Als Bereithalten gilt, wenn gefüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter an den zum Entleeren vorgesehenen Stellen als Reservebehälter an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sind (das Ventil des ortsbeweglichen Druckgasbehälters ist noch geschlossen) oder zum baldigen Anschluss aufgestellt sind, soweit dies für den Fortgang der Arbeiten erforderlich ist oder wenn ortsbewegliche Druckgasbehälter zum Füllen bereitgestellt werden. Als Bereithalten gilt auch, wenn gefüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter

1. an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch,
2. auf Verladerampen oder -flächen zum baldigen Abtransport oder
3. in Verkaufsräumen zur Darbietung des Warensortiments

in der jeweils erforderlichen Anzahl und Größe bereitgehalten werden.

(8) Als Entleeren gilt, wenn ortsbewegliche Druckgasbehälter mit Entnahmeeinrichtungen verbunden sind und Gase entnommen werden.

(9) Als Füllen gilt, wenn ortsbewegliche Druckgasbehälter und Treibgastanks an Füllrichtungen angeschlossen sind und Gase eingefüllt werden.

(10) Bereiche mit möglicher Gefährdung sind Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse gefährliche Gaskonzentrationen nicht ausgeschlossen werden können, z. B. infolge betriebsbedingter Freisetzung von Gasen beim Anschließen oder Lösen von Leitungsverbindungen oder beim Öffnen von Peilventilen.

(11) Schutzabstände sind Abstände zwischen Druckanlagen und benachbarten Anlagen, Einrichtungen, Gebäuden oder öffentlichen Verkehrswegen, deren Zweck es ist, die Druckanlage vor einem Schadensereignis, wie Erwärmung infolge Brandbelastung oder mechanischer Beschädigung zu schützen.

(12) Technisch dicht sind ortsbewegliche Druckgasbehälter (einschließlich der Ausrüstungsteile und aller Verbindungen), die bei einer für den Anwendungsfall geeigneten Dichtheitskontrolle, z. B. mit schaubildenden Mitteln oder mit Lecksuch- oder Leckanzeigegeräten, keine Undichtigkeit erkennen lassen (siehe auch TRBS 2152 Teil 2 bzw. TRGS 722).

(13) Auf Dauer technisch dicht sind ortsbewegliche Druckgasbehälter (einschließlich der Ausrüstungsteile und aller Verbindungen), die so ausgeführt sind, dass sie aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben oder bei denen die technische Dichtheit durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet wird (siehe auch TRBS 2152 Teil 2 bzw. TRGS 722).

### **3 Gefährdungsbeurteilung**

Gemäß § 6 GefStoffV und § 3 BetrSichV sind alle Gefährdungen zu ermitteln, die bei Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern als Arbeitsmittel oder bei ihrer Montage und Installation auftreten können. Zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gasen siehe TRGS 407.

### **4 Schutzmaßnahmen**

(1) In Abhängigkeit von den ermittelten und bewerteten Gefährdungen sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gasen in ortsbeweglichen Druckgasbehältern festzulegen.

(2) Die nachstehend beschriebenen Maßnahmen sind beispielhaft und beziehen sich auf Tätigkeiten mit Gasen in ortsbeweglichen Druckgasbehältern.

#### **4.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern**

(1) Zur Vermeidung von unkontrollierter Freisetzung von Gasen müssen die Absperrrichtungen von gefüllten oder entleerten ortsbeweglichen Druckgasbehältern, die nicht angeschlossen sind, fest verschlossen und mit den vorgesehenen Schutzeinrichtungen versehen sein. Schutzeinrichtungen sind entsprechend den Gefahrgutvorschriften vorzusehen, dazu gehören z. B. Ventilschutzkappen oder Verschlussmuttern bei bestimmten gesundheitsgefährlichen und bei pyrophoren Gasen (siehe dazu auch ADR [1] Abschnitt 4.1.4.1 Verpackungsanweisung P200).

(2) Werden an einem ortsbeweglichen Druckgasbehälter Undichtigkeiten festgestellt, die nicht sofort beseitigt werden können, oder weist der gefüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter sonstige Mängel auf, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können, so ist der ortsbewegliche Druckgasbehälter unverzüglich und gefahrlos entsprechend der Betriebsanweisung oder einer Verfahrensanweisung zu entleeren oder es sind andere geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen, die eine Gefährdung verhindern (z. B. Bergedruckgefäß). Es sind Maßnahmen gegen die Wiederinbetriebnahme zu treffen.

(3) Damit gefährliche Drücke oder Materialversagen durch unzulässig hohe oder tiefe Temperaturen nicht entstehen können, dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter, insbesondere solche mit verflüssigten Gasen, nur in kontrollierter Weise angewärmt oder abgekühlt werden. Das Erwärmen darf nur bis zu einer Temperatur von 50 °C erfolgen. Hierbei ist die Temperatur des Wärmeträgers zu überwachen und ggf. die

Wärmezufuhr zu unterbrechen. Die Erwärmung erfolgt zweckmäßigerweise mit Warmwasser oder angewärmter Luft oder mit Jackenheizungen mit Temperaturregelung und Sicherheitstemperaturbegrenzung von geeigneter Größe und unter Beachtung eventueller Anforderungen an den Explosionsschutz. Sie darf nicht mit offenem Feuer erfolgen. Vereisungen an ortsbeweglichen Druckgasbehältern und Ausrüstungsteilen dürfen nicht mit Feuer oder glühenden Gegenständen und im Übrigen nur so beseitigt werden, dass eine gefährliche Erwärmung nicht auftritt. Bei entzündbaren Gasen muss eine Entzündung sicher verhindert werden.

(4) Zur Vermeidung von gefährlichen Zuständen wie z. B. unzulässig hohem Druck und dadurch mögliche Undichtigkeiten oder Bersten von Behältern durch unterschiedliche Füllmengen (Füllstände) in Einzelflaschen von Flaschenbündeln sind die besonderen Hinweise zum Füllen und Entleeren des Flaschenbündels zu beachten, z. B. über das Schließen oder Offenhalten von Absperrarmaturen, über deren Sicherung gegen irrtümliches Betätigen sowie über das sachgerechte Handhaben des Flaschenbündels. Diese Hinweise sind schriftlich zu fixieren und dauerhaft an dem Flaschenbündel anzubringen.

(5) Ortsbewegliche Druckgasbehälter sind regelmäßig zu warten. Die Wartung umfasst in der Regel

1. das Beseitigen geringfügiger Mängel, z. B. Erneuern von Dichtungen,
2. das Entfernen äußerer Verunreinigungen, die eine Korrosion begünstigen und
3. das ggf. erforderliche Reinigen des Behälterinneren.

(6) Bei Mängeln an Ausrüstungsteilen von ortsbeweglichen Druckgasbehältern, z. B. Absperrreinrichtungen, die sich nicht mehr von Hand öffnen lassen, sind die ortsbeweglichen Druckgasbehälter einer ordnungsgemäßen Instandsetzung zu unterziehen.

(7) Zur Vermeidung von unsachgemäßer Instandsetzung dürfen Instandsetzungsarbeiten an ortsbeweglichen Druckgasbehältern nur von beauftragten Beschäftigten in hierfür eingerichteten Werkstätten durchgeführt werden. Hierbei sind vorher festzulegen:

1. Art und Umfang der Instandsetzungsarbeiten,
2. ggf. erforderliches, die Eigenschaften des Gases berücksichtigendes Entleeren und Reinigen der ortsbeweglichen Druckgasbehälter,
3. Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von ortsbeweglichen Druckgasbehältern,
4. persönliche Schutzmaßnahmen auf Grund der Eigenschaften der Gase,
5. Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Stoffunverträglichkeiten.

(8) Zur Vermeidung von unkontrollierter Gasfreisetzung und Gefährdung durch wegfliegende Teile darf das Ventil von ortsbeweglichen Druckgasbehältern erst dann abgeschraubt werden, wenn festgestellt worden ist, dass der ortsbewegliche Druckgasbehälter vollständig drucklos ist. Kann der ortsbewegliche Druckgasbehälter z. B. wegen einer Verstopfung im Ventil oder wegen eines Defektes am Ventil nicht drucklos gemacht werden, so muss entsprechend einer besonderen Verfahrensanweisung von dazu beauftragten Beschäftigten vorgegangen werden. Hinweise dazu gibt z. B. die ISO 25760 [2].

(9) Zur Vermeidung von Gasunverträglichkeiten dürfen zur Druckbeförderung von verflüssigten Gasen keine Gase verwendet werden, die mit dem zu fördernden Gas reagieren oder die dessen Eigenschaften in gefährlicher Weise verändern können.

(10) Zur Vermeidung von Beschädigungen der Ausrüstung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern infolge Kippen, Umfallen oder Wegrollen muss die Standfläche so beschaffen sein, dass die ortsbeweglichen Druckgasbehälter sicher stehen oder sie müssen entsprechend gesichert werden.

(11) Bei Tätigkeiten mit oxidierenden Gasen sind zur Vermeidung einer gefährlichen Reaktion oder einer Brand- und Explosionsgefährdung die nachfolgenden Maßnahmen zu beachten:

1. Mit dem Gas in Berührung kommende Teile von ortsbeweglichen Druckgasbehältern sowie deren Ausrüstungsteile müssen frei von Öl und Fett gehalten werden.
2. Absperreinrichtungen für Sauerstoff (von Hand bediente und fremd gesteuerte) dürfen nicht schlag- oder ruckartig geöffnet oder geschlossen werden, da Druckstöße zu einer Temperaturerhöhung/Entzündung führen können (adiabatische Verdichtung).
3. Mit Sauerstoff durchsetzte Kleidung ist vor Umgang mit offenem Feuer oder bei Gefährdungen durch andere Zündquellen zu wechseln oder ausreichend zu lüften.
4. Rohrleitungssysteme müssen vor Inbetriebnahme oder nach Reparaturen gereinigt werden und frei von Öl, Fett und Partikeln sein.

(12) Bei Tätigkeiten mit akut toxischen Gasen der Kat. 1 oder 2 (H330) müssen für die Flucht in einer Gefahrensituation Atemschutzgeräte dauernd mitgeführt oder so bereit gehalten werden, dass sie für die Beschäftigten schnell erreichbar sind. Hier- von darf im Einzelfall im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung abgewichen werden.

(13) Wenn bei Tätigkeiten mit ätzenden oder tiefgekühlt verflüssigten Gasen diese freigesetzt werden können, ist geeignete PSA zu tragen, z. B. Schutzhandschuhe und Schutzbrille. Konkrete Hinweise dazu sind im Sicherheitsdatenblatt oder z. B. bei GisChem [3] zu finden.

(14) Verflüssigtes Acetylen lässt sich sehr leicht zum explosiven Zerfall bringen. Daher ist die Verflüssigung von Acetylen, die bei vergleichsweise hohen Drücken bzw. niedrigen Temperaturen erfolgen kann, zu vermeiden. Der maximale Betriebsdruck ist daher unter Berücksichtigung der zu erwartenden Betriebstemperatur festzulegen.

(15) Zur Vermeidung der Entzündung von Acetylen in Folge von Undichtigkeiten dürfen Temperaturen von Oberflächen, die als Zündquellen in Betracht kommen, 225 °C nicht übersteigen.

## 4.2 Füllen von ortsbeweglichen Druckgasbehältern

### 4.2.1 Allgemeine Maßnahmen

(1) Ortsbewegliche Druckgasbehälter dürfen nur gefüllt werden, wenn

1. sie den Anforderungen der Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter entsprechen,
2. das Datum der nächsten wiederkehrenden Prüfung nicht verstrichen ist und
3. sie, einschließlich ihrer Ausrüstung, keine Mängel aufweisen, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können.

(2) Zur Vermeidung von Fehlbedienungen dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter in Füllanlagen nur selbständig von beauftragten Beschäftigten nach § 8 BetrSichV gefüllt und gewartet werden, die

1. für diese Tätigkeit geeignet sind,
2. erwarten lassen, dass sie ihre Aufgaben zuverlässig erfüllen und
3. unterwiesen sind (siehe dazu auch TRGS 555).

(3) Räume, in denen Gase in ortsbewegliche Druckgasbehälter gefüllt werden, dürfen nur von unterwiesenen bzw. fachkundigen Personen betreten werden. In Räumen, in denen andere als inerte Gase (inerte Gase sind z. B. Stickstoff, Edelgase, Kohlendioxid) gefüllt werden, dürfen sich nur die in der Füllanlage Beschäftigten während der Dauer der ihnen übertragenen Arbeiten aufhalten. Nicht unterwiesene bzw. nicht fachkundige Personen dürfen nur in Begleitung von unterwiesenen Personen Zugang haben.

(4) Innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen dürfen keine Fahrzeuge mit Verbrennungs- oder Elektromotoren in nicht explosionsgeschützter Ausführung verkehren. Davon darf abgewichen werden, wenn sichergestellt ist, dass im Bereich der Fahrzeuge keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, z. B. durch eine Arbeitsfreigabe. Wege und Straßen, die durch explosionsgefährdete Bereiche führen, müssen während des Betriebs der Füllanlage für den allgemeinen Werksverkehr abgesperrt sein.

(5) Zur Vermeidung von Stoffunverträglichkeiten dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter nur mit dem Gas gefüllt werden, das auf dem Druckgasbehälter selbst oder in der Füllanweisung angegeben ist.

(6) Die Kontrolle ortsbeweglicher Druckgasbehälter zum Zeitpunkt des Füllens umfasst u. a. die Feststellung des ordnungsgemäßen Zustandes hinsichtlich

1. des Vorhandenseins der jeweiligen Kennzeichnung,
2. der Dichtheit,
3. der Gängigkeit und Funktionsfähigkeit der Absperreinrichtungen,
4. des Vorhandenseins und der Unversehrtheit der Sicherheitseinrichtungen,
5. des Zustands der druckbeaufschlagten Wandungen.

Weitere fachliche Hinweise zu den Kontrollen zum Zeitpunkt des Füllens können den entsprechenden Normen entnommen werden [4], [5], [6], [7], [8], [9].

(7) Zur Vermeidung von Materialversagen durch Unterkühlung darf ein ortsbeweglicher Druckgasbehälter nach seiner Befüllung mit Gasen mit einer Temperatur von weniger als  $-20\text{ °C}$  nur dann befördert werden, wenn der Behälterwerkstoff entweder für Temperaturen unter  $-20\text{ °C}$  geeignet ist, oder wenn die Behälterwand eine Temperatur von mindestens  $-20\text{ °C}$  erreicht hat.

(8) Zur Vermeidung von Materialversagen durch Überdruck dürfen Druckgasbehälter nicht überfüllt werden. Überfüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter sind unverzüglich gefahrlos bis auf die zulässige Füllmenge zu entleeren. Im Anschluss daran ist die gefüllte Gasmenge erneut zu bestimmen.

(9) An Füllanlagen dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter nicht gelagert, sondern nur zum baldigen Füllen oder Abtransport bereitgehalten werden.

(10) Zur Vermeidung einer gefährlichen Ansammlung von Gasen dürfen sich in Bereichen von mindestens 5 m um betriebsbedingte Freisetzungstellen von Füllanlagen keine Gruben, Kanäle oder Abflüsse zu Kanälen ohne Flüssigkeitsverschluss sowie keine Kellerzugänge oder sonstige offene Verbindungen zu Kellerräumen oder Öffnungen in Wänden und Decken zu anderen Räumen befinden. Ferner dürfen sich dort auch keine Reinigungs- oder andere Öffnungen von Schornsteinen befinden.

#### 4.2.2 Maßnahmen zur Vermeidung von Drucküberschreitung infolge Überfüllung

(1) Bei ortsbeweglichen Druckgasbehältern, deren Füllstand beim Füllen ständig überwacht werden muss, ist zur Vermeidung von Drucküberschreitung infolge von Überfüllung folgendes zu beachten:

1. Ortsbewegliche Druckgasbehälter, auf denen der höchstzulässige Überdruck der Füllung bei  $15\text{ °C}$  in bar angegeben ist, dürfen nach Druck (manometrisch) gefüllt werden (mit Ausnahme von Acetylenflaschen). Liegt beim Füllen eine von  $15\text{ °C}$  abweichende Temperatur vor, so ist der Druck, der der abweichenden Temperatur entspricht, durch das Füllwerk zu bestimmen. Alternativ sind Füllungen, bei denen die Füllmenge eines ortsbeweglichen Druckgasbehälters als Referenz über eine Waage ermittelt wird, zulässig. Es muss sichergestellt sein, dass im ortsbeweglichen Druckgasbehälter der zulässige Überdruck der Füllung bei  $15\text{ °C}$  nicht überschritten wird. Zur Feststellung einer etwaigen Überfüllung sind die gefüllten ortsbeweglichen Druckgasbehälter stichprobenweise durch Druckmessung zu kontrollieren.
2. Ortsbewegliche Druckgasbehälter, auf denen die höchstzulässige Füllmenge durch das Nettogewicht (Füllgewicht, höchstzulässige Masse der Füllung) angegeben ist, müssen nach Gewicht (gravimetrisch) gefüllt werden. Die ortsbeweglichen Druckgasbehälter sind während des Füllens zu wiegen und zur Feststellung einer etwaigen Überfüllung einer Kontrollwägung zu unterziehen. Hierbei ist die Verkehrsfehlergrenze der Waage zu berücksichtigen, sie darf nicht mehr als 1 % des Füllgewichtes betragen. Waagen für die Kontrollwägung müssen geeicht sein.

Erfolgen Füll- und Kontrollwägungen auf derselben Waage, müssen diese zusätzlich einer geeigneten Prüfmittelüberwachung unterliegen (z. B. durch Kontrolle in angemessenen Abständen mit geeigneten Gewichten oder durch Selbstüberwachung; aus den Kontrollaufzeichnungen ist zu ermitteln, welche Abstände angemessen sind). Kontrollwägungen müssen unmittelbar nach Beendigung des Füllvorganges durchgeführt werden.

(2) Bei ortsbeweglichen Druckgasbehältern, deren Füllstand beim Füllen nicht ständig überwacht werden muss, ist zur Vermeidung von Drucküberschreitung infolge von Überfüllung Folgendes zu beachten:

1. Es ist eine Restmengenbestimmung zur Festlegung der Füllmenge erforderlich.
2. Die eingefüllte Menge kann über Volumen- oder Massendurchflussmessung ermittelt werden. In allen Fällen ist eine Kontrollwägung auf einer geeichten Waage durchzuführen. Die Kontrollwägung muss unmittelbar nach Beendigung des Füllvorganges durchgeführt werden. Die Kontrollwaage ist in angemessenen Abständen zu kontrollieren.

Füll- und Kontrollwägungen dürfen auf derselben Waage erfolgen, sofern diese zusätzlich einer geeigneten Prüfmittelüberwachung unterliegen (s. Absatz 1).

(3) Bei Tanks für Gase der Klasse 2 nach ADR [1] ist zur Vermeidung von Drucküberschreitung infolge von Überfüllung Folgendes zu beachten:

1. Verflüssigte Gase mit einer kritischen Temperatur (siehe hierzu und zum Klassifizierungscode TRGS 407)  $T_k \geq +20 \text{ °C}$  (verflüssigte Gase der Klasse 2 Klassifizierungscode 2 und tiefgekühlt verflüssigte Gase der Klasse 2 Klassifizierungscode 3) dürfen nach Volumen (volumetrisch) nur gefüllt werden, wenn die Füllanlage oder die Tanks mit Einrichtungen zum Messen oder Begrenzen des Volumens der Füllung und – ausgenommen Fahrzeugbehälter für tiefgekühlt verflüssigte Gase – zum Messen der Temperatur der Füllung ausgerüstet sind; beim Füllen nach Volumen muss sichergestellt sein, dass das auf dem Tank angegebene zulässige Gewicht der Füllung nicht überschritten wird. Zur Feststellung einer etwaigen Überfüllung sind die gefüllten Tanks gravimetrisch auf einer geeichten Waage zu kontrollieren. Hierbei ist die Verkehrsfehlergrenze der Waage zu berücksichtigen.
2. Die oben aufgeführte Volumenmessung darf auch über eine Massendurchflussmessung erfolgen.
3. Sofern die Gase nicht akut toxisch Kat. 1 sind, darf die Kontrolle volumetrisch und temperaturkompensiert durchgeführt werden. Für Füll- und Kontrollmessungen gilt:
  - a) Bei volumetrischer Kontrolle müssen Füll- und Kontrolleinrichtungen voneinander unabhängig sein.
  - b) Sofern die Kontrolle volumetrisch erfolgt, dürfen Füll- und Kontrollmessungen nicht von derselben Person ausgeführt werden.
  - c) Kontrollmessungen müssen unmittelbar nach Beendigung des Füllvorganges durchgeführt werden.

(4) Abweichend von Absatz 1 bis 3 darf bei Druckgasbehältern für tiefgekühlt verflüssigte Gase, die weder entzündbar noch akut toxisch Kat. 1, 2 oder 3 sind, die Befüllung durch Peilrohre überwacht werden.

#### 4.2.3 Maßnahmen zur Vermeidung von Gas- bzw. Stoffunverträglichkeiten

(1) Zur Vermeidung von Korrosion des ortsbeweglichen Druckgasbehälters durch das Gas oder den Restinhalt (z. B. Prüfmittel) darf die Füllung den Behälterwerkstoff oder eine eventuell vorhandene Schutzschicht sowie die Werkstoffe der Ausrüs-

tungsteile, die der Füllung ausgesetzt sind, nicht in gefährlicher Weise angreifen oder mit ihnen gefährliche Verbindungen eingehen.

(2) Zur Vermeidung von Korrosionsschäden muss sichergestellt werden, dass in ortsbeweglichen Druckgasbehältern keine Flüssigkeit in solcher Menge enthalten ist, die gefährliche Korrosion auslösen kann. Es ist daher Folgendes einzuhalten:

1. Alle ortsbeweglichen Druckgasbehälter sind nach einer Wasserdruckprüfung sorgfältig zu trocknen. Vor dem Einbau des Ventils ist sicherzustellen, dass die Druckgasbehälter innen trocken sind. Bei der Trocknung ist zu gewährleisten, dass die zulässige maximale Temperatur der Wandungen, insbesondere bei Druckgasbehältern aus Verbundwerkstoffen, nicht überschritten wird. Die Trocknung muss zwangsweise in den Prüfablauf eingebaut sein.
2. Bei ortsbeweglichen Druckgasbehältern für oxidierende Gase und für solche Gase, an die hinsichtlich des Taupunktes Anforderungen gestellt werden, ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. Aufheizen, Entleeren, Evakuieren, Wiegen) oder technische Einrichtungen (z. B. Restdruckventile) sicherzustellen, dass die ortsbeweglichen Druckgasbehälter vor dem Wiederbefüllen keine Flüssigkeitsmengen enthalten, die gefährliche Korrosion auslösen.

(3) Zur Vermeidung eines möglichen Acetylenzerfalls als Folge von Acetylidbildung dürfen nur solche Werkstoffe verwendet werden, die mit Acetylen kein Acetylid bilden. Zum Beispiel darf der Kupfergehalt von metallischen Werkstoffen, die mit Acetylen in Kontakt kommen, 70 % nicht überschreiten. Die Verwendung von Silber ist nicht zulässig.

(4) Zur Vermeidung von Undichtigkeiten dürfen für Acetylen nur solche nichtmetallischen Werkstoffe (z. B. für Schlauchleitungen und Dichtungen) verwendet werden, die für Acetylen, Aceton und Dimethylformamid geeignet sind.

#### 4.2.4 Kontrolle von Undichtigkeiten

(1) Nach dem Füllen von ortsbeweglichen Druckgasbehältern sind die Behälter auf Dichtheit zu kontrollieren, z. B.:

1. Nach dem Füllen sind die Absperrrichtungen und deren Verbindung mit den ortsbeweglichen Druckgasbehältern in geeigneter Weise, z. B. mit Lecksuchspray, bei geschlossener Armatur und ohne Verschlussmutter auf innere Dichtheit zu kontrollieren.
2. Ventile mit Spindeldurchführung oder Sicherheitseinrichtungen sind auf äußere Dichtheit zu kontrollieren. Die Kontrolle erfolgt bei Offenstellung der Armatur und Blindverschluss der Seitenöffnung. Die Kontrolle auf äußere Dichtheit kann auch gegen Ende des Füllvorgangs durchgeführt werden. Diese Kontrolle darf nicht durchgeführt werden bei akut toxischen Gasen der Kat. 1 und bei pyrophoren (selbstentzündlichen) Gasen. In diesem Fall muss sichergestellt werden, dass die Verschlussmutter und die Dichtung von dem Gas nicht angegriffen werden können und sich in einem einwandfreien Zustand befinden.
3. Nach dem Füllen ist der gesamte ortsbewegliche Druckgasbehälter einer Sichtkontrolle auf Dichtheit zu unterziehen, insbesondere die Schweißnähte bei geschweißten Flaschen.

4. Bei Gasen, die weder entzündbar noch akut toxisch Kat. 1 sind, genügt die Kontrolle auf innere Dichtheit einschließlich der Dichtheit der Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung.

(2) Abweichend von Absatz 1 Nr. 1 und 2 ist bei Tanks eine Sichtkontrolle auf Dichtheit ausreichend.

#### 4.2.5 Zusätzliche Maßnahmen für das Füllen von Tanks auf Straßen- und Schienenfahrzeugen

(1) Bei einem mit einem Fahrzeug fest verbundenen Tank ergibt sich die höchstzulässige Füllmenge aus der entsprechenden Angabe gemäß den Gefahrgutvorschriften (siehe dazu ADR [1] bzw. RID jeweils Abschnitt 6.8.3.5.6).

(2) Beim Füllen sind zur Vermeidung von Störungen durch die Freisetzung von Gasen folgende Maßnahmen zu ergreifen:

1. Bei Tanks, die mit einem fernbetätigbaren Ventil ausgerüstet sind, müssen die Einrichtungen, mit denen das Ventil aus sicherer Entfernung geschlossen werden kann, vor dem Beginn des Füllvorganges aktiv sein.
2. Das Füllen von Tanks ist zu überwachen. Die Überwachung kann direkt durch eine fachkundige Person oder indirekt z. B. durch eine Monitorüberwachung bzw. Prozessleitsysteme erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass bei Störungen des Normalbetriebs schnell in den Füllvorgang eingegriffen werden kann.
3. Bei Fahrzeugen sind die Leitungsverbindungen zwischen dem Tank und der Füllanlage aufzuheben, wenn das Füllen von Tanks für längere Zeit (z. B. nachts oder an Wochenenden) unterbrochen wird. Entgasungsleitungen dürfen angeschlossen bleiben.

Bei Tanks für tiefgekühlt verflüssigte Gase, die entzündbar oder akut toxisch Kat. 1 sind, müssen Entgasungsleitungen angeschlossen bleiben.

4. Tanks dürfen zum Füllen mit entzündbaren Gasen nur angeschlossen werden, wenn die Fahrzeuge untereinander, zu anderen abgestellten, gefüllten Fahrzeugen mit Tanks für Gase und zu ortsfesten Druckgasbehältern einen Abstand von mindestens 5 m haben. Der Abstand verringert sich auf mindestens 3 m, wenn jeder der beiden betrachteten Tanks für Gase bestimmt ist, die leichter als Luft sind. Der Abstand ist den Abbildungen 1 und 2 entsprechend festzulegen.
5. Tanks auf Fahrzeugen dürfen zum Füllen mit akut toxischen Gasen der Kat. 1 nur angeschlossen werden, wenn die Fahrzeuge zu anderen abgestellten, gefüllten Fahrzeugen mit Tanks für entzündbare Gase und zu ortsfesten Druckgasbehältern für entzündbare Gase einen Abstand von mindestens 5 m haben. Der Abstand darf auf mindestens 3 m verringert werden, wenn jeder der beiden betrachteten Tanks für Gase bestimmt ist, die leichter als Luft sind. Der Abstand ist den Abbildungen 1 und 2 entsprechend festzulegen.
6. Festverbundene Tanks auf Fahrzeugen dürfen zum Füllen mit Sauerstoff nur angeschlossen werden, wenn sie während des Füllens zu anderen abgestellten Fahrzeugen mit Tanks und zu ortsfesten Behältern, soweit diese Behälter entzündbare Gase enthalten, einen Abstand von mindestens 5 m haben. Der Abstand darf auf mindestens 3 m verringert werden, wenn jeder der beiden betrach-

teten Behälter für Gase bestimmt ist, die leichter als Luft sind. Der Abstand ist den Abbildungen 1 und 2 entsprechend festzulegen.

Satz 1 Nr. 4 bis 6 gilt nicht, wenn an der Füllstelle zwischen den Fahrzeugen Schutzwände in mindestens feuerhemmender Ausführung vorhanden sind.

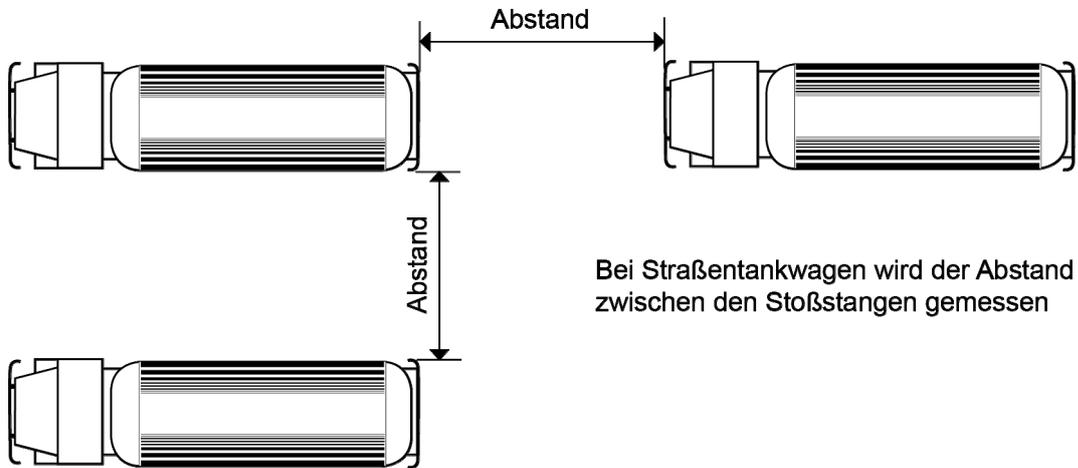


Abb. 1 Abstand zwischen Straßenfahrzeugen mit Tanks

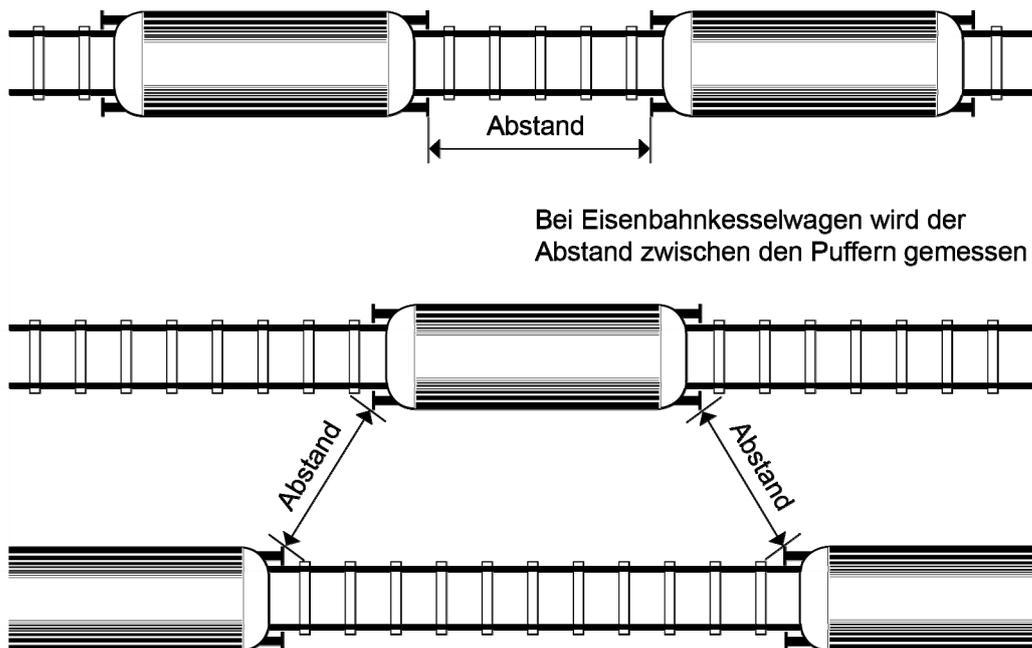


Abb. 2 Abstand zwischen Schienenfahrzeugen mit Tanks

(3) Fahrzeuge mit Tanks sind im Gefahrfall abziehen, soweit dies gefahrlos möglich ist.

(4) Bei Straßenfahrzeugen mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern sind zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses folgende Maßnahmen zu ergreifen:

1. Straßenfahrzeuge sind vor dem Anschließen der Leitungen zum Füllen durch Anziehen der Handbremse, Einlegen eines Ganges oder durch Vorlegeklötze gegen Abrollen zu sichern. Wenn das Gefälle von Fahrbahnen größer als 1:50 ist, müssen zur Sicherung gegen Abrollen besondere Maßnahmen getroffen werden; als besondere Maßnahme ist mindestens die gleichzeitige Anwendung von zwei der in Satz 1 genannten Maßnahmen anzusehen.
2. Ist ein Anfahren von zum Füllen angeschlossenen Straßenfahrzeugen durch andere Fahrzeuge nicht auszuschließen, so müssen Warndreiecke, Leitkegel oder andere geeignete Einrichtungen zur Kennzeichnung aufgestellt werden.
3. Bei Straßenfahrzeugen für entzündbare Gase muss der Fahrzeugmotor während des Füllens abgestellt sein. Dient der Fahrzeugmotor dem Antrieb der Pumpe, so darf er während des Füllens laufen. In einem solchen Fall müssen die Betätigungseinrichtungen zum Abstellen des Fahrzeugmotors aus sicherer Entfernung vor dem Anschließen der Leitungen zum Füllen ausgelegt und auf Wirksamkeit überprüft worden sein.

(5) Bei Schienenfahrzeugen sind zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses folgende Maßnahmen zu ergreifen:

1. Schienenfahrzeuge mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern sind vor dem Anschließen der Leitungen zum Füllen
  - a) durch Hemmschuhe, Radvorleger oder Holzklötze gegen Abrollen zu sichern,
  - b) durch Verschließen der Zugangsweiche in abweisender Stellung, Verschließen aufgelegter Gleissperren oder durch umlegbare Prellböcke gegen Auffahren anderer Schienenfahrzeuge zu sichern.
2. Wenn das Gefälle von Gleisanlagen größer als 1:400 ist, müssen zur Sicherung gegen Abrollen besondere Maßnahmen getroffen werden; als besondere Maßnahme gilt ein Radvorleger in Gefällerrichtung vor jeder Achse.

#### 4.2.6 Ergänzende Maßnahmen für das Füllen von Acetylenflaschen und Acetylenflaschenbündeln

(1) Zur Vermeidung oder Begrenzung eines Acetylenzerfalls sind die folgenden Maßnahmen zu ergreifen:

1. An den Füllständen muss jeder Füllanschluss mit einer Einrichtung ausgerüstet sein, die ein Zurückströmen des Gases aus der Acetylenflasche verhindert.
2. Die Leitungen an Füllständen für Einzelflaschen müssen mit mindestens zwei der folgenden Einrichtungen versehen sein:
  - a) Zerfallssperre vor der Verteilleitung im Füllstand,
  - b) Stichflammenschutz der Verteilleitung im Füllstand,
  - c) Zerfallssperre zwischen der Verteilleitung und der zu füllenden Flasche.

(2) Die Zersperren müssen dabei folgende Anforderungen erfüllen:

1. Zersperren müssen so beschaffen sein, dass sie einen Acetylenzerfall, der beim höchsten Arbeitsdruck von der Gaseingangs- oder Gasabgangsseite her einläuft, sicher aufhalten. Dabei ist der höchste Arbeitsdruck der höchste Druck nach der letzten Verdichterstufe, dessen Überschreiten durch eine Druckbegrenzungseinrichtung verhindert wird.
2. Das Gehäuse der Zersperren muss so beschaffen sein, dass beim Auftreten eines detonativen Acetylenzerfalls bei einem Anfangsüberdruck von 25 bar keine bleibenden Verformungen auftreten. Dies gilt nicht für Zersperren, die bestimmungsgemäß nach einem Acetylenzerfall, dem sie ausgesetzt waren, ersetzt werden. Das Gehäuse dieser Zersperren muss jedoch so beschaffen sein, dass es unter den Acetylenzerfallsbedingungen nicht birst.

(3) Zur Druckentlastung der Acetylenzuführungsleitungen zwischen Verdichter und Füllrampe müssen Einrichtungen vorhanden sein, die auch außerhalb des Füllraumes von geeigneter Stelle aus betätigt werden können.

(4) Zur Vermeidung eines Acetylenzerfalls durch Überschreitung der zulässigen Betriebstemperatur sind die folgenden Maßnahmen zu ergreifen:

1. Die Acetylentemperatur darf hinter keiner Druckstufe des Verdichters mehr als 140 °C betragen. Es genügt der rechnerische Nachweis.
2. Für den Brandfall muss eine ausreichende Wasserversorgung für eine Berieselungsanlage zur Kühlung aller Flaschen, die an den Füllständen angeschlossen sind, vorhanden sein, die auch außerhalb des Füllraumes von geeigneter Stelle aus eingeschaltet werden kann. Hinweise zur Berieselungsanlage können dem Code of Practice Acetylen [10] Kapitel 7.3.2 entnommen werden.

(5) Zur Vermeidung einer unzulässigen Befüllung von Acetylenflaschen und Acetylenflaschenbündeln sind die folgenden Maßnahmen zu berücksichtigen:

1. Die ordnungsgemäße Füllung der Acetylenflaschen und -bündel mit Lösemittel und Acetylen ist durch eine hierzu beauftragte Person zu überwachen.
2. Zusätzlich zu den Fülleinrichtungen muss auch ein Entleerungsstand vorhanden sein. Acetylenleitungen von Entleerungsständen zu Acetylen speichern müssen im Niederdruckteil oder im Hochdruckteil mit einer Zersperre ausgerüstet sein.

(6) Für Einzelflaschen ist zusätzlich folgendes zu beachten:

1. Bei Einzelflaschen ist eine Restgasbestimmung durchzuführen. Dazu ist durch Gewichts-, Temperatur- und Druckbestimmung und basierend auf einer Restgasberechnung bzw. anhand von Restgastabellen das tatsächliche Gewicht des Lösemittels und des Acetylen in der Flasche festzustellen. Ist das Gewicht der Acetylenflasche nach Abzug des Gewichts des in der Flasche noch vorhandenen Acetylen geringer als die auf der Acetylenflasche angegebene Tara, ist das Lösemittel auf die Tara zu ergänzen. Hinweise dazu gibt es in der DIN EN ISO 11372 [7].
2. Zum Nachfüllen von Lösemittel darf Acetylen als Druckmittel nicht verwendet werden.

3. Nach dem Füllen mit Acetylen ist das Gewicht der gefüllten Acetylenflasche festzustellen. Dabei ist sicherzustellen, dass die festgelegte zulässige Menge an Acetylen nicht überschritten ist.
4. Zur Überwachung der ordnungsgemäßen Füllung von Einzelflaschen müssen mindestens 20 Acetylenflaschen wöchentlich in unregelmäßigen Abständen nachkontrolliert werden. Die Nachkontrolle besteht aus einer Kontrolle der Lösemittelmenge vor dem Füllen mit Acetylen und aus einer Kontrolle der Acetylenmenge nach dem Füllen. Die Kontrolle der Lösemittelmenge und der Acetylenmenge darf an verschiedenen Acetylenflaschen vorgenommen werden.

(7) Für Flaschenbündel ist zusätzlich folgendes zu beachten:

1. Vor jedem Füllen eines Acetylenflaschenbündels ist durch Gewichts-, Temperatur- und Druckbestimmung das Gesamtgewicht des Lösemittels und des in dem Bündel noch vorhandenen Acetylens festzustellen. Hierfür sind dem Füllpersonal Unterlagen zur Verfügung zu stellen, aus denen das Gewicht des in dem Bündel vorhandenen Acetylens und Lösemittels in Abhängigkeit von Gewicht, Druck und Temperatur ermittelt werden kann. Ist das minimal zulässige Gesamtgewicht des Lösemittels unterschritten oder die maximal zulässige Anzahl der gemeinsamen Füllungen überschritten, muss das Bündel demontiert und die Flaschen als Einzelflaschen gefüllt werden. Hinweise dazu gibt es in DIN EN ISO 13088 [8].
2. Nach dem Füllen mit Acetylen ist das Gewicht des Flaschenbündels festzustellen. Dabei ist sicherzustellen, dass die festgelegte zulässige Menge an Acetylen nicht überschritten ist.
3. Zur Überwachung der ordnungsgemäßen Befüllung von Bündeln muss mindestens ein Bündel wöchentlich einer Kontrolle, bestehend aus einer Kontrolle des Bündels im An- und Auslieferungszustand, unterzogen werden. Die Kontrollen im An- und Auslieferungszustand dürfen an verschiedenen Bündeln durchgeführt werden.
4. Um unzulässige Füllung von einzelnen Acetylenflaschen in Bündeln zu vermeiden, müssen Acetylenflaschenventile in einem Bündel nach dem Füllen und während der Lagerung offen sein. Acetylenflaschenbündel dürfen nur mit dem Hauptabsperrentil geschlossen werden.

(8) Um eine unkontrollierte Freisetzung von Acetylen zu vermeiden, sind während und nach der Füllung die Acetylenflaschen und die Flaschenbündel auf Dichtheit zu kontrollieren. Bei dieser Kontrolle müssen die Flaschenventile z. B. durch Abpinseln mit Schaum bildenden Mitteln stichprobenweise kontrolliert werden.

### **4.3 Bereithalten von ortsbeweglichen Druckgasbehältern**

#### **4.3.1 Allgemeine Maßnahmen**

(1) Zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses, insbesondere bei Flammeneinwirkung, darf an Stellen, an denen ortsbewegliche Druckgasbehälter zum Entleeren angeschlossen sind, höchstens die gleiche Anzahl ortsbeweglicher Druckgasbehälter zusätzlich bereitgehalten werden.

(2) Zur Vermeidung der Beschädigung der Ausrüstung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern sind diese gegen Umfallen oder Herabfallen zu sichern.

(3) Zur Vermeidung der Freisetzung von flüssigem Gas müssen ortsbewegliche Druckgasflaschen mit einem Fassungsraum von mehr als 1 l mit verflüssigten Gasen, die entzündbar, oxidierend oder akut toxisch Kat. 1, 2 oder 3 sind, stehend bereitgehalten werden.

(4) Ortsbewegliche Druckgasbehälter, deren Prüffrist für die wiederkehrende Prüfung gemäß Gefahrgutvorschriften überschritten ist, dürfen nur zum Entleeren bereitgehalten werden, wenn die Gefahr des Materialversagens nicht besteht. Der ortsbewegliche Druckgasbehälter soll innerhalb eines Zeitraumes, der die doppelte Prüffrist nicht übersteigt, wiederkehrend geprüft werden.

(5) Wenn in der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes festgelegt worden ist, dann ist ein Bereich zum Schutz von Acetylenflaschen von Kleinanlagen und ortsveränderlichen Batterieanlagen von 3 m erforderlich (Schutzabstand). Für detaillierte Hinweise zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen bei Tätigkeiten mit Acetylen siehe BGR 104 Teil 2 Anlage 4 (Beispielsammlung) Punkt 4.7.

#### 4.3.2 Bereithalten in Räumen

(1) In Bereichen mit erhöhter Brandgefährdung (siehe dazu TRGS 800 Nummer 3.3 Absatz 5) sollen Druckgasflaschen möglichst außerhalb der Räume sicher aufgestellt werden. Die Gase sind den Arbeitsplätzen durch dauerhaft technisch dichte, fest verlegte Rohrleitungen zuzuführen. Sind solche Schutzmaßnahmen nicht möglich oder zweckmäßig, sind alternative Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

(2) Aufstellungsräume für Druckgasflaschen sind mit dem Warnzeichen W029 „Warnung vor Gasflaschen“ gemäß ASR A1.3 zu kennzeichnen.

(3) In Aufstellungsräumen für ortsbewegliche Druckgasbehälter sind Gefährdungen, die durch unkontrolliert freigesetztes Gas entstehen können, durch wirksame Maßnahmen zu vermeiden. Solche Maßnahmen können z. B. sein:

1. Gewährleistung einer ausreichenden natürlichen Be- und Entlüftung der Räume,
2. technische Lüftung (Zu- und Abluftanlage),
3. Gaswarneinrichtung,
4. Dichtheitskontrollen.

(4) Zur Vermeidung von Gefährdungen durch unkontrollierte Freisetzung von Gasen dürfen

1. in Räumen, die eine Grundfläche  $\leq 12 \text{ m}^2$  haben und die allseitig mit festen öffnungslosen Wänden von mehr als 1,5 m Höhe umgeben sind, nicht mehr als zwei ortsbewegliche Druckgasbehälter mit einem maximalen Fassungsraum von je 14 l für Kohlendioxid, Stickstoff oder deren Gemische bereitgehalten werden,
2. in Räumen unter Erdgleiche und unter Deck von Schiffen ortsbewegliche Druckgasbehälter nur bereitgehalten werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- a) Ortsbewegliche Druckgasbehälter mit einem Gesamtfassungsraum bis 70 l (geometrisches Volumen) für Kohlendioxid, Stickstoff oder deren Gemische und Distickstoffoxid dürfen bereitgehalten werden, wenn durch die räumlichen Bedingungen oder geeignete Maßnahmen, die im Einzelfall vor Ort festgelegt werden, sichergestellt ist, dass keine Gefährdung für Personen zu erwarten ist.
  - b) Räumliche Bedingungen oder geeignete Maßnahmen können z. B. sein:
    - natürliche Belüftung, wenn die Lüftungsöffnungen so groß sind, dass sie eine Durchlüftung bewirken und der Fußboden nicht mehr als 1,5 m unter Erdgleiche liegt,
    - technische Lüftung, die bei ständigem Betrieb einen zweifachen Luftwechsel pro Stunde gewährleistet,
    - technische Lüftung, die bei Einschalten über Türkontaktzeitschalter oder eine geeignete Gaswarneinrichtung einen zehnfachen Luftwechsel pro Stunde gewährleistet.
3. Im Zugangsbereich ist deutlich erkennbar und dauerhaft auf die Erstickungsgefahr und auf das Verbot, die Tür nach dem Betreten des Raumes zu schließen, durch ein Warnzeichen hinzuweisen.

#### 4.3.3 Bereithalten in Verkaufsräumen

(1) In Verkaufsräumen dürfen Druckgasbehälter für akut toxische Gase der Kat. 1, 2 oder 3 nicht bereitgehalten werden. Ansonsten dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter nur unter Beachtung der nachstehenden Maßnahmen zum Verkauf bereitgehalten werden:

1. Es sind nur ortsbewegliche Druckgasbehälter bis zu einem Fassungsraum von je 5 l (geometrisches Volumen) zulässig. Größere ortsbewegliche Druckgasbehälter sind in einem Lagerraum oder im Freien zu lagern. Abweichend dürfen bis zu fünf Dauerdruckfeuerlöscher mit max. 12 kg Füllung zum Verkauf bereitgehalten werden.
2. Bei der Belüftung der Verkaufsräume sind die Anforderungen an Lagerräume zu beachten (siehe TRGS 510).
3. Im Umkreis von 5 m um die ortsbeweglichen Druckgasbehälter dürfen keine brennbaren Stoffe wie z. B. entzündbare Flüssigkeiten, Holz, Papier, Gummi oder Kunststoff gelagert oder bereitgehalten werden.
4. Die Verkaufsstände für ortsbewegliche Druckgasbehälter dürfen nicht an Ausgängen, in der Nähe von Treppen oder an Fahrtreppen, Gebäude- oder Stockwerksfluren liegen.
5. Pro Brandabschnitt dürfen höchstens fünf ortsbewegliche Druckgasbehälter mit entzündbaren Gasen und fünf ortsbewegliche Druckgasbehälter mit oxidierenden Gasen bereitgehalten werden.

(2) Absatz 1 gilt nicht, wenn lediglich druckbeaufschlagte Getränkebehälter bereitgehalten werden.

## **4.4 Entleeren von ortsbeweglichen Druckgasbehältern**

### **4.4.1 Allgemeine Maßnahmen**

(1) Zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses dürfen zum Entleeren angeschlossene ortsbewegliche Druckgasbehälter

1. in Treppenträumen, Haus- und Stockwerksfluren, engen Höfen sowie Durchgängen und Durchfahrten oder in deren unmittelbarer Nähe,
2. an Treppen von Freianlagen,
3. an besonders gekennzeichneten Rettungswegen und
4. in Räumen unter Erdgleiche

nicht aufgestellt werden.

(2) Absatz 1 gilt nicht für

1. das Aufstellen zur Ausführung von Arbeiten, die dort vorübergehend notwendig sind (z. B. bei Instandsetzungen) und wenn besondere Schutzmaßnahmen (z. B. Absperrung, Sicherung des Rettungsweges, Lüftung) getroffen werden,
2. ortsbewegliche Druckgasbehälter für Pressluft oder Sauerstoff,
3. ortsbewegliche Druckgasbehälter, die entsprechend Nummer 4.3.2 Absatz 4 Nr. 1 bereitgehalten werden,
4. ortsbewegliche Druckgasbehälter mit einem Gesamtfassungsraum bis 70 l (geometrisches Volumen) für Distickstoffoxid, Kohlendioxid oder Stickstoff unter Beachtung der besonderen Maßnahmen nach Nummer 4.3.2 Absatz 4 Nr. 2,
5. ortsbewegliche Druckgasbehälter zur Ausführung von Bauarbeiten, deren Aufstellung unter Erdgleiche aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist, wenn natürliche oder technische Lüftung die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sowie die Bildung eines gesundheitsgefährlichen Gas/Luft-Gemisches und Sauerstoffmangel verhindert und die Anlage unter ständiger Aufsicht steht.

(3) Zur Vermeidung der Fehlbedienung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern und insbesondere von Flaschenbündeln sind gegebenenfalls besondere schriftliche Hinweise erforderlich, z. B. zum Schließen oder Offenhalten von Absperrarmaturen, zu ihrer Sicherung gegen irrtümliches Betätigen sowie zur sachgerechten Handhabung.

(4) Zur Vermeidung von Schäden durch Überdruck in der nachgeschalteten Anlage müssen ortsbewegliche Druckgasbehälter mit verflüssigten Gasen senkrecht aufgestellt werden. Dies gilt nicht für ortsbewegliche Druckgasbehälter, die für die waagerechte Entleerung ausgerüstet sind.

(5) Zur Vermeidung von unkontrollierter Freisetzung von Gasen dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter nur über Entnahmeeinrichtungen entleert werden, die für das jeweilige Gas geeignet sind, einen sicheren und technisch dichten Anschluss an den ortsbeweglichen Druckgasbehälter ermöglichen und keine Mängel aufweisen.

(6) Ortsbewegliche Druckgasbehälter, deren Prüffrist für die wiederkehrende Prüfung gemäß Gefahrgutvorschriften überschritten ist, dürfen nur entleert werden, wenn die Gefahr des Materialversagens nicht besteht. Der ortsbewegliche Druckgasbehälter soll innerhalb eines Zeitraumes, der die doppelte Prüffrist nicht übersteigt, wiederkehrend geprüft werden.

(7) Wenn in der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes festgelegt worden ist, dann ist ein Bereich zum Schutz von Acetylenflaschen von Kleinanlagen und ortsveränderlichen Batterieanlagen von 3 m erforderlich (Schutzabstand). Für detaillierte Hinweise zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen bei Tätigkeiten mit Acetylen siehe BGR 104 Teil 2 Anlage 4 (Beispielsammlung) Punkt 4.7.

#### 4.4.2 Entleeren an Verbrauchsstellen in Räumen oder im Freien

(1) Zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses dürfen nur die für den ununterbrochenen Fortgang der Arbeiten notwendigen ortsbeweglichen Druckgasbehälter zum Entleeren angeschlossen sein.

(2) Zur Vermeidung von Gefährdungen durch unkontrollierte Freisetzung von Gasen dürfen

1. in Arbeitsräumen ortsbewegliche Druckgasbehälter für entzündbare Gase nur mit einem Fassungsraum von je höchstens 150 l (geometrischem Volumen) zum Entleeren aufgestellt werden; dies gilt nicht für Prozess- und Versuchsanlagen,
2. auf Schiffen ortsbewegliche Druckgasbehälter in Bilgen, Verkaufsräumen und engen Räumen nicht zur Entleerung angeschlossen werden,
3. in Räumen unter Erdgleiche und unter Deck von Schiffen ortsbewegliche Druckgasbehälter nur zum Entleeren angeschlossen werden, wenn die Voraussetzungen nach Nummer 4.3.2 Absatz 4 Nr. 2 erfüllt sind.

(3) Bedingt der Bedarf an Gasen das Zusammenschalten von mehr als sechs Flaschen für entzündbare Gase oder akut toxische Gase der Kat. 1, 2 oder 3, so müssen zur Vermeidung der Eskalation eines Schadensereignisses diese in Flaschenschränken, in ausgewiesenen Aufstellungsräumen oder im Freien untergebracht werden.

(4) In Flaschenschränken dürfen gleichzeitig ortsbewegliche Druckgasbehälter mit verschiedenen Gasen entleert werden.

#### 4.4.3 Entleeren in ausgewiesenen Aufstellungsräumen und an Aufstellplätzen im Freien (z. B. zentrale Gasversorgungsanlagen)

(1) In ausgewiesenen Aufstellungsräumen und an Aufstellplätzen im Freien für die Entleerung von Druckgasbehältern

1. dürfen nicht mehr als die dreifache Anzahl (gefüllte und entleerte) der zum Entleeren angeschlossenen ortsbeweglichen Druckgasbehälter vorhanden sein,
2. müssen diese zusätzlich vorhandenen (gefüllten oder entleerten) ortsbeweglichen Druckgasbehälter nach Gasarten getrennt aufgestellt werden.

(2) In ausgewiesenen Aufstellungsräumen und an Aufstellplätzen im Freien dürfen gleichzeitig ortsbewegliche Druckgasbehälter verschiedener Gase entleert werden. Zur Vermeidung von Gefährdungen durch unkontrollierte Freisetzung von Gasen dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter für pyrophore (selbstentzündliche) Gase nicht im selben Raum mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern anderer Gase zum Entleeren angeschlossen werden.

(3) Für zum Entleeren angeschlossene ortsbewegliche Druckgasbehälter für entzündbare Gase oder akut toxische Gase der Kat. 1 muss ein Bereich mit möglicher Gefährdung festgelegt werden.

(4) Für entzündbare Gase entsprechen die Bereiche mit möglicher Gefährdung den explosionsgefährdeten Bereichen. Für die Festlegung explosionsgefährdeter Bereiche und die dort erforderlichen Schutzmaßnahmen siehe TRBS 2152 ff. bzw. TRGS 720 ff.

(5) Für akut toxische Gase der Kat. 1 sind die Bereiche mit möglicher Gefährdung gemäß Tabelle 1 und Abbildungen 3 und 4 festzulegen. Innerhalb dieser Bereiche sind besondere Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Gefährdungsbeurteilung zu treffen.

Tab. 1 Abmessungen der Bereiche mit möglicher Gefährdung für ortsbewegliche Druckgasbehälter mit akut toxischen Gasen der Kat. 1 beim Entleeren (siehe auch Abbildungen 3 und 4)

Bei Entnahme aus		Höhe h in m und Radius r in m	Entleeren			
			im Freien		in Räumen	
			Gase leichter   schwerer als Luft		Gase leichter   schwerer als Luft	
der Gasphase	Einzelflasche oder Batterie mit 2 bis 6 Flaschen	h	1	0,5	2	1
		r	1	1	2	2
	ortsbewegliche Druckgas- behälter >150 l oder Batterie mit mehr als 6 Flaschen	h	2	0,5	3	1
		r	2	2	3	3
der Flüssig- phase		h	2	0,5	3	ganzer Raum
		r	2	3	3	

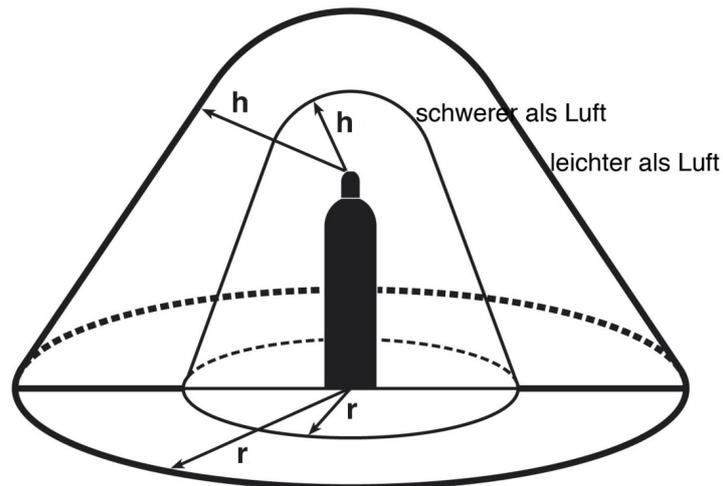


Abb. 3 Bereich mit möglicher Gefährdung für einzelne Druckgasflaschen

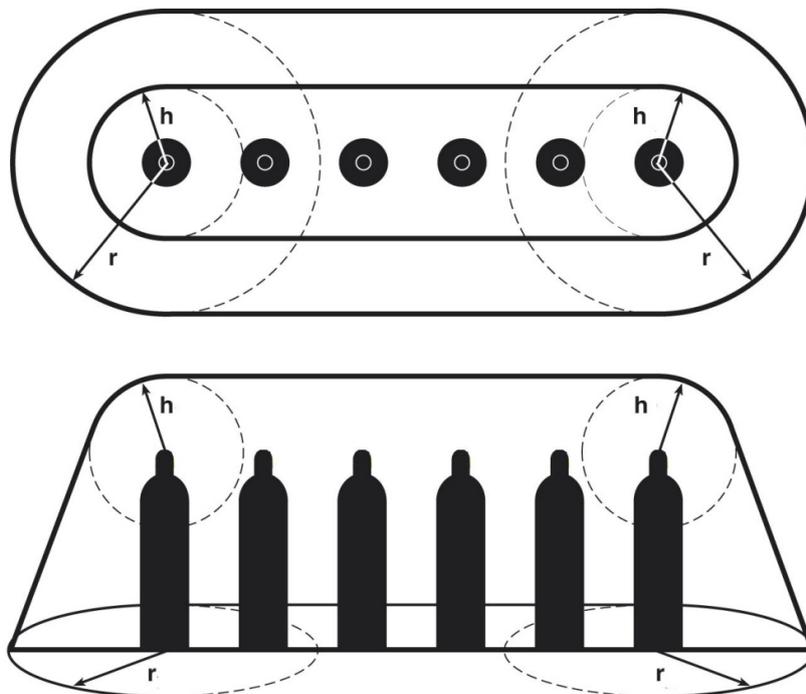


Abb. 4 Bereich mit möglicher Gefährdung für mehrere Druckgasflaschen

(6) Ausgewiesene Aufstellungsräume für die Entleerung von Acetylenflaschen und für den Hochdruckteil von Batterieanlagen dürfen nicht

1. unter Erdgleiche und nicht
2. unter anderen Räumen liegen.

(7) Dächer von ausgewiesenen Aufstellungsräumen für die Entleerung von Acetylenflaschen müssen so beschaffen sein, dass sie bei Überdruck im Aufstellungsraum leicht abheben. Decken zwischen Dach und Aufstellungsraum sind nicht zulässig.

Das Tragwerk der Dächer, die Dachschalung und etwaige Dämmschichten innerhalb der Aufstellungsräume müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die Dachdeckung muss ausreichend widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme sein. Dies gilt nicht für kleine Batterieanlagen (Kleinanlagen), bei denen das Acetylen aus nicht mehr als sechs Acetylenflaschen gleichzeitig entnommen wird.

#### 4.4.4 Entleeren von verflüssigten Gasen mit Druckerzeugung

(1) Zur Vermeidung von Unverträglichkeiten der eingesetzten Gase dürfen zum Entleeren von ortsbeweglichen Druckgasbehältern andere Gase zur Druckerzeugung nur verwendet werden, wenn diese mit dem zu fördernden Gas nicht gefährlich reagieren. Zum Entleeren von ortsbeweglichen Druckgasbehältern mit verflüssigten entzündbaren Gasen dürfen nur inerte oder entzündbare Gase, nicht aber Druckluft oder oxidierende Gase wie z. B. Sauerstoff verwendet werden.

(2) Zur Vermeidung von Materialversagen durch Überfüllung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern darf der Prüfüberdruck während und nach dem Entleeren unter Berücksichtigung des Partialdruckes des Fördergases nicht überschritten werden.

#### 4.4.5 Entleeren in Bereichen, die der Öffentlichkeit zugänglich sind

(1) Ortsbewegliche Druckgasbehälter für akut toxische Gase der Kat. 1, 2 oder 3 (Vergiftungsgefahr) dürfen in Bereichen, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, zum Entleeren nur aufgestellt werden, wenn sie ständig beaufsichtigt werden. Die Aufsicht muss fachkundig oder besonders unterwiesen sein.

(2) Ortsbewegliche Druckgasbehälter für entzündbare oder oxidierende Gase müssen in Bereichen, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, entweder ständig beaufsichtigt oder durch Absperrung, Einfriedung oder Unterbringung in einem Flaschenschrank dem Zugriff Unbefugter entzogen sein. Bei nur vorübergehender Aufstellung genügt ein Hinweisschild.

(3) In Räumen, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, dürfen ortsbewegliche Druckgasbehälter mit entzündbaren oder oxidierenden Gasen nur entleert werden, wenn sie

1. einen Fassungsraum von je höchstens 150 l (geometrisches Volumen) haben,
2. für medizinische Zwecke oder zur Ausführung von Arbeiten dort vorübergehend benötigt werden und
3. wenn entsprechende Sicherungsmaßnahmen getroffen sind, z. B. Lüftung, Vorhalten eines Feuerlöschers.

#### 4.4.6 Entleeren von zusammengeschalteten ortsbeweglichen Druckgasbehältern

(1) Zur Vermeidung von Materialversagen durch Überfüllung dürfen

1. nur ortsbewegliche Druckgasbehälter mit dem gleichem Prüfüberdruck zusammengeschaltet werden,

2. beim Zusammenschalten mehrerer ortsbeweglicher Druckgasbehälter für verflüssigte Gase bei Entnahme aus der flüssigen Phase die Absperreinrichtungen der einzelnen ortsbeweglichen Druckgasbehälter, von Störungen abgesehen, nach ihrem Öffnen erst wieder geschlossen werden, wenn bei allen ortsbeweglichen Druckgasbehältern ein Druck- und Temperatenausgleich stattgefunden hat oder diese entleert sind, damit ein ungewolltes Überfüllen einzelner ortsbeweglicher Druckgasbehälter verhindert wird.

(2) An Batterieanlagen ist ein Hinweisschild anzubringen, das die Aufschrift trägt: Absperreinrichtungen der einzelnen ortsbeweglichen Druckgasbehälter müssen bis zum Entleeren der gesamten Batterie voll geöffnet bleiben.

#### 4.4.7 Entleerung von Acetylenflaschen und -bündeln

(1) Zur Vermeidung einer Überfüllung von einzelnen Acetylenflaschen durch Druckausgleich dürfen in einer Batterieanlage nur Acetylenflaschen

1. mit dem gleichen porösen Material,
2. dem gleichen Lösemittel und
3. den gleichen Füllwerten für Lösemittel und Acetylen

zur gemeinsamen Entleerung zusammengeschlossen werden.

(2) Zur Vermeidung einer Überfüllung von einzelnen Acetylenflaschen in Acetylenflaschenbündeln und Batterieanlagen durch Druckausgleich müssen die Ventile aller angeschlossenen Acetylenflaschen geöffnet sein.

(3) Zur Verhinderung des Austritts von Aceton mit dem Gasstrom dürfen Acetylenflaschen mit nicht-monolithischen porösen Materialien (Schüttmassen) nicht liegend entleert werden.

(4) Zur Vermeidung einer Zerfallsreaktion durch Zündung infolge adiabatischer Verdichtung in der Sammelleitung muss diese mit Acetylen gespült werden, bevor die Rohrleitung unter Betriebsdruck gesetzt wird. Dabei müssen die Ventile möglichst langsam geöffnet werden.

(5) Zur Vermeidung einer Acetylenfreisetzung durch Undichtigkeit infolge einer Beschädigung der Schlauchleitungen, sind die Schlauchlängen auf die erforderliche Mindestlänge zu beschränken.

(6) Um eine Acetylenfreisetzung zu vermeiden, müssen das Absperrventil und die Flaschenventile geschlossen werden, bevor leere Acetylenflaschen oder Bündel von der Batterieanlage entfernt werden.

#### 4.5 Innerbetriebliche Beförderung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern

(1) Ortsbewegliche Druckgasbehälter dürfen

1. nur mit geschlossenem Absperrventil und Schutzkappe befördert werden,
2. nur auf den dafür vorgesehenen Einrichtungen, z. B. Rollreifen, Flaschenfuß oder Konkavböden, gerollt werden,
3. nicht geworfen werden,

4. nur mit solchen Lastaufnahmemitteln gehandhabt werden, die eine Beschädigung oder ein Herabfallen der ortsbeweglichen Druckgasbehälter zuverlässig ausschließen,
5. nicht an der Ventilschutzvorrichtung oder am Ventil angehoben werden, außer diese sind speziell dafür konstruiert.

(2) Eine Schutzkappe ist nicht erforderlich bei der innerbetrieblichen Beförderung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern mit angeschlossenen Entnahmeeinrichtungen, wenn die Absperrventile geschlossen sind. Davon unberührt ist die bestimmungsgemäße Gasversorgung von Verbrauchsgeräten während der Fahrt.

(3) Bei der innerbetrieblichen Beförderung von Acetylenflaschenbündeln müssen die Einzelflaschenventile während der Beförderung offen sein. Bündel dürfen nur mit dem Hauptabsperrventil geschlossen werden.

(4) Bei der Beförderung auf Fahrzeugen, auf Flurförderzeugen und bei der Beförderung mit Hebezeugen müssen ortsbewegliche Druckgasbehälter so gesichert werden, dass sie sich nicht bewegen können. Bei der Beförderung in geschlossenen Fahrzeugen, einschließlich solcher mit Fahrzeugplane, muss sowohl oben als auch unten eine ausreichende Lüftung erfolgen, z. B. durch Lüftungsschlitze, sodass keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann.

#### **4.6 Besondere Schutzmaßnahmen für den Brandfall**

(1) Soweit Feuerlöscher nicht schon aufgrund der Grundausstattung gemäß ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“ vorhanden sind, müssen geeignete Feuerlöscher für die Bekämpfung von Entstehungs- und Umgebungsbränden leicht erreichbar bereitgehalten werden.

(2) Wenn entzündbare Gase freigesetzt werden und brennen, ist das Ziel die Unterbrechung der Gaszufuhr und die Kühlung der Umgebung. Wenn ausströmendes Gas brennt und die Gaszufuhr nicht unterbrochen werden kann, dann soll in der Regel das brennende Gas nicht gelöscht werden, um die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre als Folge der Freisetzung des unverbrannten Gases zu vermeiden.

(3) Im Brandfall sollen gefüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter aus dem brandgefährdeten Bereich entfernt werden. Ist dies nicht möglich, so sollen die Druckgasbehälter durch Besprühen mit Wasser o. a. geeigneten Mitteln aus geschützter Stellung vor zu starker Erhitzung bewahrt werden.

(4) Im Brandfall ist die Feuerwehr auf das Vorhandensein von Druckgasbehältern aufmerksam zu machen.

(5) Druckgasbehälter, die örtlich erhitzt oder der Brandhitze ausgesetzt waren, müssen deutlich entsprechend gekennzeichnet und vor einer eventuellen Weiterverwendung fachkundig geprüft werden, z. B. in Füllwerken.

(6) Bei Acetylenflaschen sind im Brandfall besondere Maßnahmen gegen einen möglichen Zerfall des Gases in der Flasche zu treffen. Ist dies nicht möglich, sind Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen eines Acetylenzerfalls in der Flasche zu treffen. Hinweise dazu gibt es im „Merksblatt zur Verhütung von Acetylenflaschen-Explosionen“ in Verbindung mit der „Kurzinformation zur Verhütung von Acetylenflaschen-Explosionen“ [11]. Diese Maßnahmen sind in einer Betriebsanweisung darzustellen.

(7) Nach Flammenrückschlägen oder bei anderen Störungen dürfen Druckgasbehälter nur weiter betrieben werden, wenn die Störung beseitigt und der ordnungsgemäße Zustand festgestellt worden ist.

## Literatur

- [1] ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road), siehe [www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2011/11contentse.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2011/11contentse.html)
- [2] ISO 25760 "Gas cylinders – Operational procedures for the safe removal of valves from gas cylinders" (zurzeit existiert keine DIN dazu)
- [3] GisChem Gefahrstoffinformationssystem, siehe [www.gischem.de/index.htm](http://www.gischem.de/index.htm)
- [4] DIN EN 1919 „Ortsbewegliche Gasflaschen – Gasflaschen für verflüssigte Gase (ausgenommen Acetylen und Flüssiggas LPG) – Prüfung zum Zeitpunkt des Füllens“
- [5] DIN EN 1920 „Ortsbewegliche Gasflaschen – Gasflaschen für verdichtete Gase (ausgenommen Acetylen) – Prüfung zum Zeitpunkt des Füllens“
- [6] DIN EN 1439 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Kontrollverfahren für ortsbewegliche, wiederbefüllbare Flaschen für Flüssiggas (LPG) vor, während und nach dem Füllen“
- [7] DIN EN ISO 11372 „Gasflaschen – Acetylenflaschen – Füllbedingungen und Inspektion beim Füllen“
- [8] DIN EN ISO 13088 „Gasflaschen – Acetylenflaschenbündel – Füllbedingungen und Inspektion beim Füllen“
- [9] DIN EN 13365 + A1 „Ortsbewegliche Gasflaschen – Flaschenbündel für permanente und verflüssigte Gase (außer Acetylen) – Prüfung zum Zeitpunkt des Füllens“
- [10] Code of Practice Acetylen, siehe [www.industriegaseverband.de/documents.php](http://www.industriegaseverband.de/documents.php)
- [11] Kurzinformation zur Verhütung von Acetylenflaschen-Explosionen, siehe [www.industriegaseverband.de/merkblaetter.php](http://www.industriegaseverband.de/merkblaetter.php) bzw. [www.industriegaseverband.de/sicherheitshinweise.php](http://www.industriegaseverband.de/sicherheitshinweise.php)