Sichere Verwendung von Flüssiggas in Metallbetrieben

BGI 645

BG-Information



VMBG
Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Informationsschriften

Anschläger (BGI 556)
Arbeiten an Bildschirmgeräten (BGI 742)
Arbeiten an Gebäuden und Anlagen
vorbereiten und durchführen (BGI 831)
Arbeiten in engen Räumen (BGI 534)
Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Dächern (BGI 5074)
Arbeitsschutz im Handwerksbetrieb (BGI 741)
Arbeitsschutz will gelernt sein – Ein Leitfaden für den
Sicherheitsbeauftragten (BGI 587)
Arbeitssicherheit durch
vorbeugenden Brandschutz (BGI 560)
Auftreten von Dioxinen (PCDD/PCDF) bei der Metall-
erzeugung und Metallbearbeitung (BGI 722)
Belastungstabellen für Anschlagmittel (BGI 622)
Beurteilung der Gesundheitsgefährdung durch
Schweißrauche – Hilfestellung für die schweißtech-
nische Praxis (BGI 616) – (als pdf unter www.vmbg.de)
Damit Sie nicht ins Stolpern kommen (BGI 5013)
Der erste Tag – Leitfaden für den
Unternehmer als Organisationshilfe und zur
Unterweisung von Neulingen (BGI 568)
Der Familienbetrieb – Das Wichtigste für Sicherheit
und Gesundheit in Kleinbetrieben (BGI 5030)
Einsatz von Fremdfirmen
im Rahmen von Werkverträgen (BGI 865)
Elektrofachkräfte (BGI 548)
Elektromagnetische Felder in Metallbetrieben (BGI 839)
Elektrostatisches Beschichten (BGI 764)
Fahrzeug-Instandhaltung (BGI 550)
Gabelstaplerfahrer (BGI 545)
Galvaniseure (BGI 552)
Gasschweißer (BGI 554)
Gebrauch von Hebebändern und
Rundschlingen aus Chemiefasern (BGI 873)
Gefährdungen in der
Kraftfahrzeug-Instandhaltung (BGI 808)
Gefahren beim Umgang mit Blei und
seinen anorganischen Verbindungen (BGI 843)
Gefahren durch Sauerstoff (BGI 644)
Gefahrstoffe in Gießereien (BGI 806)
Gießereiarbeiter (BGI 549)
Handwerker (BGI 547)
Hautschutz in Metallbetrieben (BGI 658)
Hitzearbeit
Erkennen – beurteilen – schützen (BGI 579)
Inhalt und Ablauf der Ausbildung
zur Fachkraft für Arbeitssicherheit (BGI 838)
Informationen zur Ausbildung
der Fachkraft für Arbeitssicherheit (BGI 838-1)
Instandhalter (BGI 577)
Jugendliche (BGI 624)
Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe
(BGI 762)
Kranführer (BGI 555)
Lackierer (BGI 557)
Ladeeinrichtungen für Fahrzeugbatterien (BGI 5017)
Lärm am Arbeitsplatz in der Metall-Industrie (BGI 688)
Leitern sicher benutzen (BGI 521)
Lichtbogenschweißer (BGI 553)
Maschinen der Zerspanung (BGI 5003)
Mensch und Arbeitsplatz (BGI 523)
Metallbau-Montagearbeiten (BGI 544)
Montage, Demontage und Instandsetzung von
Aufzugsanlagen (BGI 779)
Montage von Profiltafeln für Dach und Wand (BGI 5075)
Nitrose Gase beim Schweißen
und bei verwandten Verfahren (BGI 743)
Praxishilfe für Unternehmer
– Schlosserei (BGI 751-1)
Praxishilfe für Unternehmer
– Kfz-Instandhaltung (BGI 751-2)
Praxishilfe für Unternehmer
– Heizung, Klima, Lüftung (BGI 751-3)
Praxishilfe für Unternehmer
– Galvanik (BGI 751-4)
Praxishilfe für Unternehmer
– Stahlbau, Metallbau (BGI 751-5)
Presseneinrichter (BGI 551)
Pressenprüfung (BGI 724)
Prüfung von Pfannen (BGI 601)
Rückengerechtes Verhalten beim Gerüstbau (BGI 821)
Schadstoffe beim Schweißen
und bei verwandten Verfahren (BGI 593)
Schleifer (BGI 543)
Schutz gegen Absturz – Auffangsysteme sachkundig
auswählen, anwenden und prüfen (BGI 826)
Schweißtechnische Arbeiten mit chrom- und nickel-
legierten Zusatz- und Grundwerkstoffen (BGI 855)
Sichere Reifenmontage (BGI 884)
Sichere Verwendung von
Flüssiggas in Metallbetrieben (BGI 645)
Sicherer Umgang mit fahrbaren Hubarbeitsbühnen (BGI 720)
Sicherheit bei der Blechverarbeitung (BGI 604)
Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung (BGI 5100)
Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkszeugen (BGI 533)
Sicherheit durch Betriebsanweisungen (BGI 578)
Sicherheit durch Unterweisung (BGI 527)
Sicherheit und Gesundheitsschutz
bei Transport- und Lagerarbeiten (BGI 582)
Sicherheit und Gesundheitsschutz
durch Koordinieren (BGI 528)
Stress am Arbeitsplatz (BGI 609)
Tätigkeiten mit biologischen
Arbeitsstoffen in der Metallindustrie (BGI 805)
Überwachung von Metallschrott
auf radioaktive Bestandteile (BGI 723)
Umgang mit Gefahrstoffen (BGI 546)
Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim
Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) (BGI 746)
Verringerung von Autoabgasen in der Kfz-Werkstatt (BGI 894)
Wenn die Seele streikt (BGI 5046)
Wiederholungsprüfung ortsveränderlicher
elektrischer Betriebsmittel (BGI 5090)

Auf CD-ROM erhältlich:
„Prävention – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz"

Sichere Verwendung von Flüssiggas in Metallbetrieben

Verantwortlich für den Inhalt:

BGM
Berufsgenossenschaft
Metall Nord Süd

Ziel der Broschüre ist es, grundlegende Sachinformationen für einen vorwiegend praktisch orientierten Leserkreis bereitzustellen. Zur besseren Veranschaulichung enthält die Broschüre umfangreiches Bildmaterial.

Wir danken den nachfolgend genannten Unternehmen für die Überlassung von Bildmaterial, die Unterstützung bei der Erstellung von Bildmaterial sowie für die Erlaubnis der Verwendung in dieser Broschüre.

Marotech, Fulda
Witt-Gasetechnik, Witten
GOK, Marktbreit
Sortimo, Zusmarshausen
Jungheinrich, Hamburg
Borrmann-Brenner, Berlin
Everwand & Fell, Solingen
Fernholz Stiftung für Arbeitssicherheit mit Flüssiggas

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

1 Eigenschaften von Flüssiggas 6
- 1.1 Allgemeines 6
- 1.2 Siedeverhalten, Dampfdruckkurve 6
- 1.3 Volumenverhalten 8
- 1.4 Gewicht 10
- 1.5 Brennverhalten, Heizwert 10
- 1.6 Zündeigenschaften, Explosionsfähigkeit 11

2 Begriffe, Flüssiggas im Regelwerk 13

3 Aufstellung von ortsfesten Flüssiggasbehältern 14

4 Druckgasbehälter (Gasflaschen) 18
- 4.1 Allgemeines 18
- 4.2 Größe und Inhalt 19
- 4.3 Füllen von Flüssiggasflaschen 21
- 4.4 Lagern von Flüssiggasflaschen 24
- 4.5 Aufstellung zur Entleerung 26
- 4.6 Beförderung von Flüssiggasflaschen 28
- 4.7 Unterkühlung und Vereisung 31

5 Absperreinrichtungen 33

6 Leitungen 34
- 6.1 Allgemeines 34
- 6.2 Rohrleitungen, Rohrverbindungen 34
- 6.3 Schläuche, Schlauchverbindungen 34

7 Druckregler 37
- 7.1 Allgemeines, Bauarten 37
- 7.2 Anschluss von Druckreglern an Flüssiggasflaschen 38

8 Sicherheitseinrichtungen 40
- 8.1 Schlauchbruchsicherung und Leckgassicherung gegen Gasaustritt bei Schlauchbeschädigung 40
- 8.2 Flammenüberwachungen, Gasmangelsicherungen 41
- 8.3 Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag 43

9 Flüssiggas in der Autogentechnik 45

10 Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen und im Schiffbau 48
- 10.1 Allgemeines 48
- 10.2 Verwendung von Handbrennern, Heizgeräten und Schmelzöfen 48

10.2.1 Verwendung von Handbrennern 48
10.2.2 Verwendung von Heizgeräten und Schmelzöfen. 50
10.3 Allgemeine Betriebsbestimmungen 52
10.4 Besondere Betriebsbestimmungen. 54
10.4.1 Durchgehender Betrieb 54
10.4.2 Verwendung von Flüssiggas in Schiffsräumen auf Werften . . . 54

11 Flüssiggas in Gießereien 56

12 Fahrzeuge mit Treibgas-Antrieb für den innerbetrieblichen Verkehr . . . 58
12.1 Allgemeines. 58
12.2 Begriffe 59
12.3 Bauteile des Treibgas-Antriebes 60
12.3.1 Versorgungsanlage. 62
12.3.2 Verbrauchsanlage 64
12.4 Flaschenwechsel, Füllen von Treibgastanks 66
12.4.1 Flaschenwechsel. 66
12.4.2 Füllen von Treibgastanks. 67
12.5 Betrieb in Räumen 67
12.6 Abstellen von Fahrzeugen 68

13 Flüssiggas aus Gaskartuschen 70

14 Brand- und Explosionsschutz bei Flüssiggasanlagen 74

15 Prüfungen 77
15.1 Versorgungsbehälter 77
15.2 Flüssiggasrohrleitungen 78
15.3 Verbrauchsanlagen 79

16 Betriebsanweisungen 82

17 Vorschriften und Regeln. 84
17.1 Unfallverhütungsvorschriften 84
17.2 BG-Regeln, BG-Informationen und BG-Grundsätze 84
17.3 Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln 85
17.4 Normen 85
17.5 Sonstige Schriften 86

Anlage 87
Technische Daten von Flüssiggas (Annäherungswerte) 87

Vorwort

Flüssiggas ist ein bedeutender Energieträger. Es kommt als Rohstoff in der Natur zusammen mit Erdgas vor. Technisch wird Flüssiggas durch Raffinierung aus Erdöl gewonnen. Auch technisch möglich wäre die Gewinnung durch die Hydrierung von Kohle.

Wegen seines sehr hohen Heizwertes und der unter normalen Verhältnissen sauber ablaufenden Verbrennung wird Flüssiggas heute als ein hochwertiger und umweltfreundlicher Energieträger angesehen. Es ist leicht zu transportieren und kann sofort ohne aufwändige Versorgungsleitungen eingesetzt werden. Aufgrund dieser Vorteile haben sich neben dem Einsatz im Privatbereich auch in der gewerblichen Wirtschaft vielfältige Verwendungsmöglichkeiten ergeben.

Flüssiggas hat jedoch nicht nur Vorteile, sondern auch verschiedene sicherheitstechnische Nachteile, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Hierdurch ergibt sich die Notwendigkeit, die mit der Verwendung von Flüssiggas verbundenen Gefahren zu erkennen und durch geeignete Maßnahmen Unfälle mit Flüssiggas zu verhindern. Aufgrund der jahrelang gesammelten Erfahrungen wurde die Anlagen- und Gerätetechnik auf einen hohen Stand entwickelt. Zudem haben vielfältige Anforderungen an Bau und Ausrüstung, Betrieb und Prüfung von Flüssiggasanlagen in zahlreichen Rechtsvorschriften und Regeln der Technik Einzug gefunden.

Bei der Untersuchung von Unfällen muss jedoch immer wieder festgestellt werden, wie erschreckend groß die Unkenntnis vieler Beschäftigter ist. So fehlen selbst „alt gedienten“ Mitarbeitern oft grundlegende Kenntnisse über einfache physikalische Zusammenhänge, die bei der Verwendung von Flüssiggas zu berücksichtigen sind.

Sicheres Arbeiten ist jedoch ohne das Wissen um die Gefahren und der daraus folgenden Sicherheitsmaßnahmen nicht möglich.

Für eine gute Unterweisung oder Intensivierung der Ausbildung von Mitarbeitern sind – vor allem in Klein- und Mittelbetrieben – entsprechende Regelwerke nicht immer zur Hand. Mit der vorliegenden Informationsschrift, die sich maßgeblich an der bestehenden Rechtslage orientiert und mit dem berufsgenossenschaftlichen Arbeitskreis „Verwendung von Flüssiggas“ im Fachausschuss Nahrungs- und Genussmittel abgestimmt ist, soll diese Lücke geschlossen werden.

Anwendungsgebiete von Flüssiggas in Metallbetrieben

- Beheizen und Trocknen von Werkhallen, Neubauten, auf Baustellen (z. B. mit Infrarotstrahlern)
- Weich- und Hartlöten, Brennschneiden, Vorwärmen, Anwärmen zur Warmverformung, Flammrichten
- Anzünden von Öfen, Brennern mit Hilfe von Lanzenbrennern
- Beheizen von Öfen (Trockenöfen, Glühöfen, Härteöfen, Teerkocher)
- Betreiben von Flurförderzeugen und anderen Fahrzeugen
- Anwendung als Treibmittel für Aerosole
- Schrumpfen von Folien
- Verzinnen im Karosseriebereich zum Ausgleich von Blechunebenheiten

1 Eigenschaften von Flüssiggas

1.1 Allgemeines

Als Flüssiggas werden brennbare Kohlenwasserstoffe, wie Propan, Propen (Propylen), Butan, Buten (Butylen) und deren Gemische bezeichnet. International ist die aus dem amerikanischen kommende Bezeichnung LPG – Liquefied Petroleum Gas – üblich.

Bei normalem Druck und normaler Temperatur ist Flüssiggas gasförmig. Es lässt sich aber bereits durch geringe Druckerhöhung verflüssigen. So verflüssigt kann es in Behälter abgefüllt werden.

Die Qualität der Flüssiggase ist in der DIN 51622 „Flüssiggase; Propan, Butan, Buten und deren Gemische; Anforderungen“ festgelegt.

Ein normgerechtes Flüssiggas liegt hiernach vor als:

- „Propan“, wenn es mindestens 95 % reines Propan (C_3H_8) enthält (in Deutschland handelsüblich),
- „Butan“, wenn es mindestens 95 % reines Butan (C_4H_{10}) enthält,
- Gemische aus Propan und Butan sind in jedem Verhältnis möglich.

Hinweis:

Flüssigerdgase zählen nicht zu Flüssiggasen, weil zur Verflüssigung zusätzliche Kühlung erforderlich ist.

1.2 Siedeverhalten, Dampfdruckkurve

Wichtig für das Verständnis und die Erkennung von gefährlichen Situationen sind Kenntnisse über das Siedeverhalten der Flüssiggase, die Dampfdruckkurve sowie Auswirkungen von Temperatur- und Druckänderungen auf Flüssiggase.

Wie auch das Wasser gehen Flüssiggase siedend aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand über, wenn bestimmte Druck- und Temperaturverhältnisse herrschen.

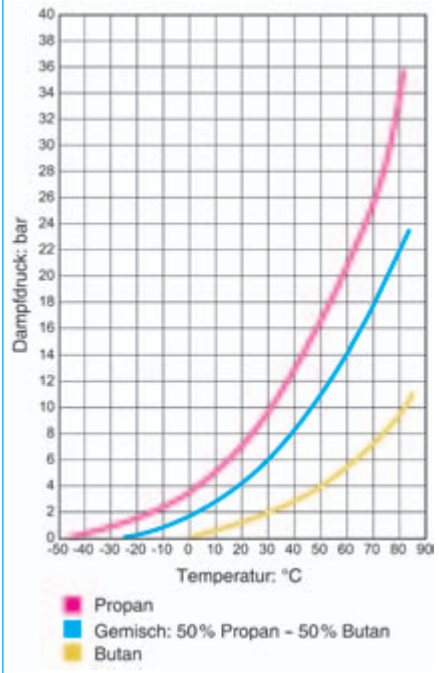
Der Druck bei dem der Zustandswechsel eintritt wird **Dampfdruck** genannt. Die Temperatur bei der der Zustandswechsel eintritt wird **Siedetemperatur** genannt. Der Dampfdruck ist temperaturabhängig. Die Siedetemperatur ist druckabhängig. Aus diesem Grund siedet Wasser im Hochgebirge (geringerer Luftdruck) bereits bei Temperaturen unter 100 °C.

Während Wasser bei normalem Atmosphärendruck eine Siedetemperatur von etwa 100 °C hat, liegt diese bei Atmosphärendruck für Propan bei –42,1 °C und für Butan bei –0,5 °C.

Im Umkehrschluss beträgt der Dampfdruck für Propan bei einer Siedetemperatur von –42,1 °C 0 bar Überdruck, also Atmosphärendruck. Bei einer Temperatur von 20 °C beträgt der Dampfdruck etwa 8 bar Überdruck. Propangas kann bei 20 °C erst durch eine Druckerhöhung auf mindestens 8 bar verflüssigt werden.

Werden für verschiedene Siedetemperaturen die dazugehörigen Dampfdrücke ermittelt, ergibt sich aus vielen Wertepaaren eine so genannte Dampfdruckkurve. In Bild 1-1 sind die Dampfdruckkurven von einzelnen Flüssiggasen dargestellt. In der Darstellung befinden sich die einzelnen Gase jeweils oberhalb ihrer Dampfdruckkurve im flüssigen Zustand und unterhalb im gasförmigen Zustand.

Bild 1-1: Dampfdruckdiagramm für Flüssiggase



Die sich aus den Dampfdruckkurven ergebenden physikalischen Eigenschaften der Flüssiggase macht man sich bei ihrer Lagerung und Verwendung zunutze.

Man füllt diese Gase unter Druck und somit in flüssigem Zustand in Behälter ab. Aus Sicherheitsgründen belässt man oberhalb des Flüssigkeitsspiegels einen Freiraum. Dieser Raum ist dann mit Flüssiggasdampf im Sättigungszustand gefüllt. In Abhängigkeit von der Temperatur des Flüssiggases stehen der Dampf und damit der gefüllte Behälter unter dem der Dampfdruckkurve entsprechenden Dampfdruck.

Wird das Behälterventil zur Gasentnahme geöffnet, strömt Flüssiggas mit diesem Druck in gasförmigem Zustand aus. Während dieser Entnahme sinkt zwangsläufig der Druck im Gasraum, wodurch das Flüssiggas im Behälter zu sieden beginnt. Weiteres Flüssiggas geht in den gasförmigen Zustand über. Wird die Gasentnahme gestoppt, verdampft im Innern des Behälters noch so lange Flüssiggas, bis der zur bestehenden Temperatur gehörende Dampfdruck wieder erreicht ist. Durch die Verdampfung wird dem Flascheninhalt laufend Verdampfungswärme entzogen. Die Temperatur des Flascheninhaltes sinkt immer weiter ab, wenn nicht genügend Wärme aus der Umgebung zugeführt werden kann. Bei Unterkühlung der Flasche auf Temperaturen unter 0 °C kann sich außen auf der Flasche Reif bilden.

Bei kühler Witterung und Entnahme großer Gasmengen kann sogar der Punkt erreicht werden, an dem das Flüssiggas unter seine Siedetemperatur abgekühlt ist und eine weitere Verdampfung nicht mehr möglich ist. Beispielsweise sinkt bei einer 11-kg-Flasche die Temperatur bei der schnellen Entnahme von nur 1 kg um ca. 18 °C ab. Durch den Austausch einer dann irrtümlich als „leer“ angesehenen Flasche kann sich eine gefährliche Situation ergeben. Wird an dieser Flasche das Flaschenventil nicht mehr geschlossen, setzt infolge weiterer Wärmezufuhr aus der Umgebungsluft nach kurzer Zeit die Verdampfung wieder ein und Flüssiggas in der Gasphase tritt ungehindert und unbemerkt aus.

Deshalb:
Flüssiggasflaschen immer erst schließen, dann Anschluss trennen!

Die gleiche Situation tritt ein, wenn aus einem Behälter Propan-Butan-Mischgas entnommen wird. Der Propananteil verdampft intensiver als der Butananteil. Mit der Zeit führt das zu einer allmählichen Entmischung. So enthält eine weitgehend entleerte Mischgasflasche am Ende fast nur noch Butan, welches dann bei Temperaturen unter –0,5 °C nicht mehr verdampfen kann.

Achtung:
Da Flüssiggas bei der Verdampfung erhebliche Wärmemengen verbraucht, kann es zu Erfrierungen kommen, wenn Flüssiggasspritzer auf die menschliche Haut treffen und dort verdampfen!

1.3 Volumenverhalten

Flüssiggas dehnt sich bei steigenden Temperaturen sehr stark aus. Diese Eigenschaft ist besonders bedeutsam für die enorme Speicherfähigkeit von Flüssiggasmengen innerhalb geschlossener Behälter, aber auch für das Volumenverhalten bei Austritt aus dem Behälter. Folgendes Rechenbeispiel soll das verdeutlichen:

Ausgehend von einem spezifischem Volumen für flüssiges Propan von 1,972 dm^3/kg (Wasser = 1 dm^3/kg) ergibt sich bei 1 dm^3 (Liter) ein Gewicht von 0,507 kg Propan. Da die Dichte des gasförmigen Propans von 1,97 kg/Nm^3 (1 Normkubikmeter = 1 m^3 bei 0 °C und 1013 mbar) einem Raumbedarf von 508 dm^3/kg Gas entspricht, ergibt sich ein Volumenvergrößerungsfaktor für Propan beim Übergang von der Flüssig- in die Gasphase von ca. 260 (Bild 1-2). Aus einer 11-kg-Flüssiggasflasche ergeben sich somit ca. 5650 dm^3 bzw. 5,65 Nm^3 Gas.

Bild 1-2: Volumenverhältnis gasförmiges – flüssiges Propan

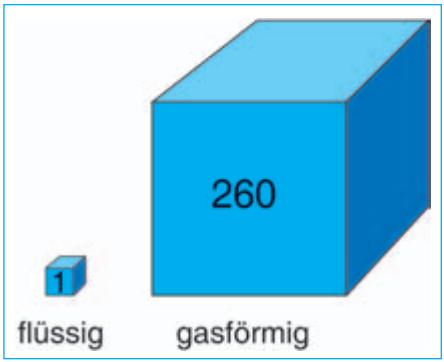
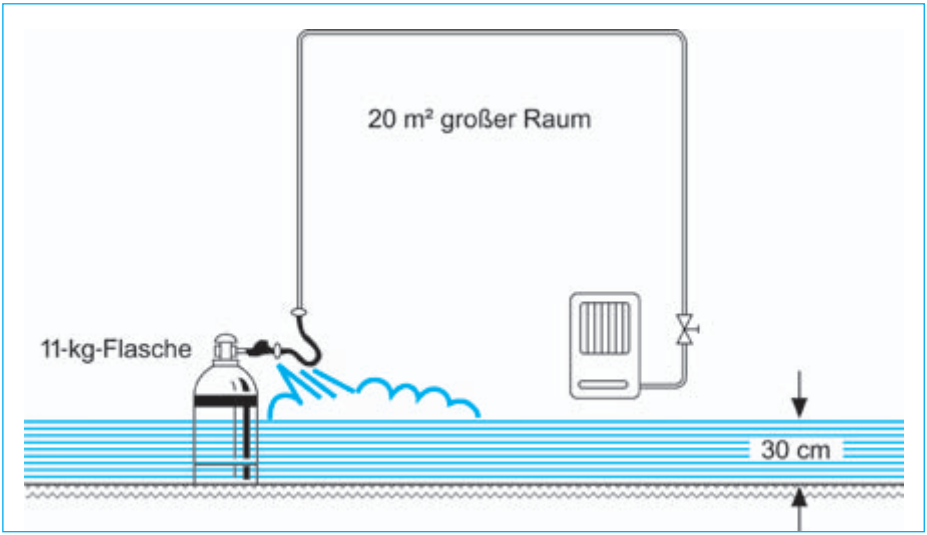


Bild 1-3: Auslaufen einer 11-kg-Flüssiggasflasche – ein großes Gasvolumen verteilt sich zunächst überwiegend bodennah

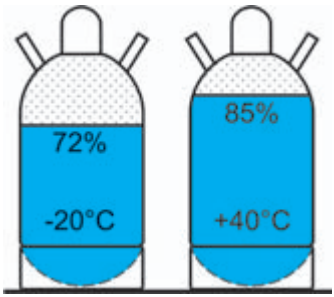


Bei einer Temperaturerhöhung des geschlossenen Behälters steigt auch der Dampfdruck des Propans und damit der Druck im Innern des Behälters. Gleichzeitig tritt eine deutliche Volumenvergrößerung der noch flüssigen Gasmenge ein (Bild 1-4). Dies kann bei starker Temperaturerhöhung und sehr kleinem Gasraum dazu führen, dass der gesamte Behälter mit flüssigem Gas ausgefüllt wird.

Flüssigkeiten sind kaum kompressibel. Daher steigt bei weiterer Erwärmung von diesem Augenblick an der Druck sehr schnell an, und zwar um etwa 7 bis 8 bar je Grad Temperaturanstieg, sodass der Behälter zerstört werden könnte.

Deshalb:
Gefährliche Wärmeeinwirkung, z. B. durch Öfen, Strahler oder Heißluftgebläse, vermeiden!

Bild 1-4: Temperaturabhängige Volumenänderung der Füllung einer Flüssiggasflasche



1.4 Gewicht

Vergleicht man die spezifische Dichte der Gase von Luft, Propan und Butan bei 0 °C und Atmosphärendruck, ergeben sich:

Luft	Propangas	Butangas
1,293 kg/Nm³	1,97 kg/Nm³	2,59 kg/Nm³

Flüssiggas, ganz gleich welcher Zusammensetzung, ist also 1,5- bis 2-mal schwerer als Luft. Es sinkt zu Boden,

Bild 1-5: Gefahr des Einfließens von Flüssiggas in Kellerschächte und Kanäle



verdrängt die Luft und breitet sich dann fließend wie Wasser aus. Dabei werden alle vertieften Stellen ohne Abflussmöglichkeiten völlig ausgefüllt und verbleiben so über längere Zeiträume. Auch Schotterbetten, z. B. beim Gleisbau, und Kiesschichten können durchdrungen und geflutet werden.

Deshalb dürfen Flüssiggasbehälter nicht in tiefer gelegenen Räumen und nicht in unmittelbarer Nähe von Vertiefungen, Kellerfenstern oder Kanalöffnungen aufgestellt werden. Dazu sind Schutzbereiche zu beachten (siehe auch Abschnitt 4.4).

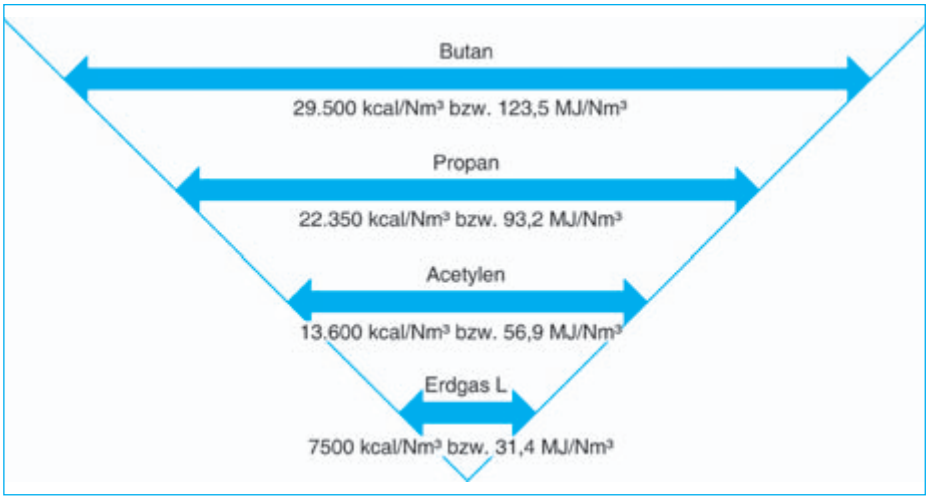
1.5 Brennverhalten, Heizwert

Besonderes Merkmal bei der Verbrennung von Flüssiggas ist der große Luft- bzw. Sauerstoffbedarf. Um eine vollkommene Verbrennung zu erreichen, werden pro 1 kg Propan 12,2 Nm³ Luft benötigt.

Wird also der Flüssiggasflamme nicht genügend Frischluft zugeführt, verbrennt das Gas nur unvollständig. Es bilden sich u. a. Ruß und giftiges Kohlenmonoxid (CO). Als Folge ist nicht nur mit dem Verlöschen der Gasflamme und dem Austritt unverbrannter Gase zu rechnen, sondern auch mit Vergiftungs- und Erstickungsgefahren.

Flüssiggas hat im Verhältnis zu anderen brennbaren Gasen einen hohen Heizwert (Bild 1-6).

Bild 1-6: Heizwerte von brennbaren Gasen (unterer Heizwert)



1.6 Zündeigenschaften, Explosionsfähigkeit

Flüssiggas hat bei der Verbrennung mit Luft eine geringe Zündgeschwindigkeit.

Dies muss bei der Konstruktion von Brennern besonders berücksichtigt werden. Wenn die spezifische Flammenleistung von Flüssiggasbrennern trotz des höheren Heizwertes gegenüber Acetylen geringer ist, so liegt es daran, dass die Höhe der Ausströmgeschwindigkeit wegen der niedrigen Zündgeschwindigkeit begrenzt bleiben muss, um nicht die Flamme fortzublasen.

Es ist also nicht möglich, Brenner mit Flüssiggas zu betreiben, die für andere Gase bemessen sind.

Von besonderer Bedeutung für die Arbeitssicherheit sind die niedrigen Zündgrenzen der Flüssiggase. Es genügen also schon kleinste Mengen flüssig ausströmenden Gases, um bei dem sich ergebenden ca. 260-fachen Volumen der Gaswolke in Verbindung mit Luft ein zündfähiges Gemisch zu bekommen. Ein Propan-Luft-Gemisch mit nur 2,1 Vol.-% Propan ist bereits explosionsfähig. Ein Liter flüssiges Propan (ca. 0,5 kg) verdampft zu 260 l Propangas, das demnach in Mischung mit Luft 12 400 l explosionsfähige Atmosphäre ergeben kann.

Hinweis:

Bereits 10 l explosionsfähige Atmosphäre sind als gefährlich anzusehen.

Bild 1-7: Vergleich einiger Eigenschaften von Flüssiggas und Acetylen

		Kohlenwasserstoffe		
		Propan	**Butan**	**Acetylen**
Chemische Formel		C_3H_8	C_4H_{10}	C_2H_2
Dichteverhältnis (gegen Luft = 1) gasförmig		1,55	2,09	0,91
Siedepunkt °C		–42	–0,5	–83,6
Zündgrenzen				
mit Luft	Vol.-%	2,1 – 9,5	1,5 – 8,5	2,3 – 82
mit Sauerstoff	Vol.-%	2,3 – 55	1,8 – 49	2,8 – 93
Zündtemperatur				
in Luft	°C	510	430	335
mit Sauerstoff	°C	490	400	300
Zündgeschwindigkeit				
mit Luft	cm/s	42	39	130
mit Sauerstoff	cm/s	450	370	710
Verbrennungstemperatur				
mit Luft	°C	1825	1895	2325
mit Sauerstoff	°C	2850	2850	3100

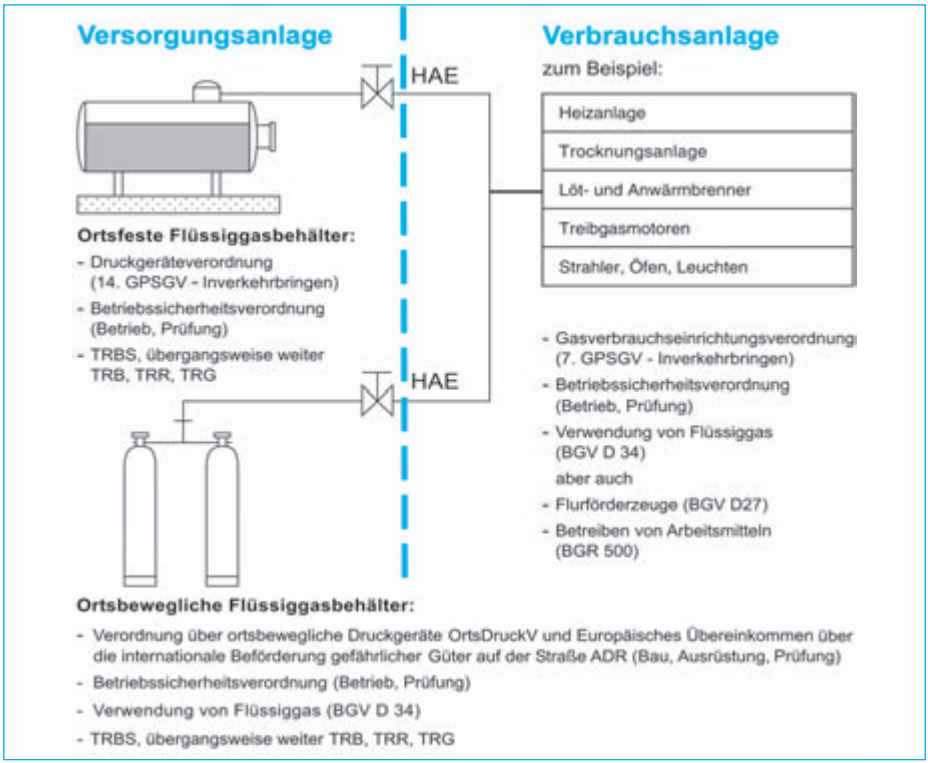
2 Begriffe, Flüssiggas im Regelwerk

Flüssiggasanlagen, die mit Flüssiggas zu Brennzwecken betrieben werden, bestehen aus

- der „Versorgungsanlage“, das sind die Druckbehälter, in die das Flüssiggas unter Druck verflüssigt eingefüllt und aus denen es in gasförmigem oder in flüssigem Zustand zum Verbrauch entnommen wird sowie Rohrleitungen und Ausrüstungsteile bis zur Hauptabsperreinrichtung (HAE).
- der „Verbrauchsanlage“, das sind die Gasverbrauchseinrichtungen, einschließlich des Leitungsnetzes und der Ausrüstungsteile hinter der HAE, in denen das Gas mit Luft oder Sauerstoff zur Erzeugung von Wärme, Licht oder Antriebsenergie verbrannt wird.

Bild 2-1 gibt einen Überblick über gesetzliche Regelungen und Vorschriften und deren Geltungsbereich in Bezug auf Flüssiggasanlagen.

Bild 2-1: Flüssiggas im Regelwerk



3 Aufstellung von ortsfesten Flüssiggasbehältern

Umfassende Sicherheitsbestimmungen für Bau und Ausrüstung, Prüfung, Aufstellung und Betrieb von ortsfesten Flüssiggasbehältern sind in den Technischen Regeln Druckbehälter (TRB) enthalten.

Das „Aufstellen der Druckbehälter“ ist in TRB 600, 601 und 610 geregelt. Siehe aber auch TRB 801 Nr. 25.

Stationäre Druckbehälter für Flüssiggas können im Freien ober- oder unterirdisch und in Räumen, die nicht unter Erdgleiche liegen, aufgestellt werden.

Die Aufstellung größerer Behälter mit einem Fassungsvermögen von mehr als 3 t (entspricht ca. 6 m^3) bedarf einer behördlichen Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Gleichzeitig kommt dann in der Regel die Störfall-Verordnung zur Anwendung, wonach z. B. ein Sicherheitskonzept für den Störfall erstellt und vorgelegt werden muss. Auskunft erteilt die zuständige Genehmigungsbehörde.

Die stationären Behälter müssen auf ausreichend bemessenen Fundamenten aufgestellt sein. Eventuell austretendes Flüssiggas darf nicht in den Untergrund einsickern können.

Für Flüssiggasbehälter ist der Brand- und Explosionsschutz zu gewährleisten. Unter primärem Explosionsschutz ver-

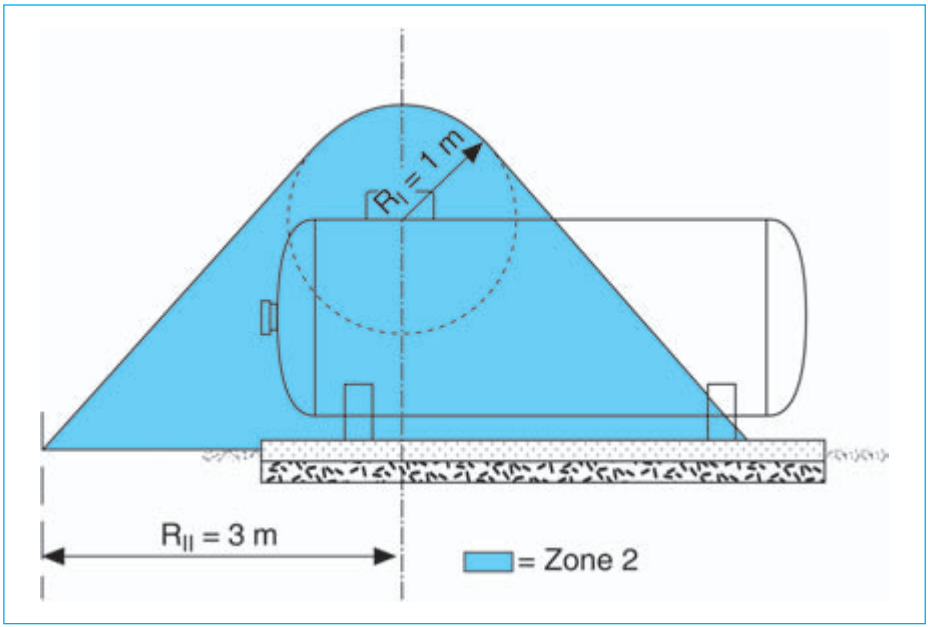
Jeder ortsfeste Flüssiggasbehälter ist ausgestattet mit:	
Füllventil	zur Befüllung
Entnahmeventil	Entnahme aus der Gasphase
Sicherheitsventil	gegen Drucküberschreitung
Gasventil mit Peilrohr	zur Überwachung des zulässigen Füllgrades
Inhaltsanzeiger	zum jederzeitigen Ablesen des ungefähren Inhalts
Überfüllsicherung	Einrichtung, die bei Erreichen des zulässigen Füllstandes den Füllvorgang selbsttätig unterbricht und gegebenenfalls akustischen Alarm auslöst
Zusätzlich können vorhanden sein:	
Gaspendelventil	zur Beschleunigung der Befüllung
Entnahmeventil	bei Verdampferanlagen (Entnahme aus der Flüssigphase), zusätzlich mit Rohrbruchventil gekoppelt
Thermometer	zur Ablesung der Temperatur
Wasserzapfventil	zur Entfernung eventuell in den Tank gelangten Wassers

steht man vorbeugende Maßnahmen, um Gasaustritte von vornherein zu verhindern. Flüssiggasbehälter und die dazugehörenden Anlagenteile müssen technisch dicht sein. Zusätzlich zum primären Explosionsschutz sind Maßnahmen zu treffen, welche mögliche Auswirkungen von betriebs- und störungsbedingten Gasaustritten so gering wie möglich halten.

Diese zielen darauf ab, die Entzündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern. Um eventuell vorhandene betriebsbedingte Gasaustrittsstellen sind ausreichend bemessene explosionsgefährdete Bereiche (Zonen) festzulegen, in welchen durch besondere Schutzmaßnahmen Zündquellen auszuschließen sind.

Die Bemessung der explosionsgefährdeten Bereiche (Zonen) erfolgt nach TRBS 2152. Als Erkenntnisquellen dienen Angaben zur Zoneneinteilung in der TRB 610, der BG-Regel „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ (BGR 104) einschließlich Anhang mit Beispielsammlung. Ein Beispiel einer solchen Bemessung zeigt Bild 3-1.

Bild 3-1: Bemessung der explosionsgefährdeten Bereiche (Zoneneinteilung) für einen oberirdisch im Freien aufgestellten Flüssiggasbehälter



Die Einschränkung der explosionsgefährdeten Bereiche ist durch bauliche Maßnahmen in feuerhemmender Bauart (z. B. öffnungslose Gebäudewand) möglich. Eine gute Luftumspülung des Behälters darf hierdurch allerdings nicht behindert werden.

Zu beachten ist auch die Einschränkung der Aufstellung von Flüssiggasbehältern in z. B. Durchgängen, Durchfahrten und anderen Bereichen mit Gefährdungen für Flüssiggasbehälter sowie die Gewährleistung ausreichender Abstände zu Flucht- und Rettungswegen. Ferner sind Lagerbehälter vor den Eingriffen Unbefugter zu schützen, z. B. durch Umzäunungen oder durch den Einschluss von Armaturen.

Ist ein Anfahren von Flüssiggasbehältern durch Fahrzeuge oder Kranbewegungen möglich, muss ein Schutz gegen mechanische Beschädigung, z. B. durch Anfahrschutz, Abschrankung oder ausreichenden Schutzabstand, gegeben sein (Bild 3-2).

Bild 3-2: Oberirdisch aufgestellter Flüssiggasbehälter in sicherem Abstand zu Verkehrswegen auf einem Betriebsgelände



Flüssiggasbehälter bzw. deren Bereiche sind deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen (Bild 3-3). Dabei ist wegen der erforderlichen einheitlichen Ausführung der Kennzeichnung die Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A 8) zu Grunde zu legen.

Bild 3-3: Sicherheitskennzeichnung für Flüssiggasbehälter



4 Druckgasbehälter (Gasflaschen)

4.1 Allgemeines

Im Gegensatz zu den ortsfesten Flüssiggasbehältern kann bei Druckgasbehältern, wie Druckgasflaschen, Druckgasfässern, Druckgaskartuschen, der Standort zwischen Füllung und Entleerung wechseln. Im Sinne der geltenden Bestimmungen zur Beförderung gefährlicher Güter handelt es sich bei diesen Druckgasbehältern deshalb um Verpackungen. Bau und Ausrüstung werden nicht in der Druckgeräteverordnung geregelt.

Bau, Ausrüstung, Prüfung von Flüssiggasflaschen unterliegen der Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte (OrtsDruckV) und den Bestimmungen des ADR „Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“.

Flüssiggasflaschen müssen dem Regelwerk des ADR entsprechend alle 10 Jahre durch eine zugelassene Stelle (ZÜS) geprüft werden (siehe Abschnitt 15.1). Jede Flüssiggasflasche hat eine dauerhafte Kennzeichnung durch ein Typenschild, Prägung oder Stempelung mit den erforderlichen Daten, wie Gasart, Hersteller, Nummer, Nettogewicht (Tara), Gewicht der Füllung, Prüfdruck, Datum und Stempel der letzten Prüfung.

Bild 4-1: 5-kg-Flüssiggasflasche mit Dichtung im Flaschenventilverschluss



Bild 4-2: Kleinstflasche mit aufgeklebter Füllanweisung (Quelle: GOK)



Der Befüller darf nur Flüssiggasflaschen befüllen, die entsprechend der Prüfvorschrift geprüft sind.

Die Farbkennzeichnung von Flüssiggasflaschen zur äußeren Unterscheidung von anderen Gasarten ist nicht mehr vorgeschrieben. So sind heute z. B. auch blaue, gelbe oder grüne Flüssiggasflaschen gebräuchlich. Für den Verwender von Flüssiggasflaschen sind insbesondere die Inhalte der TRG 280 „Betreiben von Druckgasbehältern“ von Bedeutung. Soweit Flüssiggasflaschen zur Entleerung aufgestellt sind, enthält die Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) ergänzende Angaben.

Zur Verhütung von Verwechslungen haben die Flaschenventile der verschiedenen Gasgruppen unterschiedliche Anschlüsse (DIN 477-1):

- Linksgewinde für Flüssiggasflaschen und alle anderen brennbaren Gase (außer Acetylen),
- Bügelanschluss für Acetylen und
- Rechtsgewinde für unbrennbare Gase, einschließlich Sauerstoff und Druckluft.

Die Benutzung von Übergangsstücken unterschiedlicher Gasarten ist grundsätzlich untersagt.

4.2 Größe und Inhalt

In Abhängigkeit von ihrer Konstruktion und ihres Materials sind verschiedene Flüssiggasflaschengrößen im Handel erhältlich. Für die gebräuchlichen und gut verfügbaren Stahlflaschen sind folgende Bezeichnungen üblich:

- Großflasche: 33 kg Flüssiggasfüllung,
- Kleinflasche: 3 kg, 5 kg und 11 kg Flüssiggasfüllung und
- Kleinstflasche: 0,425 kg Flüssiggasfüllung.

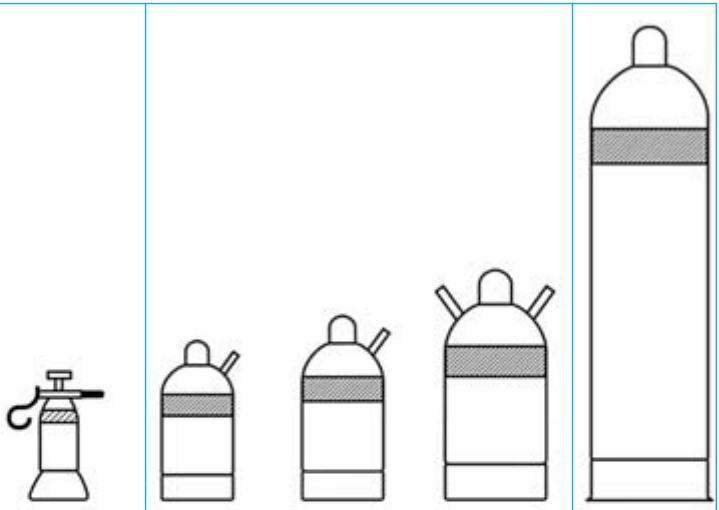
Diesen verschiedenen Flaschengrößen sind bestimmte technische Daten zugeordnet (Bild 4-3 auf Seite 20). Im Übrigen gibt es Flaschen aus Aluminium, Kunststoffverbundwerkstoffen und Edelstahl, die ebenfalls den geltenden Bau- und Ausrüstungsbestimmungen entsprechen müssen.

Folgende bauliche Besonderheiten sind bei Flüssiggasflaschen zu beachten:

- Flüssiggasflaschen müssen mit einem Ventilschutz versehen sein. Neben der gebräuchlichen Ventilschutzkappe können 11-kg-Flaschen auch mit einem 270°-Ventilschutzkragen ausgerüstet sein. Treibgasflaschen auf Fahrzeugen (siehe Abschnitt 12) müssen mit diesem Kragen in der höheren Ausführung ausgerüstet sein.
- Kleinstflaschen besitzen als Schutz gegen Umfallen immer einen Fuß oder einen Haken zum Aufhängen oder werden mit speziellen Halterungen ausgeliefert, in denen sie standsicher aufgestellt werden können. Hierdurch wird die Entnahme von Gas nur in aufrechter Stellung aus der Gasphase sichergestellt.
- Für Kleinstflaschen eignen sich als Ventilschutz Schutzbügel.

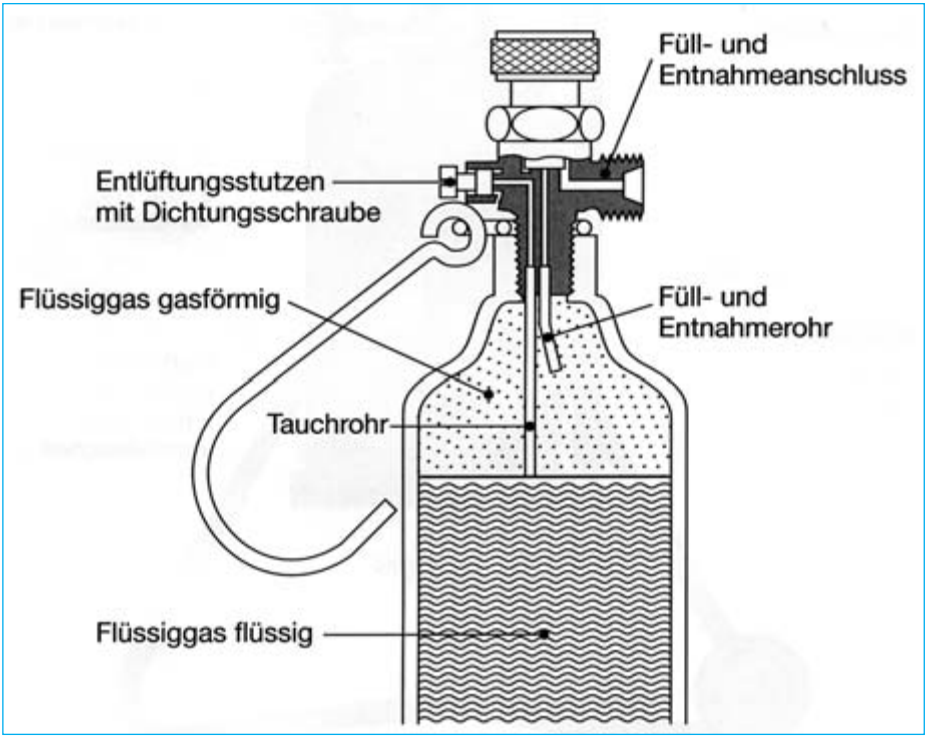
Der Prüfdruck der Kleinstflasche beträgt je nach Bauart 30 bar für die geschweißte Bauart mit Überdruckventil und in der Regel 225 bar für die schwere, nahtlos gezogene Bauart (Berstdruck 550 bis 600 bar). Als Flaschenventil findet eine Sonderausführung Verwendung, die mit einem Tauchrohr mit Entlüftungsschraube als Füllbegrenzung ausgestattet ist (Bild 4-4). Kleinstflaschen der leichten, geschweißten Bauart müssen so wie die größeren Flüssiggasflaschen mit einem Flaschenventil mit Überdruckventil ausgerüstet sein. Für die schwere, nahtlose Bauart der Kleinstflasche ist ein Flaschenventil ohne Überdruckventil zulässig.

Bild 4-3: Flüssiggasflaschen aus Stahl, technische Daten



	Kleinstflasche	Kleinflaschen			Großflasche
Füllung kg	0,425	3,00	5,00	11,00	33,00
Gas l	220	1650	2750	6050	18150
Volumen l	1,00	7,10	11,75	27,20	79,00
Außen-∅ mm	81	204	229	300	318
Gesamtlänge mm	320	420	500	600	1300
Prüfdruck bar	225	30	30	30	30

Bild 4-4: Kleinstflaschenventil mit Füll- und Tauchrohr



4.3 Füllen von Flüssiggasflaschen

Flüssiggasflaschen dürfen, mit Ausnahme von Kleinstflaschen, nur in zugelassenen Füllstationen gefüllt werden.

Allerdings dürfen Kleinstflaschen nur mit Hilfe von besonderen Umfüllvorrichtungen aus 5-kg- oder 11-kg-Flaschen befüllt werden (Bilder 4-5 bis 4-7 auf den Seiten 22 und 23). Das Füllen darf nur durch unterwiesene Personen erfolgen, die mindestens 18 Jahre alt sind.

Bei der Umfüllung muss zunächst die Vorratsflasche über Kopf (Flaschenventil zeigt nach unten) in den Sicherheitsständer gestellt werden. Nachdem dann die Kleinstflasche aufrecht, senkrecht (Flaschenventil zeigt nach oben) an der Vorratsflasche hängend, mit dem Umfüllstutzen gasdicht verschraubt wurde, kann der Füllvorgang beginnen.

Bild 4-5: Schema einer Umfüllvorrichtung für Kleinstflaschen

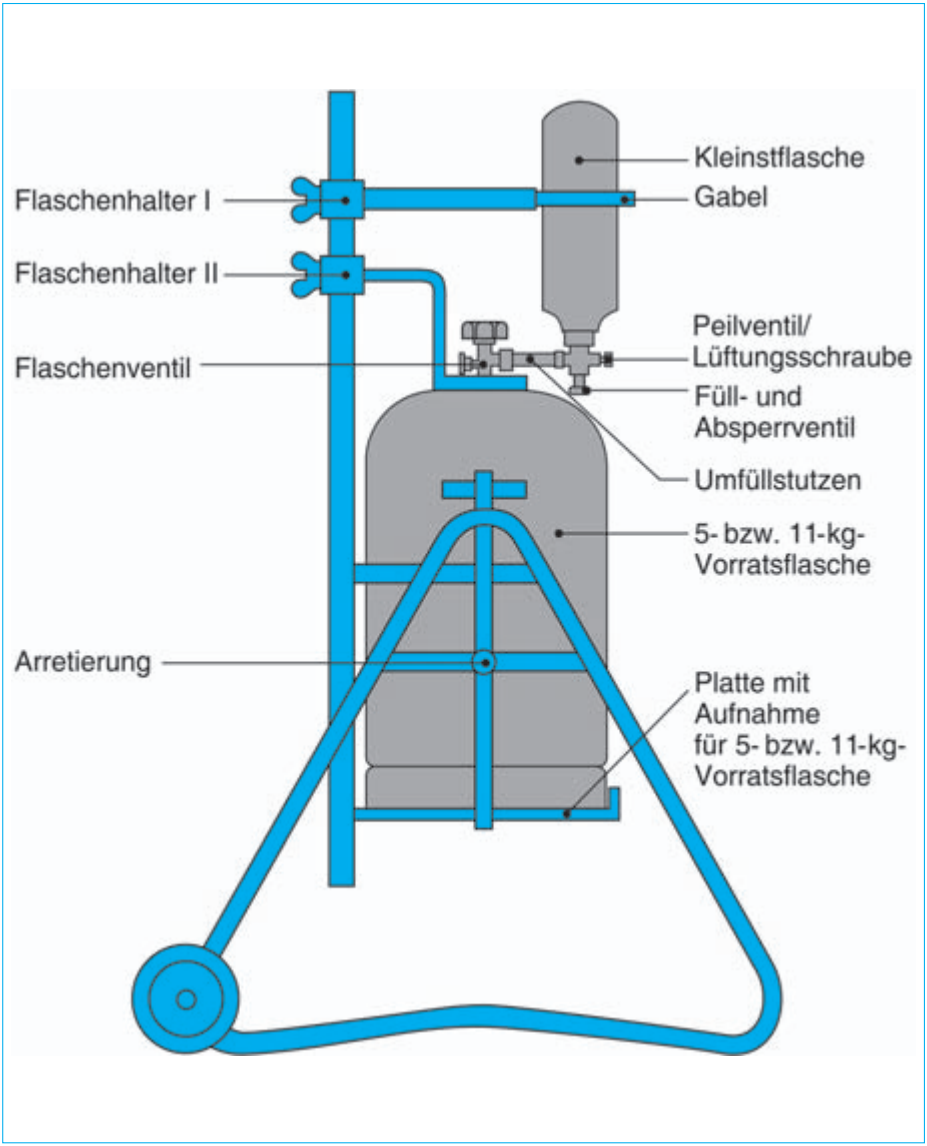


Bild 4-6: Umfüll- und Transportvorrichtung



Bild 4-7: Verbindung der Flaschen mittels Umfüllstutzen



Hierzu werden zunächst das Peilventil (Lüftungsschraube) und danach das Füll- und Absperrventil der Kleinstflasche geöffnet. Erst danach wird das Ventil der Vorratsflasche geöffnet, sodass das Flüssiggas in die Kleinstflasche überströmen kann. Ist die Flasche gefüllt, tritt aus dem Peilventil der Kleinstflasche sichtbar flüssiges Gas aus. Der Füllvorgang wird beendet, indem zuerst das Ventil des Vorratsbehälters und dann das Füll- und Absperrventil der Kleinstflasche geschlossen wird. Wenn aus dem Peilventil kein verflüssigtes Gas mehr austritt, ist auch dieses zu schließen.

Erst jetzt darf der Füllstutzen gelockert werden. Im Füllstutzen befindet sich noch verflüssigtes Gas. Zum Schutz vor der Kälteeinwirkung beim Freiwerden von Flüssigphase sind beim Befüllen von Kleinstflaschen Schutzhandschuhe zu tragen.

Die Flaschenventile sind auf Dichtheit zu prüfen.

Da während des Füllens aus dem Peilventil Gas austritt, darf die Kleinstflasche nur in gut belüfteten Räumen oder im Freien gefüllt werden. Im Umkreis von 3 m dürfen sich keine Zündquellen, Kelleröffnungen, Schächte oder Kanaleinläufe befinden. In Räumen unter Erdgleiche, z. B. in Keller- oder Lagerräumen, ist das Umfüllen nicht erlaubt.

Auf jeder Kleinstflasche muss eine Füllanweisung gut lesbar und dauerhaft angebracht sein (siehe TRG 402).

4.4 Lagern von Flüssiggasflaschen

Flüssiggasflaschen müssen außerhalb von Arbeitsräumen gelagert werden, entweder in Lagern im Freien oder in Lagerräumen, wobei aus brandschutztechnischer Sicht grundsätzlich einer Lagerung im Freien der Vorrang zu geben ist.

Unzulässig ist die Lagerung in

- Räumen unter Erdgleiche (unter gewissen Voraussetzungen Ausnahme bis 1,5 m Tiefe, siehe TRG 280),
- Bereichen, von denen ausfließendes Gas in Schächte, Gruben, Kellerräume und dergleichen abfließen könnte,
- Treppenräumen, Fluren,
- engen Höfen, Durchgängen und Durchfahrten oder in deren unmittelbarer Nähe,
- Garagen und Arbeitsräumen und
- Bereichen mit Rettungswegen.

Lagerung in Räumen

Folgende Sicherheitsanforderungen sind zu beachten:

- Betreten des Lagerraumes durch Unbefugte ist untersagt. Entsprechende Sicherheitskennzeichnung muss vorhanden sein.
- Es müssen geeignete Feuerlöscher leicht erreichbar vorhanden sein.
- Im Lagerraum dürfen sich keine Gruben und Kanäle bzw. Bodenabläufe befinden.
- Es dürfen keine Schornsteinreinigungsöffnungen vorhanden sein.
- Außenwände von Lagerräumen müssen mindestens feuerhemmend ausgeführt sein.
- Für einen sicheren Stand der Behälter ist durch ebene und feste Fußböden zu sorgen. Fußbodenbeläge müssen aus schwer entflammbarem Material bestehen.
- Es müssen unmittelbar ins Freie führende Zu- und Abluftöffnungen mit einem Mindestquerschnitt von jeweils 1/200 der Bodenfläche des Raumes vorhanden sein.
- Lagerräume, die an einen öffentlichen Verkehrsweg angrenzen, sind an dieser Seite mit einer Wand ohne Türen und bis zu einer Höhe von 2 m ohne öffenbare Fenster oder sonstige Öffnungen auszuführen.
- Lagerräume müssen durch eine selbstschließende feuerhemmende Tür gegenüber anschließenden Räumen abgetrennt sein.
- Lagerräume, in denen mehr als 25 gefüllte Flüssiggasflaschen oder 2 gefüllte Druckgasfässer gelagert werden, dürfen nicht unter oder über Räumen liegen, die zum dauernden Aufenthalt von Personen dienen.
- Der Abstand von Flüssiggasflaschen zu Heizkörpern u. a. muss mindestens 0,50 m betragen.
- Flüssiggas nicht zusammen mit anderen brennbaren Stoffen lagern.

Alle lagernden Flaschen müssen von Schutzbereichen umgeben sein

(Bild 4-8). Bei Lagerräumen mit einer Grundfläche unter 20 m² ist der gesamte Raum Schutzbereich.

Lagerung im Freien

Für Schutzbereiche von Lagern im Freien gelten geringere Abmessungen. Sie dürfen sich nicht auf Nachbargrundstücke oder öffentliche Verkehrsflächen erstrecken. Der Schutzbereich darf an höchstens zwei Seiten durch mindestens 2 m hohe öffnungslose Schutzwände aus nicht brennbaren Baustoffen eingeengt sein. Hierbei darf eine Wand auch eine öffnungslose Gebäudemauer sein. Die Aufstellflächen müssen so eben und fest sein, dass die Flaschen sicher stehen können.

Bewährt haben sich Unterstellräume im Freien, bei denen mindestens eine oder mehrere Wände aus Drahtgitter bestehen (Bild 4-9).

Bild 4-9: Lagerung von Flüssiggasflaschen im Freien



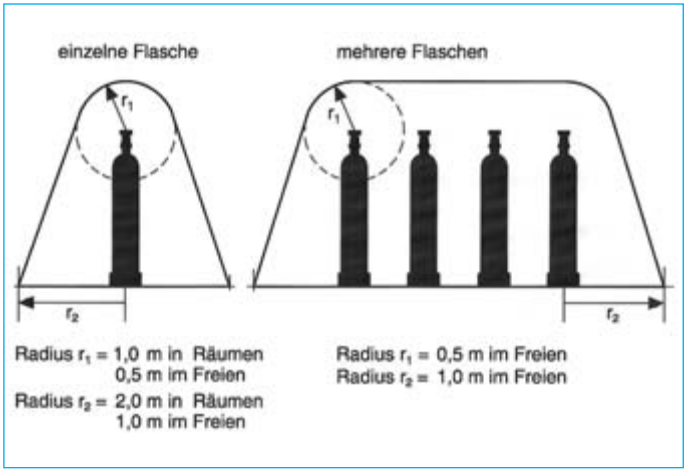


Bild 4-8: Schutzbereiche um Flüssiggasflaschen beim Lagern in Räumen

4.5 Aufstellung zur Entleerung

Zur Gasentnahme angeschlossene Flüssiggasflaschen dürfen – genau wie gelagerte Flaschen – nicht in bestimmten Bereichen, z. B. in Fluren, Treppenräumen, engen Höfen, Durchgängen und Durchfahrten oder in deren unmittelbarer Nähe sowie an Rettungswegen, aufgestellt werden.

Ausgenommen hiervon sind Bereiche, in denen vorübergehende Arbeiten (z. B. Instandsetzungsarbeiten) durchgeführt werden müssen und zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind (z. B. Absperrung, Sicherung des Flucht- und Rettungsweges, Lüftungsmaßnahmen). Gleiches gilt für die Aufstellung in bewohnten Räumen, in unmittelbarer Nähe leicht entzündlicher Stoffe und in ungenügend belüfteten Bereichen.

Grundsätzlich darf auch keine Aufstellung in Nischen von weniger als 2 m^2 Bodenfläche, weder in Flaschenschränken noch im Freien, erfolgen. Ausnahme nur, wenn eventuell ausströmendes Gas gefahrlos abfließen könnte.

In Arbeitsräumen bis 500 m^3 Rauminhalt sowie für jeden weiteren angefangenen 500 m^3 Rauminhalt ist die Aufstellung von

- einer 33-kg-Großflasche oder
- zwei 5- oder 11-kg-Kleinflaschen

zulässig.

Abweichend hiervon dürfen bis zu acht Flaschen aufgestellt sein

- zum Versorgen von Handbrennern, unter der Voraussetzung, dass alle Flaschen max. 11 kg Füllgewicht besitzen und die Flammen ständig beobachtet werden,
- wenn betriebstechnische Gründe (z. B. Bauarbeiten) vorliegen und die Flaschen unter ständiger Aufsicht stehen.

Besteht eine Versorgungsanlage (z. B. Brennschneidanlage) aus mehreren zur gleichzeitigen Gasentnahme zusammengeschlossenen Flüssiggasflaschen (Flaschenbatterien), dürfen diese maximal acht Flaschen umfassen und müssen im Freien oder in einem besonderen Aufstellungsraum aufgestellt sein.

Des Weiteren ist zu beachten:

- Flaschen standsicher aufstellen, gegen Umfallen und gegen mechanische Beschädigungen schützen,
- Flaschen während der Entnahme aufrecht stellen (ausgenommen sind z. B. liegende Treibgasflaschen zum Fahrzeugantrieb),
- Flaschen gegen unbefugten Zugriff sichern.

Die Forderung nach Sicherung gegen unbefugten Zugriff ist z. B. auch erfüllt,

- wenn sich mindestens eine Person immer in der Nähe der Flaschen aufhält oder
- wenn, bedingt durch die Arbeitsweise, eine ständige Beobachtung ohnehin erforderlich ist (z. B. bei Arbeiten mit Handbrennern).

Selbstverständlich ist bei der Aufstellung auch hier wieder zu beachten, dass die Flaschen gegen unzulässige Erwärmung geschützt werden (Flüssiggas in der Flasche darf nicht höher als 40 °C erwärmt werden). Eine unzulässige Erwärmung liegt bei Sonneneinstrahlung allerdings nicht vor.

Bild 4-10: Verschließbarer, belüfteter Flaschenschrank an einer Gebäudeaußenwand



Unzulässig ist eine Aufstellung im unmittelbaren Strahlungsbereich der Brennerflamme, im heißen Abgasstrom oder z. B. in unmittelbarer Nachbarschaft von Öfen, Brammen, Heizkörpern oder Schmiedefeuern. Ausgenommen hiervon sind Flüssiggas-Verbrauchsgeräte, die mit den Flaschen fest verbunden sind und dabei so ausgeführt sind, dass die Flasche vor unzulässiger Erwärmung geschützt wird (z. B. Heizstrahler).

Schutzbereiche

Werden Flüssiggasflaschen zum Entleeren aufgestellt, müssen ausreichende Bereiche eingehalten werden, in denen sich keine Kelleröffnungen und -zugänge, Gruben und ähnliche Hohlräume, Kanaleinläufe, Luft- und Lichtschächte sowie brennbare Materialien befinden dürfen.

Diese Bereiche sind als ausreichend anzusehen, wenn sie den Abmessungen der in Bild 4-8 auf Seite 25 dargestellten Schutzbereiche entsprechen.

Bei Flaschenbatterien mit mehr als sechs Flaschen oder bei der Entnahme von Flüssiggas aus der Flüssigphase vergrößern sich diese Abmessungen entsprechend TRG 280. Bezüglich des Vorhandenseins von Zündquellen innerhalb von Schutzbereichen lässt die TRG 280 Ausnahmen zu. Die Forderung gilt nicht bei Einzelflaschen bis 14 kg Füllgewicht, bei Einzelflaschen bis 33 kg zum Schweißen, Schneiden u. ä. Arbeitsverfahren und bei Flaschenschränken.

Bild 4-11: Belüfteter Flaschenschrank für die Lagerung von Kleinflaschen (Quelle: GOK)



Aufstellung unter Erdgleiche

Flüssiggasflaschen dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche aufgestellt sein.

Dies sind Räume, deren Böden allseitig tiefer als 1 m unter der umgebenden Geländeoberfläche liegen. Diesen Räumen sind Orte gleichzusetzen, die allseitig von dichten, öffnungslosen Wänden von mindestens 1 m Höhe umschlossen werden. Gasdurchlässiger Grund (Schotter, Kies) ist als „Raum unter Erdgleiche“ anzusehen.

Ausnahmen von diesem Verbot bestehen

- bei Kleinstflaschen (bis 1 l),
- wenn die Ausführung von Arbeiten vorübergehend notwendig ist und besondere Schutzmaßnahmen getroffen sind (siehe auch Abschnitt 10 „Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen und im Schiffbau“) sowie
- bei ortsfesten Verbrauchsanlagen, wenn bestimmte Schutzmaßnahmen eingehalten sind.

4.6 Beförderung von Flüssiggasflaschen

Die Beförderung von Flüssiggasflaschen nimmt wegen des universellen Einsatzes von Flüssiggas in den verschiedensten Bereichen einen wesentlichen Raum ein. Vor allem im Bau- und Montagebereich muss oft eine permanente Versorgung mit Flüssiggas erfolgen.

In der Regel werden Beförderungen größerer Mengen Flüssiggas durch Fachunternehmen durchgeführt, die mit den Vorschriften zur Beförderung vertraut sind. Die Versorgung mit kleineren Mengen wird jedoch üblicherweise durch betriebseigene Fahrzeuge durchgeführt.

Grundsätzlich sind bei der Beförderung von Flüssiggas folgende wichtige Regeln zu beachten:

Vor jedem Transport – auch bei leeren Flüssiggasflaschen – müssen die Flaschenventile geschlossen und mit der Verschlussmutter gesichert werden. Danach müssen die Schutzkappen aufgebracht werden. Bei Flaschen mit Kragen (Treibgasflaschen für Stapler) entfällt die Schutzkappe, da das Ventil bereits durch den Kragen gegen mechanische Beschädigung gesichert wird. Entsprechendes Zubehör zeigt Bild 4-12.

Die Flaschen dürfen nicht geworfen werden. Besonders bei Frost sind sie vor

Bild 4-12: Flaschenzubehör zum Schutz des Flaschenventils beim Transport (Quelle: GOK)



Stößen zu bewahren. Beim Aufschlagen auf harte Gegenstände oder scharfe Kanten können gefährliche Beschädigungen am Flaschenmantel entstehen.

Auf Fahrzeugen dürfen Flüssiggasflaschen stehend oder liegend transportiert werden. Für den stehenden Transport müssen die Flaschen ausreichend standfest oder in speziellen Gestellen oder Körben untergebracht sein. Alle Flaschen müssen gegen Lageveränderungen, wie Umfallen, Herabstürzen, Wegrollen und dergleichen, gesichert werden (Bilder 4-13 und 4-14).

Werden Flüssiggasflaschen in Kundendienst- oder Montagefahrzeugen geschlossener Bauart (z. B. Kastenwagen) transportiert, muss eine ausreichende Belüftung des Laderaumes gegeben sein. Strömt Flüssiggas aus, kann explosionsfähige Atmosphäre entstehen. Bereits das

Bild 4-14: Kleinflasche mit Schutzkappe, durch eine Halterung gegen Umfallen und Herabstürzen gesichert (Quelle: Marotech)



Bild 4-13: Großflasche quer liegend und durch eine Halterung gegen Lageveränderungen gesichert (Quelle: Marotech)



Auslösen eines Türkontaktschalters kann die Zündung eines explosionsfähigen Gemisches bewirken. Es ereignen sich immer wieder schwere Unfälle durch Fahrzeugexplosionen bei der Beförderung brennbarer Gase.

Die Beurteilung der Gefährdungen bei der Beförderung von Flüssiggas in geschlossenen Fahrzeugen führt zwangsläufig zur Notwendigkeit einer ausreichend bemessenen Belüftung!

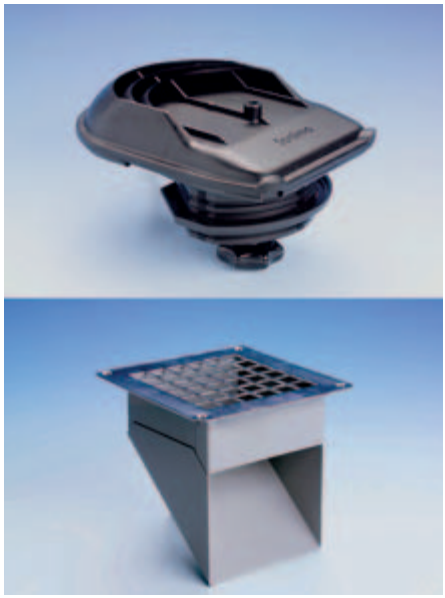
Gemäß Merkblatt DVS 0211 „Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen“ müssen im Laderaum mindestens zwei Lüftungsöffnungen, eine in Boden-, die andere in Deckennähe, vorhanden sein. Der freie Querschnitt jeder Öffnung soll mindestens 100 cm^2 betragen. Die Lüftungsöffnungen müssen funktionsfähig gehalten werden. Bild 4-15 zeigt ein Beispiel von geeigneten Lüftungseinrichtungen.

Diese Forderung besteht für alle regelmäßig im Unternehmen auch für Gastransporte genutzte Fahrzeuge, z. B. auch Leasingfahrzeuge.

Rauchen, Umgang mit offenem Feuer und sonstige Zündquellen sind in der Nähe von mit Flüssiggasflaschen beladenen Fahrzeugen sowie in den Fahrzeugen selbst verboten. Während des Be- und Entladens ist der Motor abzustellen, es sei denn, er wird betriebsbedingt benötigt, z. B. für die Bewegung der Ladebordwand.

Beim Transport von Flüssiggasflaschen auf der Straße gilt darüber hinaus die Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE) mit den Vorschriften des ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße). Allerdings gelten beim Transport begrenzter Mengen Gefahrgut erleichterte Bestimmungen. Bei der Alleinbeförderung des Gefahrgutes Flüssiggas gelten erleichterte Bedingungen bis zu einer Menge von 333 kg Flüssiggas. Erfolgt die Beförderung solcher begrenzter Mengen nur in Verbindung mit der Haupttätigkeit des Betriebes, ist sie von den weiteren Vorschriften des ADR gänzlich freigestellt.

Bild 4-15: Dach- und Bodenlüfter zur Belüftung von Fahrzeugen geschlossener Bauart (Quelle: Sortimo)



Beispiel:

Transportiert ein Handwerksbetrieb z. B. nur zwei Flüssiggasflaschen für durch den eigenen Betrieb unmittelbar auszuführende Brennschneidarbeiten, dann ist diese Beförderung vom ADR freigestellt. Es handelt sich um eine Beförderung einer Kleinmenge im Rahmen der Haupttätigkeit. Die oben bereits aufgeführten Mindestanforderungen müssen jedoch immer erfüllt sein. Ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung des Betriebes weitere notwendige Maßnahmen, so sind auch diese durchzuführen.

Eine Zusammenfassung der Anwendung des Gefahrgut-Transport-Rechts beim Befördern von Flüssiggasflaschen bietet die BG-Information „Sichere Beförderung von Flüssiggasflaschen mit Fahrzeugen“ (BGI 590).

4.7 Unterkühlung und Vereisung

Bei einer Entnahme großer Flüssiggasmengen aus der Gasphase können insbesondere bei kühler Witterung Störungen in der Gasversorgung eintreten.

Da viel Verdampfungswärme für die Entnahme aus der Gasphase verbraucht wird, unterkühlt die Gasflasche sehr stark. Die Verdampfung des Flüssiggases kann dadurch zum Erliegen kommen. Bei Unterkühlung des Flascheninhaltes unter 0 °C kann sich die in der Umgebungsluft enthaltene Feuchtigkeit in Form von Reif oder Eis auf der kalten Flasche niederschlagen (Bild 4-16).



Bild 4-16: Vereisung an einer Kleinflasche bei zu hoher Entnahmeleistung

Solche Vereisungen dürfen nicht abgeschlagen oder durch glühende Gegenstände, Brennerflammen oder Strahler entfernt werden. Vereisungen dürfen nur langsam beseitigt werden, wobei zweckmäßigerweise Warmluft oder Warmwasser mit Temperaturen bis zu 50 °C verwendet werden.

Damit es gar nicht so weit kommt, muss bei der Planung von Arbeiten und der Planung der Flüssiggasanlage darauf geachtet werden, dass die Größe und Anzahl der Flaschen den Anschlusswerten der Verbrauchseinrichtungen angepasst sind. Die maximal mögliche Dauerentnahmemenge aus einer 11-kg-Flasche beträgt nur 0,3 kg/h, bei kürzeren Entnahmezeiten, z. B. bei Anwärmarbeiten üblich, können Gasentnahmeströme bis ca. 1,5 kg/h entnommen werden. In Bild 4-17 sind Richtwerte für die mögliche Entnahmeleistung in Abhängigkeit von Betriebsart und Flaschengröße dargestellt.

Bild 4-17: Richtwerte der Entnahmeleistung in Abhängigkeit von Betriebsart und Flaschengröße

Betriebsart	Flaschengrößen		
	5 kg	11 kg	33 kg
Periodisch bzw. bei 50 % Unterbrechungen	0,5 kg/h	0,8 kg/h	1,8 kg/h
Dauerentnahme	0,25 kg/h	0,3 kg/h	0,75 kg/h

5 Absperreinrichtungen

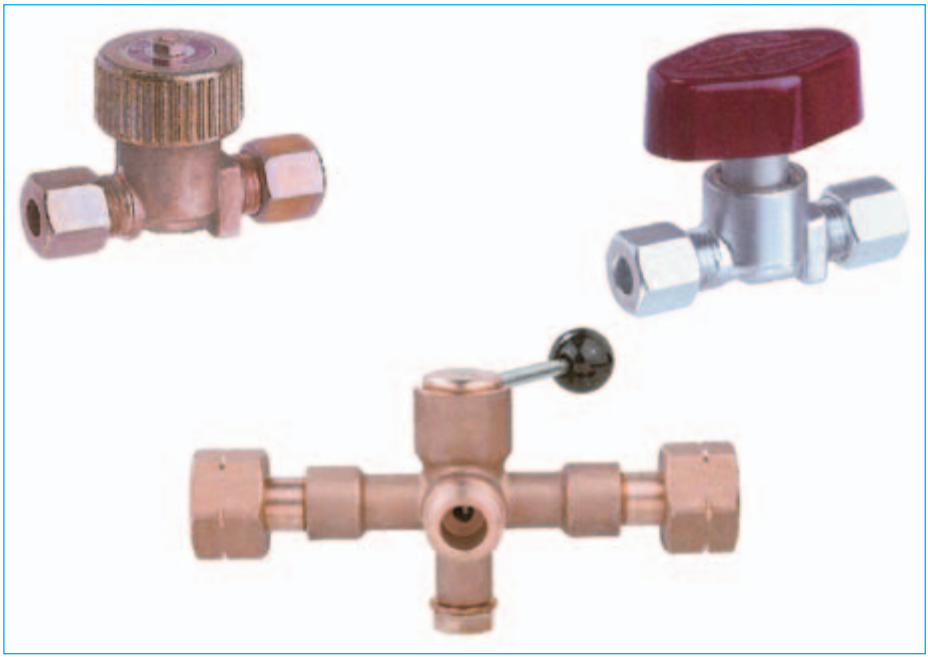
Die Vielfältigkeit der verschiedenen Ausführungen von Flüssiggasanlagen bringt es mit sich, dass auch die unterschiedlichsten Bauarten von Absperreinrichtungen gebräuchlich sind. Bild 5-1 zeigt einige Beispiele.

Vor jeder Verbrauchsanlage (dies können unter Umständen mehrere einzelne Verbrauchseinrichtungen sein) muss eine leicht zugängliche Hauptabsperreinrichtung eingebaut sein, mit der ein sofortiges Absperren der gesamten Verbrauchsanlage möglich ist.

Bei Verbrauchseinrichtungen, die mittels Schlauchleitungen an Druckgasbehälter (z. B. Einzelflaschen mit Handbrenner) angeschlossen sind, kann an die Stelle der Hauptabsperreinrichtung auch das Behälterabsperrventil (z. B. das Flaschenventil) treten. Verbrauchseinrichtung und Flasche müssen aber dann im selben Raum aufgestellt sein.

- Vor jeder Verbrauchseinrichtung muss am Ende von fest verlegten Leitungen eine Absperreinrichtung vorhanden sein.

Bild 5-1: Beispiele von Absperr- und Umschalteinrichtungen; links oben: Schnellschlussventil, Mitte unten: Regulierventil und rechts oben: Umschaltventil (Quelle: GOK)



6 Leitungen

6.1 Allgemeines

Von größter Wichtigkeit ist die Dichtheit der Flüssiggasanlage. Tatsächlich gibt es keine 100 %ige Dichtheit, da minimale Leckraten allein schon durch Diffusionsvorgänge bei einigen Anlageteilen nicht ausgeschlossen werden können. Man spricht deshalb auch von der „technischen Dichtheit“ der Anlage bzw. von der höchsten zulässigen Gesamtundichtheit. Die technische Dichtheit kann man z. B. mit Hilfe von schaumbildenden Mitteln überprüfen. Die Gesamtdichtheit einer Flüssiggasanlage steht und fällt mit der Dichtheit der Rohrleitungen und -verbindungen sowie den Schläuchen und Schlauchverbindungen.

Grundsätzlich sollen Versorgungsanlage und Verbrauchseinrichtungen durch fest verlegte Rohrleitungen verbunden sein. Diese Forderung lässt sich aber nur bei stationären Anlagen erfüllen. Bei vielen ortsveränderlichen Anlagen, bei denen der Aufstellungsplatz mit dem Fortschreiten der Arbeiten ständig wechselt (z. B. Einzelflaschen mit Handbrenner), muss Wert auf eine bewegliche Verbindung, also Schlauchleitung, gelegt werden. Ebenso müssen bei Brennerbewegungen, Schwingungen und Vibrationen starre Rohrleitungsstücke durch flexible Leitungen ersetzt werden.

Rohr- und Schlauchleitungen müssen so verlegt sein, dass sie gegen die zu erwartenden mechanischen, thermischen und mechanischen Belastungen ausreichend geschützt sind.

6.2 Rohrleitungen, Rohrverbindungen

Anforderungen zu Bau, Ausrüstung und Konformitätsbewertung von Rohrleitungen sind in der Betriebsicherheitsverordnung (entsprechend Druckgeräterichtlinie) geregelt. Auch der Betrieb, einschließlich Prüfungen, ist in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt.

Ansonsten gelten die Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) sowie im nicht gewerblichen Bereich auch die Technischen Regeln Flüssiggas (TRF). Werkstoffanforderungen an Rohrleitungen sind in entsprechenden DIN-Normen enthalten.

6.3 Schläuche, Schlauchverbindungen

Grundsätzlich dürfen nur Flüssiggasschläuche eingesetzt werden, die den vorgesehenen chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Sicherheitstechnische Anforderungen an Schläuche sind hierzu in entsprechenden Spezifikationen, wie DIN- bzw. DIN-EN-Normen, festgelegt.

So muss u. a. das Schlauchmaterial die erforderliche Beständigkeit gegen Flüssiggas in gasförmiger und flüssiger Phase aufweisen, die Schlauchfestigkeit innerhalb bestimmter Temperaturbereiche gewährleistet sein und die Auslegung der Druckklasse den Anforderungen des maximalen Anlagedruckes entsprechen.

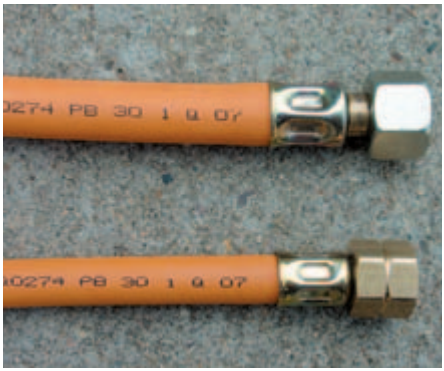
Bild 6-1: Anforderungen an Schläuche in Abhängigkeit von der Verwendungsart

Schlauchleitungen zwischen Behälterventil und Druckregelgerät	a) Hochdruckschlauch nach DIN EN 1763-1
	b) Edelstahlschläuche nach DIN 3384
	c) Rohrspiralen aus nahtlos gezogenen Kupfer- und Stahlrohren
Schlauchleitungen zwischen Druckregelgerät und Verbrauchseinrichtung	Mittel- oder Hochdruckschlauch nach DIN EN 1763-1 (Schläuche für Treibgasanlagen von Fahrzeugen siehe DIN 4815 Teil 4)
Schlauchleitungen für besondere mechanische Beanspruchungen (z. B. Baustellen, Schiffbau, Stahlbau)	Hochdruckschlauch mit mindestens 5 mm Wanddicke (6,3 x 5)

Zugelassen sind daher auch nur Schläuche, die mit Herstelldatum, Herstellkennzeichen, Norm- bzw. Registernummer, Druckklasse und Kurzzeichen für Flüssiggas gekennzeichnet sind (Bild 6-2).

Allgemein besteht die Forderung, dass Schlauchleitungen wegen ihrer geringeren Belastbarkeit nicht länger als 0,40 m sein sollen. Diese Forderung ist vor allem bei Handbrennern und auch bei vielen anderen ortsveränderlichen Verbrauchseinrichtungen, bei denen die Beweglichkeit nicht eingeschränkt werden darf, nicht einzuhalten. Es ist daher üblich, auch längere Schlauchleitungen zu verwenden.

Bild 6-2: Hochdruckschläuche mit fest eingebundenem Anschluss mit Aufdruck der Druckklasse 30



Allerdings sind bei Schlauchlängen über 0,40 m besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich:

- Verwendung von Schläuchen für besondere mechanische Beanspruchungen,
- eine gegen Beschädigung besonders geschützte Schlauchverlegung (z. B. Anfahr- oder Überfahrschutz, jedoch sichtbare Verlegung) und
- Verwendung von Einrichtungen gegen Gasaustritt bei Schlauchbeschädigung (siehe Abschnitt 8.1).

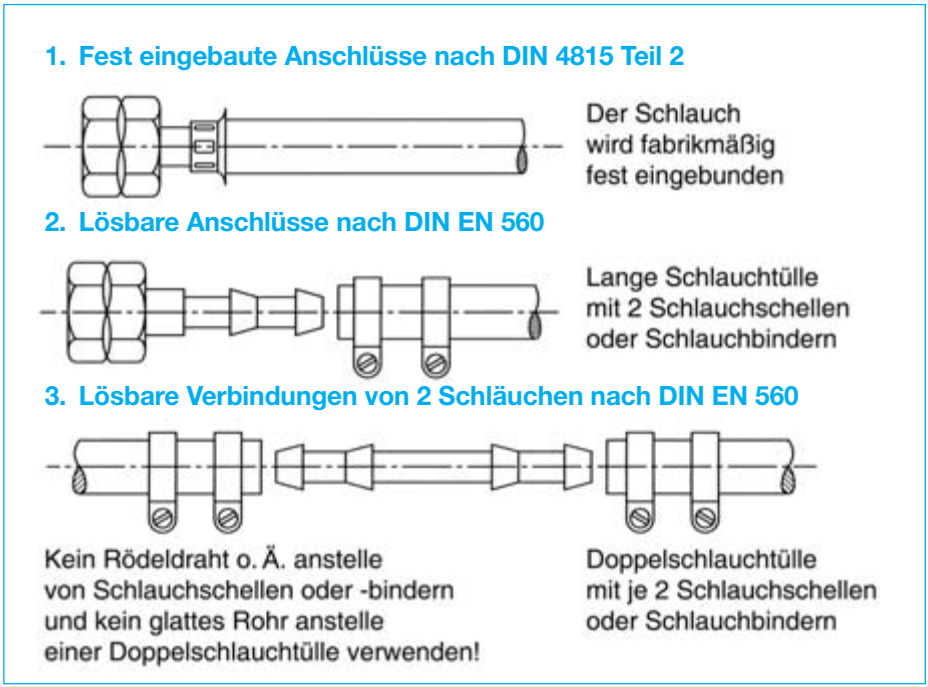
Poröse oder beschädigte Schläuche sind unverzüglich der weiteren Benutzung zu entziehen (Bild 6-3).

Besonders sorgfältig sind die Schläuche anzuschließen. Werden keine fabrikmäßig fest eingebauten Anschlüsse verwendet, müssen die Schläuche auf genormte Schlauchtüllen aufgeschoben und durch Schlauchklemmen gegen Abrutschen gesichert werden (Bild 6-4). Die Verwendung von Draht als Ersatz für Schlauchschellen ist verboten.

Bild 6-3: Gealterter brüchiger Schlauch



Bild 6-4: Schlauchanschlüsse für Flüssiggasanlagen – bevorzugt sollen fest eingebaute Anschlüsse verwendet werden



7 Druckregler

7.1 Allgemeines, Bauarten

Zwischen Versorgungs- und Verbrauchsanlage muss grundsätzlich ein Druckregler vorhanden sein. Die Installation muss direkt hinter der Hauptabsperreinrichtung bzw. hinter dem Flaschenventil erfolgen.

Notwendig sind Druckregler aus folgenden Gründen:

- Der aus der Versorgungsanlage anstehende Behälterdruck ergibt sich immer in Abhängigkeit von der Temperatur entsprechend der Dampfdruckkurve. Diese schwankenden Versorgungsdrücke müssen vom Regler aufgefangen werden.
- Die Verbrauchsanlage benötigt oft einen konstanten und auch sehr viel niedrigeren Anschlussdruck, um u. a. eine optimale Verbrennung mit entsprechend geringen CO-Anteilen zu erzielen. Manche Verbrauchsgeräte reagieren auf einen falschen Druck sehr empfindlich. Würde z. B. der vorgesehene Anschlussdruck von 1,5 bar bei einem Feinlötkolben auf einen zu hohen Wert steigen, ergibt sich ein zu „fettes“ Gemisch mit unvollkommener Verbrennung, da die benötigte Luft über die Ausgangsöffnungen ab einem bestimmten Punkt nicht im erforderlichen Maße nachströmen könnte. Die Folge wären unzulässig hohe CO-Anteile in der Flamme mit möglichen Vergiftungsfolgen. Aus diesem Grund sind auch bei der Entnahme aus Kleinstflaschen Druckregler zu verwenden.

Bild 7-1: Kleinstflasche mit Druckregler in abgewinkelter Bauart, wodurch ein Knicken des Schlauches vermieden wird (Flasche mit Armaturenschutzbügel für den Transport)



Bild 7-2: Fest eingestellter Mitteldruckregler an einer Großflasche



Bild 7-3: Mitteldruckregler mit einstellbarem Druck an einer Großflasche



Vorrangig sind immer Druckregler mit fest eingestelltem Anschlussdruck zu verwenden. Bei Einsatz an verschiedenen Geräten und unterschiedlich benötigten Anschlussdrücken werden einstellbare Regler verwendet.

Bei der Installation von Druckreglern an Flaschen ist darauf zu achten, dass sie zum Schutz gegen unnötige Schlauchbeschädigungen möglichst nicht über die Umrisse des Flaschendurchmessers hinausragen.

7.2 Anschluss von Druckreglern an Flüssiggasflaschen

Der Anschluss von Druckreglern an die Flaschenventile bereitet immer wieder Probleme, da die Flaschenventile der Flüssiggaskleinflaschen mit 3 kg, 5 kg und 11 kg Füllung anders ausgeführt sind als die der 33-kg-Großflasche und der Treibgasflasche.

Die Dichtung für den gasdichten Anschluss zwischen Flaschenventil und Druckregler bei Kleinflaschen befindet sich im Ventilanschluss. Die Dichtheit wird dadurch hergestellt, dass sich der Metallwulst am Anschlussstutzen des Druckreglers beim Andrehen der Sechskantüberwurfmutter in den Dichtungsring eindrückt.

Demgegenüber muss beim Anschluss eines Reglers an das Absperrventil der Großflasche der Dichtring im Anschluss des Druckreglers vorhanden sein. Bei diesem Anschluss wird der Dichtring beim Andrehen der Überwurfmutter gegen die Metallfläche des Anschlussstutzens gedrückt.

Das Außengewinde der Ventile ist bei Kleinflaschen und Großflaschen gleich (W 21,8 x 1/14 links). Die Unterschiede der Abdichtung der Anschlüsse sind häufig nicht bekannt. So werden Druckregler, die nur für Kleinflaschen geeignet sind, an Großflaschen angeschraubt. In diesem Fall liegt Metall auf Metall und die erforderliche Gasdichtheit wird nicht hergestellt. Es kann unkontrolliert Gas austreten.

Für Entnahmeleistungen bis 1,5 kg/h gibt es Druckregelgeräte mit Kombinationsanschluss, welche ein gasdichtes Anschließen an Groß- und Kleinflaschen ermöglichen.

Gasundichtheiten können auch durch fehlende oder beschädigte Dichtringe bedingt sein.

Deshalb:
Beim Anschluss immer passende Druckregler verwenden und darauf achten, dass die erforderlichen Dichtringe vorhanden bzw. nicht beschädigt sind.

Ein weiteres Problem ergibt sich dadurch, dass 11-kg-Kleinflaschen als Treibgasflasche für Fahrzeuge und als normale Brenngasflasche gebräuchlich sind (Bilder 7-4 und 7-5). Hierdurch kann es zu gefährlichen Verwechslungen kommen. Erläuterungen hierzu siehe Abschnitt 12.

Bild 7-4: Flaschenventilanschluss mit Dichtung bei Kleinflaschen für Brenngas



Bild 7-5: Flaschenventilanschluss ohne Dichtung bei Großflaschen für Brenngas und Kleinflaschen für Treibgas



8 Sicherheitseinrichtungen

8.1 Schlauchbruchsicherung und Leckgassicherung gegen Gasaustritt bei Schlauchbeschädigung

Auch beim sorgfältigen Umgang mit Flüssiggasanlagen und trotz guter Ausrüstung besteht insbesondere auf Baustellen oder im Stahl- und Schiffbau die Gefahr, dass Flüssiggasschläuche beschädigt werden, z. B. durch Abreißen oder Lockern der Schlauchanschlüsse, beim Versetzen von Flaschen oder Verbrauchseinrichtungen, durch herabfallende Gegenstände oder durch Auftreffen der eigenen Flüssiggasflamme.

Werden derartige Beschädigungen nicht rechtzeitig erkannt, können große Mengen unverbrannten Flüssiggases unbemerkt aus dem Schlauch ausströmen, sich in Ecken oder Vertiefungen ansammeln und zu einem explosionsfähigen Gas-Luft-Gemisch führen.

Um solche Gefahren zu vermeiden, müssen alle Verbrauchsanlagen, bei denen die Schläuche besonderen mechanischen, chemischen oder thermischen Beanspruchungen unterliegen, unmittelbar vor den Schläuchen mit einer Sicherheitseinrichtung gegen Gasaustritt bei Schlauchbeschädigung ausgerüstet sein.

Dies gilt jedoch nicht bei Schlauchlängen unter 0,40 m oder bei Versorgung aus Kleinstflaschen.

Besondere Beanspruchungen der Schläuche liegen im Allgemeinen vor bei

- Gefahr des Knickens, Abreißens, Überfahrens usw. (z. B. auf Baustellen, in Schiffbau-, Stahlbau- und Abwrackbereichen),
- Vorhandensein von aggressiven Medien (z. B. Galvanik, Beizereien) und
- Berührung durch heiße Teile, Gase oder Brennerflammen (z. B. in Gießereien, Hüttenbetrieben, Walzwerken und dergleichen).

Als Sicherheitseinrichtungen gegen Gasaustritt bei Schlauchbeschädigung müssen eingesetzt werden:

- **Über Erdgleiche:**
  Schlauchbruchsicherung (Bild 8-1) oder Druckregler mit integrierter Schlauchbruchsicherung.
- **Unter Erdgleiche:**
  Leckgassicherung (Bild 8-2) oder – bei einem Anschlusswert bis zu 1,5 kg/h – Druckregler mit integrierter Dichtheitsprüfeinrichtung und Schlauchbruchsicherung (Bild 8-3).

Die Schlauchbruchsicherung ist eine Sicherheitseinrichtung, die den Gasstrom zwangsweise unterbricht, wenn es hinter der Schlauchbruchsicherung zu einem plötzlichen Druckabfall kommt. Das wäre z. B. bei der Durchtrennung des Schlauches der Fall. Schlauchbruchsicherungen müssen dem Verbrauch und dem Arbeitsdruck der Anlage angepasst ausgewählt werden. Ansonsten kommt es zu häufigen Fehlauslösungen der Sicherheitsfunktion.

Die Leckgassicherung ist eine Sicherheitseinrichtung, die schon bei kleinen

Schlauchbeschädigungen (Leckgasmengen) die Gaszufuhr abstellt. Sie funktioniert nur mit einem Spezialdoppelschlauch und sichert auch nur den Bereich des Doppelschlauches ab.

Druckregler mit integrierter Dichtheitsprüfung sind Regler, in denen neben einer Schlauchbruchsicherung zusätzlich eine Dichtheitsprüfeinrichtung eingebaut ist, mit der die gesamte Verbrauchsanlage zwangsläufig vor Inbetriebnahme auf Dichtheit geprüft wird. Zu beachten sind die Angaben des Herstellers bezüglich der schlauchlängenabhängigen Prüfzeiten auf dem Bauteil.

Bild 8-1: Schlauchbruchsicherungen



Bild 8-2: Beispiel einer Leckgassicherung (nur mit Spezialdoppelschlauch!)



Bild 8-3: Beispiel Druckregler mit Schlauchbruchsicherung und integrierter Dichtheitsprüfung



8.2 Flammenüberwachungen, Gasmangelsicherungen

Grundsätzlich müssen alle Flüssiggas-Brenner mit einer Einrichtung ausgerüstet sein, die beim Erlöschen der Brennerflamme die Gaszufuhr selbsttätig unterbricht (Flammenüberwachungen).

Verbrauchsgeräte, z. B. Heizer, bei denen die Flamme nicht unter ständiger Beob-

achtung steht, sind deshalb mit thermo-elektrischen Flammenüberwachungen versehen.

Auch Flammenwächter-Teilautomaten und Gasfeuerungs-Automaten erfüllen u. a. diese Funktion.

Flammenüberwachungen halten den Gasweg in Abhängigkeit von der Steuerwirkung eines Flammenfühlers offen und schließen den Gasweg nach Erlöschen der Flamme zwangsweise.

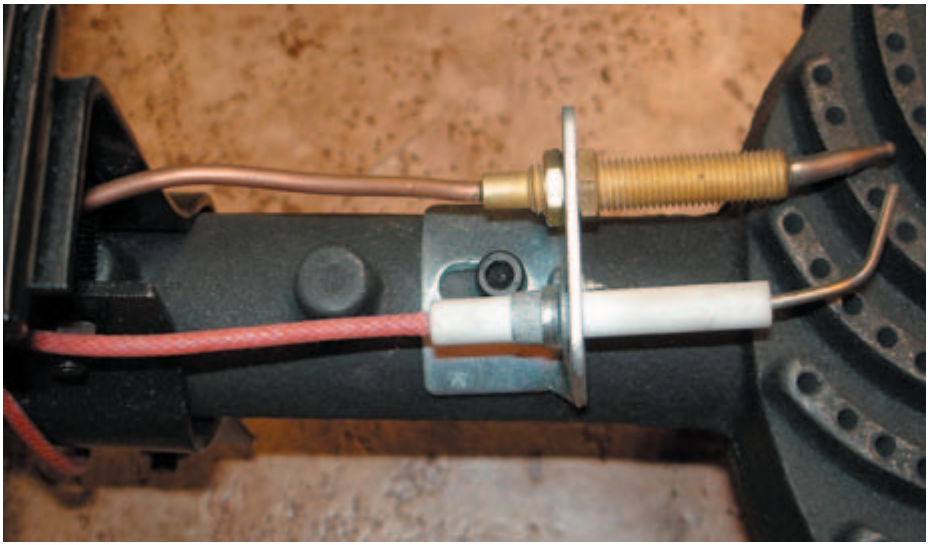
Häufigste Bauart ist die thermo-elektrische Flammenüberwachung (Bild 8-4).

Auf eine Zündsicherung kann insbesondere verzichtet werden bei

- Geräten der Autogentechnik,
- Handbrennern, bei denen der Arbeitsvorgang die ständige Beobachtung der Flamme erfordert und
- bestimmten Ofenbauarten (siehe Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ [BGV D 34]), wenn eine Gasmangelsicherung vorhanden ist.

Gasmangelsicherungen sperren beim Absinken des Gasdruckes unter seinen normalen Betriebsdruck die weitere Gaszufuhr ab und verhindern ein selbsttätiges Öffnen beim Wiederansteigen des Gasdruckes.

Bild 8-4: Thermo-elektrische Flammenüberwachung an einem Brenner, darunter Zündkerze zum Zünden der Brennerflamme



8.3 Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag

Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag werden gefordert, wenn eine Verbrauchseinrichtung gleichzeitig mit brennbaren Gasen und mit die Verbrennung fördernden Gasen (Sauerstoff, Druckluft) versorgt wird. Damit soll z. B. sichergestellt werden, dass ein Gas nicht in die Leitung des anderen Gases eindringen kann.

Bekannt sind diese Sicherheitseinrichtungen vor allem beim Autogenschweißen mit dem Brenngas Acetylen zum Schutz vor Flammenrückschlägen.

Wird dagegen Flüssiggas verwendet, gilt gerade hier als besonderer Vorzug die hohe Sicherheit gegen eine mögliche Flammenrückzündung. Der Grund liegt darin, dass die Ausströmgeschwindigkeit von Propan/Butan immer größer ist als die eigene Zündgeschwindigkeit. Deshalb ist bei Verwendung von Flüssiggas allein – z. B. bei Luftansaugbrennern – die oben aufgeführte Sicherheitseinrichtung nicht erforderlich.

Wenn jedoch zusätzlich mit Sauerstoff bzw. Druckluft aus Flaschen oder Leitungen gearbeitet wird, müssen diese Sicherungen vorhanden sein (Bild 8-5). Zum einen soll ein Gasübertritt, z. B. von der Sauerstoffseite, verhindert werden, zum

Bild 8-5: Sicherheitseinrichtung – zur Absicherung des Brenngasschlauches ist die Installation unmittelbar vor das Brennerhandstück notwendig



anderen sind aber auch Gas- oder Flammendurchschläge möglich, wenn durch falsche Bedienung der Armaturen eine schlagartige Verbrennung hervorgerufen wird.

Solche Gebrauchsstellenvorlagen bzw. Einzelflaschensicherungen verhindern das durch ihre Bauart (Bild 8-6). Die Sicherheitseinrichtungen müssen für Flüssiggas geeignet sein. Der Hersteller muss die Gasart deutlich und dauerhaft auf dem Bauteil angeben (Propan/Butan bzw. Flüssiggas oder aber der Kennbuchstabe P).

Eine zusätzliche Farbkennzeichnung ist nicht gefordert; falls vorhanden, soll die Farbe Rot (für Brenngase) verwendet werden.

Bild 8-6: Beispiel einer Sicherheitseinrichtung nach DIN EN 730-1 gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag mit druckgesteuerter Nachströmsperre und Sichtanzeige (Quelle: Witt-Gasetechnik)



9 Flüssiggas in der Autogentechnik

Sicherheitsanforderungen und Informationen für die Verwendung von Flüssiggas in der Autogentechnik zum Bearbeiten metallischer Werkstücke sind in der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500), Kapitel „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und in der BG-Information „Gasschweißer“ (BGI 554) enthalten.

Flüssiggas findet vor allem bei folgenden Arbeiten Verwendung:

- Flammlöten – Weich- und Hartlöten (Bilder 9-1 bis 9-3),
- Brennschneiden mit Handbrennern oder Maschinenschneidbrennern, einschließlich Brennhobeln (Brennfugen bzw. Fugenhobeln und Brennflämmen),
- Flammrichten, Flammwärmen, einschließlich Vorwärmen und Anwärmen zur Warmformgebung metallischer Werkstücke,
- Flammhärten bzw. Brennhärten von Stahl,
- Flammspritzen (z. B. Spritzverzinken) und
- Flammstrahlen (Säubern, Entrosten und Entzundern, z. B. von Stahlkonstruktionen, Schiffsrümpfen, Baublechen).

Hinweis:

Stahl kann mit Flüssiggas als Brenngas nicht geschweißt werden, da eine Propan-Sauerstoff-Flamme auf das Schmelzbad oxidierend wirkt und damit die Schweißung porös werden würde.

Bild 9-1: Industrielle Flüssiggasanwendung, Lötmaschine (Quelle: Everwand & Fell)

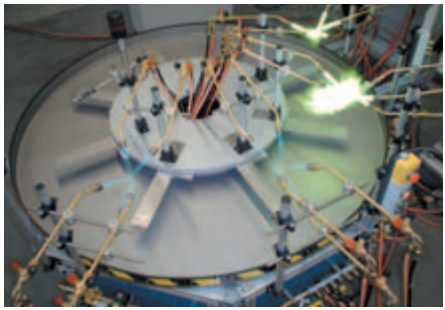


Bild 9-2: Industrielle Flüssiggasanwendung (Quelle: Everwand & Fell)



Bild 9-3: Beispiel Handwerker-Lötset



Die dabei verwendeten Brennerbauarten sind

- Brenner zum Löten, Wärmen, Abbrennen und dergleichen, die mit Flüssiggas in gasförmigem Zustand und angesaugter Luft betrieben werden (Luftansaugbrenner nach dem Bunsen-Prinzip [Bild 9-4]),
- Brenner zum Brennschneiden, Flammrichten, Flammwärmen und dergleichen, die mit Propan-Sauerstoff oder Propan-Druckluft betrieben werden,
- Brenner-Sonderformen, wie Flüssiggasverdampfungsbrenner, denen Flüssiggas in flüssigem Zustand unter Druck zugeleitet wird, wobei innerhalb des Brenners die Verdampfung erfolgt sowie
- Kartuschenbrenner, bei denen der Flüssiggasbehälter (die Kartusche als Einwegbehälter mit Butan gefüllt) unmittelbar mit dem Brenner verbunden ist und ggf. als Griffstück dient (siehe Abschnitt 13).

Bild 9-4: Löt- und Schrumpfbrennereinsätze und Handstück mit Flammenkleinstellung



Insbesondere werden folgende Forderungen an diese Brenner gestellt:

- Brenngasventile (Regulier- und Absperrventil) im Bereich des Griffstückes,
- deutlich erkennbare und dauerhafte Kennzeichnung aller Brennereinsätze mit der Gasart, hier Kurzzeichen P,
- handfreundliches Griffstück aus geeignetem Material,
- selbsttätig wirkende Flammenkleinstellung beim Einsatz für Bauarbeiten (siehe Abschnitt 10) und
- Ablegevorrichtung (an festen Arbeitsplätzen nicht zwingend gefordert).

Um Verwechslungen zu vermeiden, müssen auf jedem sicherheitstechnisch wichtigen Einzelteil eines Brenners das Herstellzeichen und die Brenngasart angegeben sein.

Flüssiggas-Sauerstoff- oder Flüssiggas-Druckluft-Brenner sind meist Druckbrenner. Dies ist an der Kennzeichnung der Mischdüse ersichtlich:

Kennzeichnung:

II für Mischung ohne Saugwirkung (Druckbrenner)

II für gasrücktrittssichere Mischung ohne Saugwirkung

Bei der Verbrennung von Flüssiggas mit Druckluft oder Sauerstoff bietet eine Sicherheitseinrichtung nach DIN EN 730-1 sicheren Schutz vor Gasrücktritt und Flammendurchschlag.

Zum Entzünden müssen geeignete Gasanzünder, Zündlanzen oder im Brenner-

handstück integrierte Zündvorrichtungen vorhanden sein (Bild 9-5).

Für das Arbeiten unter Erdgleiche gelten die gleichen Forderungen, die bereits im Abschnitt 4.5 für das Aufstellen von Flüssiggasflaschen genannt sind.

Danach darf unter Erdgleiche nur gearbeitet werden

- bei Versorgung aus Kleinstflaschen

  oder

- wenn die Ausführung von Arbeiten vorübergehend notwendig ist und besondere Schutzmaßnahmen getroffen sind (siehe auch Abschnitt 10 „Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen im Schiffbau“).

Bild 9-5: Gasanzünder



10 Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen und im Schiffbau

10.1 Allgemeines

Die Gründe für die Verwendung von Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen sind insbesondere seine gute Transportierbarkeit und seine vielfältige Verwendungsmöglichkeit.

Mit den Sicherheitsanforderungen bei der Verwendung von Flüssiggas auf Bau- und Montagestellen muss den dort herrschenden Betriebsbedingungen Rechnung getragen werden:

- Bedingt durch rauere Betriebsweise auf Baustellen unterliegen Flüssiggasanlagenteile (Flaschen, Schläuche usw.) einer besonderen mechanischen Beanspruchung, die höher als in stationären Betriebsstätten ist.
- Es liegen häufig betriebstechnische Gründe vor, die den Einsatz der Flüssiggasanlagen auch in besonderen Bereichen, z. B. unter Erdgleiche, erforderlich machen.

Wegen ähnlicher Bedingungen im Schiffbau sind dort aus sicherheitstechnischer Sicht die gleichen Anforderungen wie auf Bau- und Montagestellen zu stellen. Hinsichtlich des Einsatzes von flüssiggasbetriebenen Geräten innerhalb von Schiffsräumen auf Werften siehe zusätzlich Abschnitt 10.4.2.

10.2 Verwendung von Handbrennern, Heizgeräten und Schmelzöfen

10.2.1 Verwendung von Handbrennern

Zu den auf Bau- und Montagestellen und im Schiffbau eingesetzten Flüssiggas-Handbrennern zählen Luftansaugbrenner (Bauhandbrenner, Lötbrenner) sowie Brenner für Flüssiggas/Sauerstoff bzw. Flüssiggas/Druckluft (Brennschneiden, Flammstrahlen und dergleichen). Gemeinsames Merkmal dieser Verbrauchsgeräte aus sicherheitstechnischer Sicht ist, dass der Arbeitsvorgang eine ständige Beobachtung der Flamme erfordert.

Für das Betreiben von Handbrennern (Bild 10-1) in diesen Bereichen müssen zusätzlich folgende Ausrüstungsteile vorhanden sein:

- Sicherheitseinrichtung gegen Flüssiggasaustritt bei Schlauchbeschädigung (siehe Abschnitt 8.1),

Bild 10-1: Bauhandbrenner mit Druckregler mit Schlauchbruchsicherung und integrierter Dichtheitsprüfung



- Schläuche für besondere mechanische Beanspruchung,
- Flammenkleinstelleinrichtung,
- Ablegevorrichtung und
- Sicherheitseinrichtung gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag bei der Verbrennung von Flüssiggas mit Druckluft oder Sauerstoff (siehe Abschnitt 8.3).

Als Schläuche dürfen nur für Flüssiggas geeignete Schläuche, wegen der rauen Bedingungen im Baustellenbetrieb möglichst Hochdruckschläuche mit mindestens 5 mm Wandstärke, verwendet werden (Bild 10-2).

Beim Einsatz von Leckgassicherungen müssen die dazugehörigen doppelwandigen Schläuche (Druckklasse 6 oder 30) verwendet werden (Bild 10-3).

Eine Flammenkleinstelleinrichtung ist für alle Luftansaugbrenner mit einer möglichen Flammenlänge von mehr als 100 mm erforderlich (Bauhandbrenner, Lötbrenner). Beim Loslassen wird die Flammenlänge selbsttätig auf maximal 100 mm begrenzt oder die Gaszufuhr völlig abgesperrt (Bild 10-4).

Die Ablegevorrichtung soll ein ordnungsgemäßes Ablegen ermöglichen. Sie muss so gestaltet sein, dass die Kleinflamme beim Ablegen oder Abstellen des Brenners nicht auf die Abstellfläche gerichtet ist.

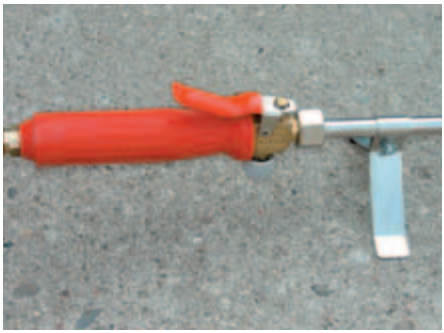
Bild 10-2: Hochdruckschlauch auf einer Baustelle



Bild 10-3: Leckgassicherung mit doppelwandigem Hochdruckschlauch



Bild 10-4: Brennergriffstück mit Flammenkleinstelleinrichtung



10.2.2 Verwendung von Heizgeräten und Schmelzöfen

Im Gegensatz zu den Handbrennern werden im Baustellenbereich auch Verbrauchsgeräte eingesetzt, bei denen der Arbeitsvorgang keine ständige Beobachtung der Flamme erfordert. Hierzu gehören insbesondere Heizgeräte, die Strahlungswärme oder Warmluft erzeugen oder Schmelzöfen zum Aufbereiten von Vergussmassen.

Wegen ihrer häufigen Verwendung wird im Folgenden besonders auf Infrarot-Heizstrahler (Bilder 10-5 und 10-6) eingegangen. Bei diesen Geräten befindet sich hinter einer hochporösen gelochten Keramikplatte ein Verbrennungsraum mit Mischrohr und einer Brennerdüse, in dem durch Injektorwirkung nach dem Bunsenbrennerprinzip ein Flüssiggas-Gemisch verbrennt. Es verbrennt zunächst oberhalb der Keramikplatte und sorgt dafür, dass nach kurzer Zeit die gesamte Platte glüht. Danach zieht sich die Flamme in die Bohrungen zurück.

Wegen der großen Energiedichte pro cm^2 Fläche und Stunde ist die Strahlungsleistung dieser Heizstrahler außerordentlich groß. Die Oberflächentemperatur beträgt ca. 800 bis 900 °C. Deshalb befindet

Bild 10-5: Mobiler Heizstrahler an Kleinflasche mit Druckregler und einer Schlauchlänge unter 0,40 m (Sicherheitseinrichtung gegen Flüssiggasaustritt nicht erforderlich)



Bild 10-6: Infrarot-Heizstrahler mit Abgasstutzen



sich am Strahler ein Schutzgitter, welches den Kontakt mit dem vor der Keramikplatte befindlichen Glühgitter verhindert.

Für die Beschäftigten besteht wegen der heißen Flächen des Strahlers Verbrennungsgefahr. Deshalb und wegen der Abgase ist der Betrieb unter beengten Verhältnissen oder in Bauunterkünften nicht zulässig. Darüber hinaus kann durch die gerichtete Strahlung auf in der Nähe befindliche brennbare Gegenstände ein Brand entstehen.

Bei Strahlern, die an der Flasche befestigt sind, besteht zusätzlich die Gefahr des Umfallens der Flasche, wenn diese nicht standsicher aufgestellt ist.

Folgende Ausrüstungsteile müssen mindestens vorhanden sein:

- Druckregler,
- Sicherheitseinrichtung gegen Flüssiggasaustritt,

Hinweis:
Bei Schlauchlängen unter 0,40 m kann die Sicherheitseinrichtung entfallen! Beim Einsatz der Heizstrahler im durchgehenden Betrieb (Tag und Nacht, Wochenenden) müssen auch über Erdgleiche Leckgassicherungen eingesetzt werden!

- Flammenüberwachung (Zündsicherung),
- Hochdruck- oder Mitteldruckschlauch – bei Einsatz der Leckgassicherung doppelwandig und
- Abgasstutzen für den Anschluss des Abgasschlauches.

Heizstrahler ohne Abgasschlauch dürfen nur über Erdgleiche und im Freien sowie in Räumen mit guter natürlicher Be- und Entlüftung betrieben werden.

Für Warmlufterzeuger (Bild 10-7) und Schmelzöfen (Bild 10-8) gelten die gleichen Anforderungen wie für Heizstrahler.

Bild 10-7: Warmlufterzeuger – Gebläseheizgerät



Bild 10-8: Schmelzofen (Kocher-Ofen) mit Vergussmasse-Eimer



10.3 Allgemeine Betriebsbestimmungen

Abweichend vom allgemeinen Verbot dürfen für Bauarbeiten Flüssiggasanlagen (Verbrauchsgeräte nebst den dazugehörigen Flaschen) in Räumen und Bereichen unter Erdgleiche aufgestellt werden, wenn dies aus betriebstechnischen Gründen notwendig ist und natürliche oder technische Lüftung die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre bzw. eines gesundheitsgefährlichen Abgas-Luft-Gemisches oder Sauerstoffmangel verhindert.

Allerdings muss die Flüssiggasanlage unter ständiger Aufsicht stehen (z. B. Aufenthalt von mindestens einer Person in der Nähe der Anlage). Bei Verwendung von Handbrennern ist bereits durch die Art der Arbeitsweise (ständige Beobachtung der Flamme) eine Aufsicht gegeben.

Bei längeren Arbeitsunterbrechungen müssen die Flaschen aus den Räumen und Bereichen unter Erdgleiche entfernt werden, entleerte Behälter sind unverzüglich zu entfernen.

In brandgefährdeten Bereichen dürfen keine Flaschen und Behälter aufgestellt werden.

Für die Aufstellung von Flaschen und Behältern über Erdgleiche ist das in den Abschnitten 3 und 4 Gesagte maßgebend.

In Räumen dürfen Verbrauchseinrichtungen nur mit Abgasführung ins Freie und bei ausreichender Luftmenge betrieben werden. Ausnahmen bestehen bei guter Be- und Entlüftung und wenn der Anteil gesundheitsschädlicher Stoffe in der Atemluft keine unzuträglichen Konzentrationen erreicht.

Vor längeren Arbeitsunterbrechungen müssen außer den Absperreinrichtungen auch die Hauptabsperreinrichtungen geschlossen werden.

In Räumen und Bereichen, in denen mit explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss, dürfen Flüssiggasgeräte nur unter Beachtung des Explosionsschutzes in Betrieb genommen werden.

Für die Verwendung von Flüssiggas in nicht stationären Bauunterkünften müssen die zur Versorgung angeschlossenen Flüssiggasflaschen außerhalb der Innenräume bzw. in nur von außen zugänglichen belüfteten Kästen oder Schränken untergebracht sein (Bild 10-9).

Es dürfen jedoch maximal vier Kleinflaschen (mit je bis zu 11 kg) oder zwei Großflaschen betrieben werden. Ausnahmsweise dürfen eine Kleinflasche als Gebrauchs- und eine als Vorratsflasche auch innerhalb aufgestellt werden, wenn sie in einem geschlossenen Behältnis mit Lüftungsöffnungen ins Freie untergebracht sind. Die Wände müssen feuerhemmend und ohne Öffnung nach innen sein.

Die Flaschen sind bei verfahrbaren Bauunterkünften fest mit ihnen zu verbinden.

An den Flaschen muss ein fest eingestellter Druckregler mit dem der Auslegung der Anlage entsprechenden Anschlussdruck (30 oder 50 mbar) installiert sein.

Bild 10-9: Außen angebrachter Flaschenschrank an einem Baucontainer



Grundsätzlich müssen die Abgase nach außen abgeführt werden. Verbrauchseinrichtungen mit einem Anschlusswert von mehr als 50 g/h (außer Kochgeräte mit offener Flamme) sind so anzuschließen und aufzustellen, dass die Verbrennungsluft ausschließlich aus dem Freien entnommen wird und die Abgase unmittelbar ins Freie steigend abgeführt werden (Bild 10-10).

Bei Anschlusswerten unter 50 g/h muss wenigstens eine unverschließbare Lüftungsöffnung von mindestens 10 cm^2 Querschnitt in der Nähe der Verbrauchseinrichtung vorhanden sein.

Der Einsatz von mobilen Heizgeräten innerhalb von Bauunterkünften ist nicht zulässig.

Bild 10-10: Baucontainer mit Lüftungs- und Abgasöffnung für Gas-Beheizung



10.4 Besondere Betriebsbestimmungen

10.4.1 Durchgehender Betrieb

Besonders in den Wintermonaten ist es häufig erforderlich, die Beheizung oder Austrocknung von Räumen auf Baustellen Tag und Nacht sowie an Wochenenden und Feiertagen durchzuführen, ohne dass gleichzeitig Beschäftigte anwesend sind. Abweichend von der sonst üblichen Regelung darf dieser durchgehende Betrieb auch ohne ständige Aufsicht vorgenommen werden, und zwar unter folgenden Bedingungen:

1. Die Druckgasbehälter müssen über Erdgleiche aufgestellt sein.
2. Die Flüssiggasschlauchleitungen müssen über eine Leckgassicherung angeschlossen sein.
3. Die Flüssiggasanlage muss von einem Beschäftigten, der vom Unternehmer hierzu beauftragt ist, täglich mindestens einmal geprüft werden, insbesondere hinsichtlich
   - der Aufstellung der Flüssiggasbehälter,
   - der Verlegung des Anschlusses und der Dichtigkeit der Leitungen sowie
   - der Aufstellung der Verbrauchseinrichtungen.
4. In Räumen unter Erdgleiche dürfen nur Heizgeräte mit Gebläse verwendet werden. Nicht mit Flüssiggas betriebene Heizgeräte sind in Räumen unter Erdgleiche vorzuziehen.

10.4.2 Verwendung von Flüssiggas in Schiffsräumen auf Werften

Gelegentlich werden flüssiggasbetriebene Geräte (Handbrenner, Heizgeräte und dergleichen) auch innerhalb von Schiffsräumen auf Werften, z. B. von Fremdfirmen, eingesetzt. Dabei können spezielle Gefährdungen bestehen, weil insbesondere

- die verschiedenen Ebenen eines Schiffes bzw. Schiffsteiles durch Öffnungen miteinander verbunden sind,
- nicht alle Räume ausreichend durchlüftet sind,
- eine Vielzahl von Tätigkeiten gleichzeitig stattfinden kann,
- eine Vielzahl von Tätigkeiten mit Zündgefahren verbunden sein kann und
- Tätigkeiten von unterschiedlichen Firmen ausgeführt werden können und die gegenseitige Gefährdung nur schwer durch Koordination zu beherrschen ist.

Um den speziellen Gefährdungen im Einzelfall Rechnung zu tragen, sind eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und unter Beachtung des geltenden Arbeitsschutzrechtes Schutzmaßnahmen schriftlich festzulegen und deren Durchführung und Wirksamkeit zu kontrollieren.

Nach dem Gefahrstoffrecht sind auch ein Erlaubnisschein und eine Betriebsanweisung erforderlich, in denen festzulegen ist:

- die erforderlichen Arbeitsmittel,
- die Maßnahmen für die Erste Hilfe und sonstige Notfälle,
- die Beaufsichtigung und Leitung der Arbeiten durch eine verantwortliche Person,
- der Beginn und das Ende der Arbeiten mit Flüssiggas im Schiffskörper bzw. Schiffbauteil und
- die Maßnahmen zum Entfernen der Flüssiggasanlage aus dem Schiffskörper bzw. dem Schiffsbauteil bei Pausen sowie Arbeits- und Schichtende.

Die verantwortliche Person hat insbesondere dafür zu sorgen, dass

- mit den Arbeiten erst begonnen wird, wenn die festgelegten Maßnahmen durchgeführt und beim Einsatz von Fremdfirmen die Arbeiten beim Koordinator angemeldet sind

  und
- nach Beendigung der Arbeiten die Arbeitsstelle geräumt ist und bei Einsatz von Fremdfirmen die Arbeiten beim Koordinator abgemeldet worden sind.

11 Flüssiggas in Gießereien

In Gießereien wird Flüssiggas gelegentlich eingesetzt zum

- Arbeiten mit Handbrennern beim Trocknen, Abbrennen oder Vorwärmen (vor dem Gießen) von Kernen und Formen sowie beim Trocknen von Gießpfannen und anderen feuerfesten Auskleidungen

  und

- Beheizen von Warmhalte-, Schmelz- und Trockenöfen beim Anwärmen von Druckgussformen und Schmelztiegeln, Warmhalten von Straßentransportbehältern, Trocknen von Ausmauerungen.

Als Handbrenner werden Luftansaugbrenner, z. B. Lötbrenner oder so genannte Bauhandbrenner, eingesetzt.

Die Ausrüstung der Handbrenner ergibt sich entsprechend den Ausführungen in vorherigen Abschnitten, wobei für Gießereien das Vorhandensein von besonderen thermischen und mechanischen Beanspruchungen zugrunde gelegt werden muss.

Insbesondere müssen vorhanden sein:

- Druckregler an der Flüssiggasflasche,
- Schlauchbruchsicherung (über Erdgleiche) bzw. Leckgassicherung (unter Erdgleiche),
- Hochdruckschlauch mit mindestens 5 mm Wanddicke,
- Flammenkleinstelleinrichtung

  und

- Ablage- oder Aufhängevorrichtung.

Beim Arbeiten mit den Handbrennern ist in Gießereien zusätzlich zu beachten:

- Gasschläuche so verlegen, dass keine Stolpergefahr besteht.
- Gasschläuche so verlegen und sichern, dass sie gegen thermische und mechanische Beanspruchungen geschützt sind.
- Andere Personen dürfen durch das Arbeiten mit den Handbrennern nicht gefährdet werden.

Darüber hinaus ist beim Arbeiten an Kernen und Formen zu beachten:

- Im Umkreis von 3 m dürfen keine brennbaren Form- und Kernlacke aufgetragen (mit Pinsel oder durch Fluten) oder umgefüllt werden. Arbeitsgefäße mit brennbaren Formlacken dürfen dort nicht vorhanden sein.
- Im Umkreis von 5 m darf mit brennbaren Formlacken nicht gespritzt werden.
- In den Boden eingeformte Formen müssen so belüftet werden, dass sich in ihnen keine brennbaren oder explosionsfähigen Gase bzw. Gasgemische ansammeln können.
- In der Nähe müssen ein Feuerlöschgerät sowie eine Löschdecke oder Löschbrause vorhanden sein.

Werden Öfen mit Flüssiggas betrieben, sind neben den Sicherheitseinrichtungen nach Abschnitt 8.2 (Flammenüberwachungen, Gasmangelsicherungen) weitere gastechnische Sicherheitsanforderungen zu beachten, die insbesondere in Abhängigkeit vom Ofentyp aus folgenden Regelwerken entnommen werden können:

- Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34)

  sowie

- Technische Regeln Flüssiggas (TRF), DVGW-Arbeitsblätter (z. B. DVGW-Arbeitsblatt G 610 „Gasfeuerungen an Industrieöfen“) und Normen (z. B. für Rohrleitungen usw.).

12 Fahrzeuge mit Treibgas-Antrieb für den innerbetrieblichen Verkehr

12.1 Allgemeines

Treibgasantriebe von Fahrzeugen sind Otto-Verbrennungsmotoren, denen als Kraftstoff Treibgas zugeführt wird.

Im innerbetrieblichen Bereich werden diese Antriebe z. B. an Gabelstaplern verwendet (Bild 12-1).

Der Anteil an treibgasbetriebenen Gabelstaplern dürfte bei ca. 10 bis 15 % liegen.

Um auch hier eine unbeabsichtigte Freisetzung von Flüssiggas (Treibgas) zu verhindern, müssen folgende Schutzziele vorrangig verwirklicht sein:

- Einsatz geeigneter Bauteile gemäß den gestellten Anforderungen (Schläuche, Leitungen, Verdampfer/Druckregler u. a.),
- Schutz der Bauteile gegen mechanische Einwirkungen, insbesondere durch Anordnung innerhalb der äußeren Begrenzung eines Fahrzeuges,
- Schutz der Bauteile gegen dynamische Einwirkungen (z. B. durch Fahrbeanspruchungen),

Bild 12-1: Treibgas-Stapler mit Versorgung aus Treibgasflasche (Quelle: Jungheinrich)



- Schutz der Bauteile gegen unzulässige Erwärmung (z. B. durch Motor- oder Abgaswärme)

  und

- Schutz der Treibgastanks gegen Überfüllung und während des Betankens.

Einige schwere Unfälle im Zusammenhang mit Flüssiggas-Antrieben an kraftbetriebenen Flurförderzeugen wurden verursacht durch

- Verwechseln von Treibgasflaschen mit Brenngasflaschen,
- Startversuche (bei Startschwierigkeiten) nach Betätigen des Kaltstartknopfes am Verdampfer/Druckregler in Verbindung mit ungeeigneten bzw. beschädigten Druckreglern,
- falsche Bedienung bzw. fehlerhafte oder undichte Verbindung zwischen Füllpistole und Füllventil beim Betanken von Treibgastanks

  sowie

- Kälteverbrennungen an der Hand infolge Nichtbenutzung von Schutzhandschuhen beim Bedienen einer Treibgastankstelle.

12.2 Begriffe

Im Zusammenhang mit dem Treibgas-Antrieb sollen zunächst folgende Begriffe erläutert werden:

Flüssiggas/Brenngas/Treibgas

Je nach dem Verwendungszweck von Flüssiggas unterscheidet man begrifflich Brenngas und Treibgas. Es handelt sich jedoch in der Zusammensetzung um das gleiche Flüssiggas.

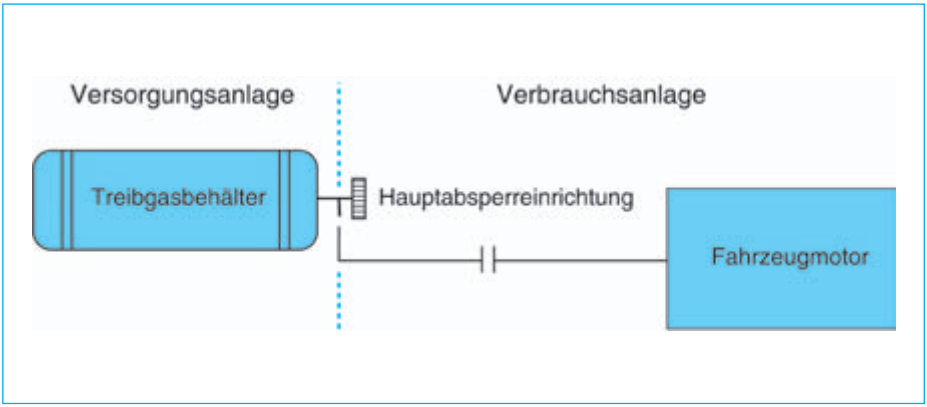
Brenngas dient zur Wärmeerzeugung; Treibgas ist mit Mineralölsteuer belegt und wird als Kraftstoff zum Antrieb von Verbrennungsmotoren genutzt.

In der Bundesrepublik Deutschland enthält Treibgas überwiegend Propan (min-

Bild 12-2: Mögliche Zusammensetzung eines Treibgases für Gabelstapler nach DIN 51622

Komponenten	Anteil
Ethan	0,5 Gew.-%
Propan	95,5 Gew.-%
Propen	2,5 Gew.-%
i-Butan	0,9 Gew.-%
n-Butan	0,6 Gew.-%
Schwefelwasserstoff	nicht nachweisbar
Elementarschwefel	nicht nachweisbar
Kohlenoxysulfid-Schwefel + Elementarschwefel	1 mg/kg

Bild 12-3: Treibgasanlage



destens 95 Gew.-%), da es gegenüber Butan die wesentlich günstigeren Kraftstoffeigenschaften (z. B. Verdampfungsverhalten, Oktanzahl) besitzt.

Treibgasanlage

Hierunter versteht man die Gesamtheit der Anlagenteile.

Versorgungsanlage

Die Versorgungsanlage besteht aus dem Treibgasbehälter mit seinen Armaturen. Das Behälter-Entnahmeventil stellt hier gleichzeitig die Absperreinrichtung dar.
Hinter dem Entnahmeventil folgt die Verbrauchsanlage.

Treibgasbehälter

Der Treibgasbehälter enthält das Treibgas. Dabei unterscheidet man zwischen einem Wechselflaschensystem mit Treibgasflaschen und einem Tanksystem mit einem Treibgastank.

Verbrauchsanlage

Die Verbrauchsanlage besteht aus einem Verbrennungsmotor und den treibgasspezifischen Anlagenteilen, die zur Herstellung eines brennfertigen Gas-Luft-Gemisches notwendig sind.

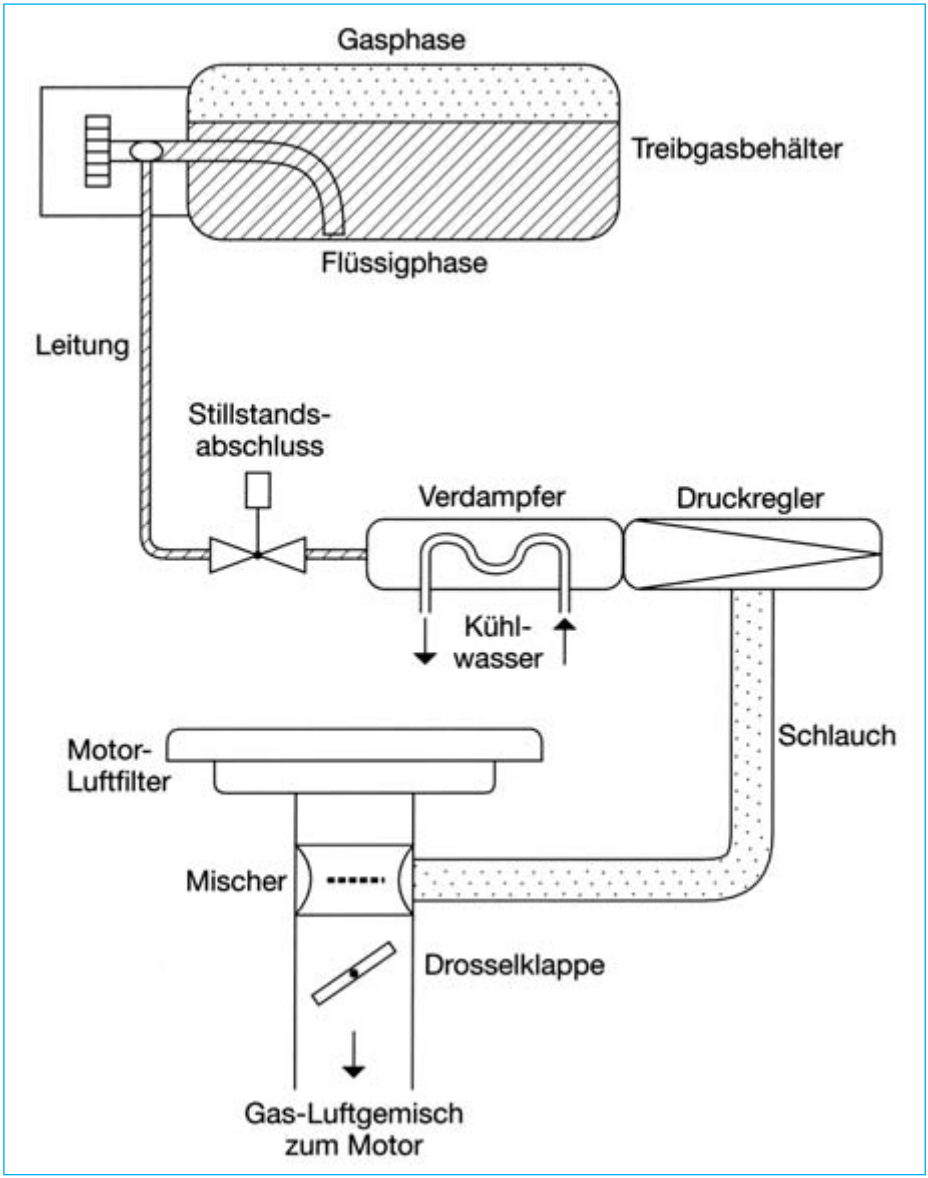
Treibgastankstellen

Treibgastankstellen sind Anlagen zum Befüllen von Treibgastanks, bestehend aus der Füllanlage und einem ortsfesten Lagerbehälter.

12.3 Bauteile des Treibgas-Antriebes

Das besondere Merkmal von Treibgasanlagen für Gabelstapler stellt die Entnahme des Treibgases aus den Behältern aus der Flüssigphase dar.

Bild 12-4: Prinzipskizze einer Treibgasanlage



12.3.1 Versorgungsanlage

Treibgasflasche

Werden 11-kg-Treibgasflaschen aus Stahl (Bild 12-5) im Wechselflaschensystem verwendet, sind gegenüber der Brenngasflasche folgende Besonderheiten zu beachten:

- Zum Schutz des Ventils ist die Flasche mit einem 270°-Kragen in der hohen Ausführung ausgerüstet.
- Das Entnahmeventil ist mit einem gebogenen Tauchrohr ausgerüstet, denn die Flasche ist zur Entnahme in liegendem Zustand vorgesehen (Bild 12-6). Bei diesen Flaschen muss die Kragenöffnung bzw. der Anschluss des Entnahmeventils nach unten weisen.
- Das Entnahmeventil beinhaltet ein Rohrbruchventil, welches bei Abreißen des Ventils oder Schlauches eine Sicherung gegen Ausströmen des Flascheninhaltes darstellt.



Bild 12-5: 11-kg-Treibgasflasche mit Schutzkragen für Treibgas-Stapler

- Die Entnahme erfolgt bei Treibgasflaschen aus der Flüssigphase.

Hinweis:

Das Entnahmeventil der Treibgasflasche ist mit dem Entnahmeventil der 33-kg-Großflasche identisch. Das Entnahmeventil einer 11-kg-Brenngasflasche verfügt über einen anderen Dichtungsanschluss.

Wird versehentlich anstelle der Treibgasflasche eine 11-kg-Brenngasflasche an die Treibgasanlage angeschlossen, ist eine gasdichte Verbindung nicht möglich. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr!

Außerdem kann es zum Abriss von Ventilteilen kommen.



Bild 12-6: Aufgeschnittene Treibgasflasche mit gebogenem Tauchrohr zur Entnahme aus der Flüssigphase

Treibgastank

Der Treibgastank ist ein Behälter mit einem Nenninhalt von gleich oder kleiner 200 l, der durch die Tankhalterung mit dem Fahrzeug fest verbunden ist und an einer Treibgastankstelle immer wieder volumetrisch gefüllt werden kann.

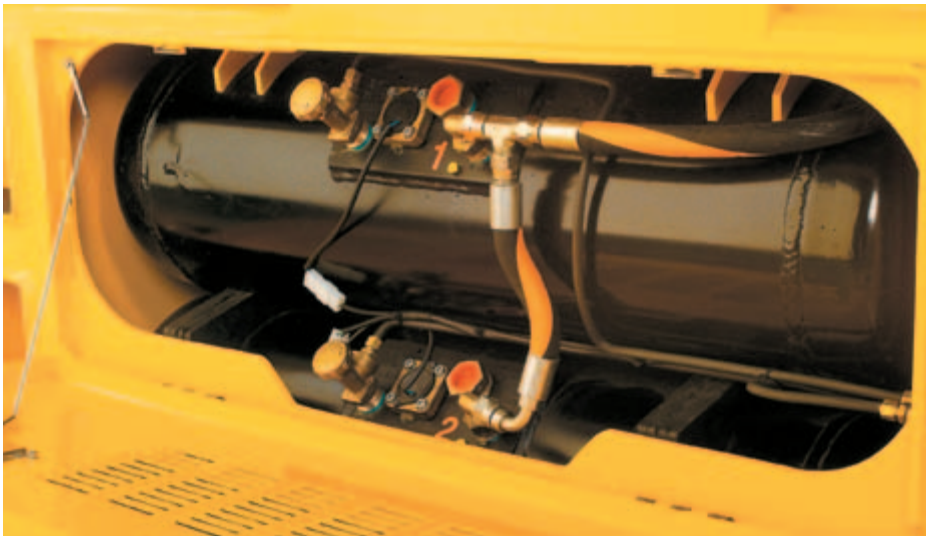
Anforderungen bezüglich Bau, Ausrüstung, Betrieb usw. sind in der TRG 380 „Treibgastanks“ beschrieben. Unterschieden wird zwischen den Bauformen Treibgasbehälter (TB) (Bild 12-7) und Tankflasche (TF) (Bild 12-8).

Die wenig gebräuchliche Tankflasche muss wie ein sonst üblicher Tankbehälter durch eine Tankhalterung fest mit dem Fahrzeug verbunden sein.

Bild 12-8: Tankflasche (TF)



Bild 12-7: Im Fahrzeug fest eingebaute Tankbehälter (TB) – (Quelle: Jungheinrich)



12.3.2 Verbrauchsanlage

Die typischen Anlagenteile der Verbrauchsanlage sind aus der Prinzipskizze zu ersehen. Folgende wesentliche Punkte sind zu beachten:
Erschütterungsfreie Leitungsabschnitte müssen aus Kupferrohr oder nahtlosem Präzisionsstahlrohr hergestellt sein. Übergangsabschnitte zwischen Rahmen und Motor sowie der Schlauchleitungsabschnitt am Wechselflaschenanschluss (Flaschenventilanschluss) müssen als Hochdruckschlauch (gekennzeichnet, Druckklasse 30 bar, feste Einbindung der Anschlussarmaturen) ausgeführt und für Flüssiggas zugelassen sein.

Bild 12-9: Sicher befestigte und angeschlossene Treibgasflasche (Quelle: Jungheinrich)



Die Schläuche müssen so kurz wie möglich sein und einen Mindestabstand zu Auspuffteilen von 100 mm haben. Andernfalls muss eine zusätzliche Abschirmung angebaut sein.

Es ist ein Stillstandsabschluss erforderlich, um die Treibgaszufuhr zum Verdampfer bei stehendem Motor abzusperren. Zumeist sind dies Magnetventile, die mit dem Zündstrom geschaltet werden.

Das Treibgas wird im Verdampfer vom flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt und im direkt nachgeschalteten Druckregler auf Verbrauchsdruck herabgesetzt. Die flexiblen Verbindungen zwischen Druckregler und Mischer müssen als Mitteldruckschlauch (gekennzeichnet, Druckklasse 6 bar, Befestigung mit Schlauchschellen möglich) ausgeführt und für Flüssiggas zugelassen sein.

Das brennfertige Gas-Luft-Gemisch wird im Mischer erzeugt. Da der Treibgasmotor zur vollkommenen Verbrennung viel Luft braucht, werden leistungsfähige Luftfilter benötigt.

Achtung:
In der Vergangenheit haben sich an Gabelstaplern mit Treibgasantrieb mehrere schwere Explosionen und Brände ereignet. Die Folge waren Tote, Schwerverletzte und hohe Sachschäden. Den Unfällen vorausgegangen

waren zumeist Startschwierigkeiten mit wiederholten Startversuchen bei gleichzeitiger Betätigung des im Motorraum am Verdampfer-Druckregler befindlichen „Choke- bzw. Kaltstartknopfes“. Die Verdampfer-Druckregler werden heute in verbesserter Bauart und mit abgedecktem Choke-Knopf eingebaut (Bild 12-10).

Folgen waren Explosionen und Brände, die laut Unfalluntersuchungen auf Gasleckagen im Motorraum im Bereich der Verdampfer-Druckregler zurückzuführen waren. Der Gasaustritt wurde durch beschädigte Bauteile des Reglers (z. B. Membrane) verursacht.

Um derartige Unfälle auch in Zukunft zu verhindern, müssen folgende Maßnahmen an Treibgasstaplern umgesetzt werden:

a) Die Gabelstaplerfahrer sind über das Verhalten bei Startschwierigkeiten zu unterweisen. Dazu gehört die Aufforderung, den Stapler bei eventuell auftretenden Störungen an der Treibgasanlage außer Betrieb zu nehmen, bis die Ursache geklärt und der Mangel behoben wurde. Dieser Punkt ist in der Betriebsanweisung aufzunehmen (siehe Abschnitt 16 „Betriebsanweisungen“).

b) Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Treibgasanlage gemäß Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) durch einen Sachkundigen wiederkehrend geprüft wird (siehe Abschnitt 15 „Prüfungen“).

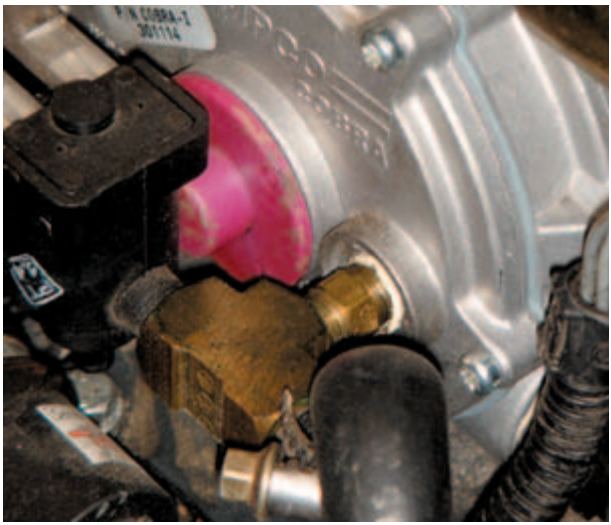


Bild 12-10: Verbesserter Verdampfer-Druckregler mit Abdeckung auf Choke-Knopf

12.4 Flaschenwechsel, Füllen von Treibgastanks

12.4.1 Flaschenwechsel

Treibgasflaschen dürfen nur im Freien über Erdgleiche und erst nach Schließen des Flaschenventils gewechselt werden.

Häufig werden die Flaschen nicht ganz leer gefahren. Im Anschlussschlauch kann sich noch flüssiges Treibgas befinden. Das wird verhindert, wenn das Flaschenventil geschlossen und die Treibgasanlage mit weiterlaufendem Motor geleert wird. Sonst kann flüssiges Treibgas beim Flaschenwechsel freigesetzt werden. Um so mögliche Kälteverbrennungen zu vermeiden, müssen beim Flaschenwechsel Schutzhandschuhe aus Leder getragen werden.

Beim Anschluss der neuen Flasche ist zu prüfen, ob die Dichtung im Wechselflaschenanschluss vorhanden und unbeschädigt ist (Bild 12-11).

Brenngasflaschen dürfen nicht anstelle von Treibgasflaschen angeschlossen werden. Da die Anschlüsse bezogen auf ihren Dichtmechanismus nicht kompatibel sind, ist das Anschrauben der Überwurfmutter zwar möglich, eine gasdichte Verbindung erfolgt jedoch nicht. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr. Außerdem kann es zum Abriss von Ventilteilen kommen.

Die Treibgasflasche muss auf dem Fahrzeug liegend mit der Kragenöffnung nach unten befestigt werden. Nur so kann die Flasche vollständig entleert werden. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung folgt in Abschnitt 16.



Bild 12-11: Anschluss einer Treibgasflasche mit Dichtung im Wechselflaschenanschluss

12.4.2 Füllen von Treibgastanks

Um stets einen sicheren Füllbetrieb zu gewährleisten, sind grundsätzlich eine Betriebsanweisung (Füllanweisung) aufzustellen, die Füllanlage gegen unbefugte Benutzung zu sichern und nur unterwiesene Personen mit der Füllung zu beauftragen. Darüber hinaus ist das Rauchen an der Treibgastankstelle zu untersagen.

Wichtig ist auch, dass das Fahrzeug vor Beginn des Füllvorganges gegen Wegrollen gesichert und der Motor abgestellt ist. Während des Füllvorganges müssen Lederhandschuhe benutzt werden (Bild 12-12).

Weitere wichtige Hinweise über das sichere Füllen von Treibgastanks können der TRG 404 „Anlagen zum Füllen von Treibgastanks – Flüssiggastankstellen“ entnommen werden. In dieser TRG sind auch das Errichten und der Betrieb von Flüssiggastankstellen geregelt. Des Weiteren sind dort auch Muster von Füllanweisungen enthalten.

12.5 Betrieb in Räumen

Trotz an sich sauberer Verbrennung bei Treibgasmotoren können beim Betrieb eines Gabelstaplers in ganz oder teilweise geschlossenen Räumen bei ungünstigen Verhältnissen die Abgasemissionen kritisch werden.

Entscheidender Schadstoff hierbei ist CO (Kohlenmonoxid).

Bild 12-12: Betankung eines Treibgasfahrzeuges, geschützt mit Lederhandschuhen



Mit Treibgas betriebene Motoren müssen in Hinblick auf den Schadstoff-Gehalt im Abgas auf den erreichbaren niedrigsten Wert gebracht werden. Dieser kann angenommen werden, wenn der CO-Gehalt der Abgase 0,1 Vol.-% nicht übersteigt.

Entscheidend für die Abgasemissionen und für einen Einsatz in Räumen sind folgende Faktoren:

- Regelmäßige Wartung der Treibgasanlage.
- Mindestens halbjährliche Prüfung und ggf. Korrektur des CO-Gehaltes.
- Für eine vollkommene Verbrennung muss genügend Luft-Sauerstoff zur Verfügung stehen, d. h. ausreichende Luftmengenzufuhr und sauberer Motor-Luftfilter.
- Raumgröße und Luftwechselrate müssen gewährleisten, dass die Abgase ausreichend verdünnt werden. In normalen Räumen ohne tote Ecken und ohne Verwendung von Gefahrstoffen muss deshalb mindestens ein dreifacher stündlicher Luftwechsel vorliegen.
- Durch Einbau eines Drei-Wege-Katalysators in Verbindung mit einer geregelten Treibgasanlage lassen sich die Abgaswerte weiter verbessern.

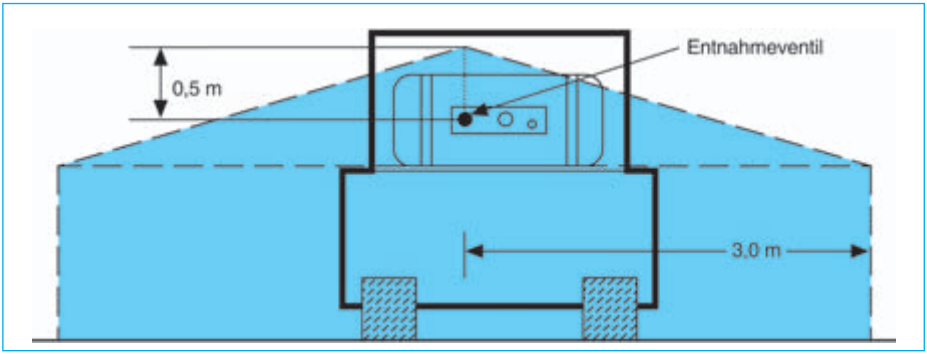
Achtung:

Soll der Einsatz von treibgasbetriebenen Gabelstaplern unter Erdgleiche erfolgen, müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, die in der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) beschrieben sind.

12.6 Abstellen von Fahrzeugen

Das Abstellen von treibgasbetriebenen Fahrzeugen in Räumen und im Freien ist nur über Erdgleiche erlaubt. Dabei muss ein Schutzbereich um den Treibgasbehälter eingehalten werden (Bild 12-13).

Bild 12-13: Schutzbereich beim Abstellen von treibgasbetriebenen Fahrzeugen



Kelleröffnungen, Gruben und dergleichen dürfen sich wegen der Eigenschaften von Flüssiggas nur in entsprechend ausreichendem Abstand befinden.

Beim Abstellen ist grundsätzlich das Flaschenventil zu schließen, soweit keine selbsttätig wirkende Absperreinrichtung vorhanden ist (z. B. elektromagnetisches Entnahmeventil, wie es für nach StVZO zugelassene Fahrzeuge vorgeschrieben ist).

Beim Abstellen in Garagen, Einstellräumen, Lagerräumen oder auch Arbeitsräumen ist auf gute Be- und Entlüftung zu achten. Dies kann als gegeben angesehen werden, wenn z. B. zwei gegenüberliegende Lüftungsöffnungen vorhanden sind, die eine ständige natürliche Querlüftung ermöglichen, wobei eine Öffnung in Bodennähe angeordnet sein soll.

Das Abstellen von treibgasbetriebenen Fahrzeugen zu Instandhaltungsarbeiten in Werkstätten ist in der BG-Regel „Fahrzeug-Instandhaltung“ (BGR 157) beschrieben.

13 Flüssiggas aus Gaskartuschen

Gaskartuschen sind Einwegbehälter. Sie werden vom Hersteller einmalig befüllt und sind nach der Entleerung nicht wieder befüllbar. Nach der Produktnorm EN 417 werden Gaskartuschen unterschieden in Kartuschen mit Entnahmeventil und Kartuschen ohne Entnahmeventil (Bild 13-1). Für die Kartusche ohne Entnahmeventil ist auch die Bezeichnung „Anstechkartusche“ gebräuchlich. Für Kartuschen mit Entnahmeventil ist die Verkaufsbezeichnung „Ventilkartusche“ üblich.

Der wesentliche Unterschied im Gebrauch besteht darin, dass die Anstechkartusche nach dem Einsetzen in ein Verbrauchsgerät bis zur vollständigen Entleerung im Gerät verbleiben muss. Bei einer vorzeitigen Trennung vom Verbrauchsgerät entweicht das in der Anstechkartusche befindliche Gas sofort durch die nicht wieder verschließbare Einstichöffnung. Kartuschen mit Entnahmeventil können dagegen auch teilentleert vom Verbrauchsgerät getrennt werden. Das Ventil in der Kartusche schließt sich bei der Trennung vom Verbrauchsgerät selbsttätig. Damit ist ihr Einsatz flexibler und auch sicherer.

Bild 13-1: Formen von Gaskartuschen



Beim Umgang mit Gaskartuschen sind spezifische Gefährdungen zu betrachten:

- Flüssiggas dehnt sich bei Wärmeeinwirkung stark aus. In geschlossenen Behältern ohne Überdruckventil, z. B. Kartuschen, kann eine Überhitzung zum Bersten der Kartusche und damit zur schlagartigen Freisetzung des überhitzten Flüssiggases führen. Auf diese Weise wurden schwere Unfälle verursacht.
- Gaskartuschen sind dünnwandige Einwegbehälter, welche durch ihre Bauart bedingt nur begrenzten mechanischen Beanspruchungen widerstehen. Unter rauen Bedingungen ist z. B. durch Schlag oder Stoß mit der Beschädigung der Kartusche oder der Verbindung zwischen Kartusche und Verbrauchsgerät zu rechnen. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr.
- Gaskartuschen stehen während der Gasentnahme nicht wie eine Flüssiggasflasche in aufrechter Position.

Ihre Lage wird z. B. bei Lötarbeiten durch den Benutzer ständig verändert (Bild 13-2). Bei der Verwendung von Gaskartuschen kann so lageabhängig auch flüssige Phase in das Verbrauchsgerät gelangen. Abhängig von der Konstruktion des Verbrauchsgerätes können Stichflammen auftreten. Es besteht Verbrennungs- und Brandgefahr.

- Anstechkartuschen haben häufig eine reine Butanfüllung. Die Siedetemperatur beträgt 0 °C bei Atmosphärendruck. Bei kalter Witterung ist eine Entnahme oft nicht möglich oder kommt wegen Unterkühlung schnell zum Erliegen.

Bild 13-2: Lötbrenner mit Einwegkartusche



Es besteht die Gefahr, dass angestochene, teilentleerte Kartuschen versehentlich vom Verbrauchsgerät getrennt werden und das Gas dann aus der offenen Kartusche entweicht.

- Bei Kartuschen ohne Entnahmeventil verhindert nach der Verbindung mit dem Verbrauchsgerät eine spezielle Gummidichtung das Entweichen von Flüssiggas. Sitzt diese Dichtung nicht richtig, ist sie beschädigt oder liegt wegen starker Verschmutzung nicht dicht an, kann es zum Gasaustritt kommen. Eine wirksame Dichtheitsprüfung ist aufgrund der Konstruktion im allgemeinen Gebrauch kaum durchzuführen, weil der Bereich der Dichtung nicht ausreichend zugänglich ist. Bei Transport und Lagerung in geschlossenen Kraftfahrzeugen, Werkzeugkisten, Schränken besteht die Gefahr der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre.

Maßnahmen:

Wegen der besonderen Gefährdungen beim Einsatz von Gaskartuschen ist sorgfältig zu prüfen, ob eine Verwendung ohne vermeidbare Gefährdungen der Beschäftigten möglich ist. Meist ist der Einsatz von Gaskartuschen im gewerblichen Bereich auch wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Insbesondere bei der Verwendung an mobilen Arbeitsplätzen und unter rauen Einsatzbedingungen ist der Einsatz problematisch.

Bei gewerblichen Bauarbeiten ist die Versorgung von Verbrauchsanlagen aus Einwegbehältern aufgrund der in diesem Abschnitt beschriebenen besonderen Gefährdungen verboten!

Gaskartuschen dürfen nicht über 50 °C erwärmt werden. Im Gegensatz zu einer Flüssiggasflasche wird diese Temperatur in einer Kartusche in einem in der Sonne stehenden Fahrzeug schnell erreicht. Kartuschen dürfen nicht ungeschützt der Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Auch bei Arbeiten im Freien ist das mitunter schwer zu verhindern.

Die sichere Entnahme aus der Gasphase ist nur in aufrechter Lage der Kartusche möglich. Bei z. B. Überkopfarbeit oder Arbeiten an schwer zugänglichen Stellen wird die Kartusche zwangsläufig auch gekippt oder auf den Kopf gedreht. Das Gas wird dann flüssig durch das Entnahmeventil oder die Einstichstelle gedrückt.

Für derartige Tätigkeiten geeignet sind z. B. Handwerkerkleinstflaschen, die sicher aufgestellt oder eingehängt mit Schlauchleitungen betrieben werden können.

Weitere wichtige Punkte für den Betreiber sind:

- Von der sonst geltenden Forderung nach Vorhandensein eines Druckreglers sind Einwegkartuschen ausgenommen.
- Nach Einsetzen der Einwegkartusche müssen die Sicherheitshinweise noch lesbar sein: „Behälter steht unter Druck. Nicht über 50 °C erwärmen. Nicht gewaltsam öffnen und verbrennen. Vor Sonnenbestrahlung schützen. Brennbar.“
- Auf jeder Einwegkartusche muss eine Gebrauchsanweisung aufgebracht sein.
- Nach jeder Benutzung muss das Gerät auf geschlossenes Ventil der Entnahmeeinrichtung, Dichtheit und äußerlich erkennbare Mängel geprüft werden.
- Einwegkartuschen mit eingesetzten Brennern dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche, unbelüfteten Behältnissen (z. B. Schubläden, Werkzeugkästen, Schränke) oder Fahrzeug-Führerhäusern aufbewahrt werden.
- Einwegkartuschen ohne eigenes Entnahmeventil (Anstechkartuschen) dürfen erst ausgewechselt werden, wenn sie vollständig entleert sind. Das Auswechseln darf nicht in der Nähe einer offenen Flamme vorgenommen werden.
- Einwegkartuschen mit eigenem Entnahmeventil müssen, wenn sie teilentleert vom Verbrauchsgerät abgenommen werden, auf Dichtheit geprüft werden.

Fazit:

- Die Versorgung aus Flüssiggasflaschen ist der Versorgung aus Gaskartuschen vorzuziehen.

- Bei der Entscheidung für den Einsatz von Gaskartuschen sind Ventilkartuschen vorzuziehen.
- Für den mobilen Einsatz und den Einsatz unter rauen Einsatzbedingungen sind Gaskartuschen nicht geeignet.
- Bei gewerblichen Bauarbeiten ist die Versorgung aus Gaskartuschen verboten.

Regelungen zu Einwegkartuschen sind in der TRG 301 „Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Druckgaskartuschen, Halterungen und Entnahmeeinrichtungen“, der TRG 300 „Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter – Druckgaspackungen“ sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) enthalten.

14 Brand- und Explosionsschutz bei Flüssiggasanlagen

Beim Umgang mit Flüssiggas muss insbesondere wegen möglicher Undichtheiten mit Brand- und Explosionsgefahren gerechnet werden. Grundsätzlich ist deshalb in Flüssiggas-Lagern verboten:

- Rauchen, Umgang mit brennenden oder glühenden Gegenständen, Umgang mit nicht explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmitteln.
- Abstellen von Kraftfahrzeugen, da sie durch ihre elektrischen Einrichtungen eine Zündgefahr darstellen.
- Zusammenlagern mit explosionsfähigen, brennbaren oder selbstentzündbaren Stoffen.
- Verwendung von Heizkörpern mit Oberflächentemperaturen über 250 °C.
- Verwendung von Handleuchten in nicht ex-geschützter Ausführung.

Im Bereich von Flüssiggas-Lagern müssen geeignete Feuerlöscheinrichtungen in der erforderlichen Anzahl vorhanden sein (Bild 14-1). Sie müssen im Gefahrfall sicher und schnell erreicht werden können, d. h. der beste Platz dürfte im Lager selbst unmittelbar am Zugang oder außerhalb, in unmittelbarer Nähe des Zuganges sein.

Siehe auch BG-Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (BGR 133).

Verbrauchseinrichtungen sollen grundsätzlich nicht in Bereichen mit Brand- und Explosionsgefahren betrieben werden.

Bereiche mit Brandgefahren sind z. B. solche, in denen brennbare Stoffe vorhanden sind (Isolierstoffe, Dachpappe, Bitumen, Fette, Öle, Farben, brennbare Flüssigkeiten, Textilien, Packmaterial, Holz, Holzwolle, Staubablagerungen).

Explosionsgefährdete Bereiche sind solche, in denen aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann (siehe auch BG-Regel „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ [BGR 104]). Vor dem Einsatz von Flüssiggas-Verbrauchseinrichtungen in solchen Bereichen ist sicherzustellen, dass das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre für die Zeit des Einsatzes sicher ausgeschlossen ist.

Lässt sich die Brandgefahr aus baulichen oder betriebstechnischen Gründen nicht

Bild 14-1: Pulverlöscher, für das Löschen von Flüssiggasbränden geeignet



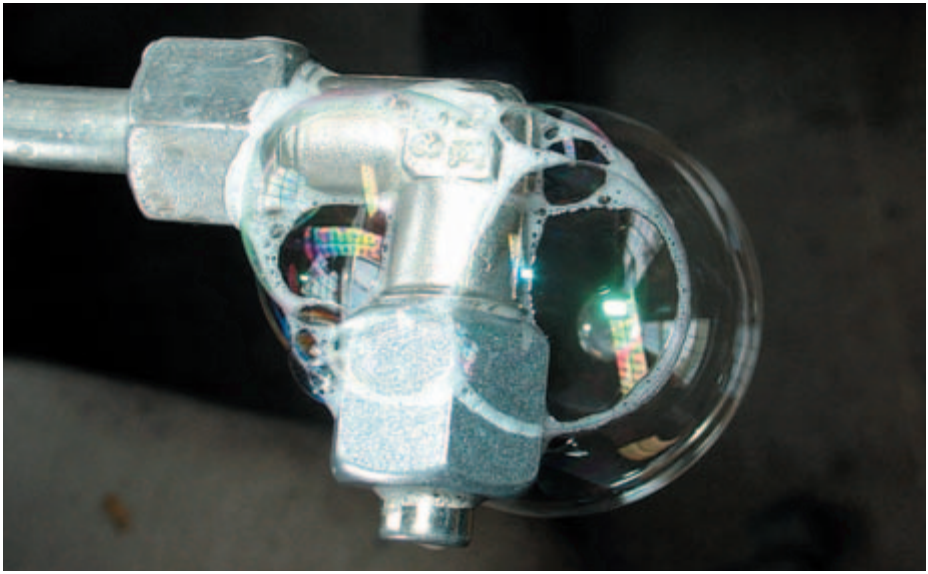
restlos beseitigen, müssen die Sicherheitsmaßnahmen für den Einzelfall in einer Betriebsanweisung festgelegt werden.

Hierzu gehören z. B.:

- Fernhalten brennbarer Stoffe und Gegenstände von den Verbrauchseinrichtungen,
- Abschirmen oder Abdecken verbleibender Gegenstände oder Stoffe vor Beginn der Arbeiten,
- Aufstellen von Verbrauchseinrichtungen auf nicht brennbaren Unterlagen,
- Kontrolle der brandgefährdeten Bereiche und ihrer Umgebung nach Durchführung der Arbeiten,
- Festlegen der Flucht- und Rettungswege,
- Abdichten von Öffnungen im gefährdeten Bereich und
- Bereithalten geeigneter Feuerlöscheinrichtungen (Pulverlöscher).

Werden Undichtheiten an Behältern, Armaturen, Leitungen und Verbrauchsgeräten festgestellt, sind diese sofort zu beheben. Beim Verdacht auf Undichtheiten müssen mögliche Zündgefahren sofort beseitigt werden. Das Aufspüren der verdächtigen Stellen geschieht z. B. durch Abpinseln mit schaumbildenden Mitteln (Seifenwasser u. a.) (Bild 14-2) oder durch geeignete Gasspürgeräte.

Bild 14-2: Durch schaumbildendes Mittel sichtbar gemachte Undichtheit an gasführenden Leitungsteilen



Strömt aus einer Flasche unbeabsichtigt Gas aus, das bereits entzündet ist, muss – solange es noch ohne Gefahr möglich ist – das Flaschenventil geschlossen werden. Gegebenenfalls kann die Flamme mit Hilfe eines Handfeuerlöschers erstickt oder vom ausströmenden Gasstrahl weggeblasen werden.

Im Brandfall sind Flüssiggasflaschen aus dem brandgefährdeten Bereich zu entfernen, weil mit dem Bersten der Flaschen gerechnet werden muss. Ist eine Entfernung nicht möglich, müssen diese durch Kühlen mit Wasser – aus geschützter Stellung – vor zu starker Erhitzung bewahrt werden. Die Feuerwehr ist auf das Vorhandensein von Druckgasflaschen im Brandbereich oder dessen Nähe aufmerksam zu machen.

Gasflaschen die gebrannt haben, örtlich erhitzt oder der Brandhitze ausgesetzt waren, müssen deutlich als „Brandflasche“ gekennzeichnet und an das Füllwerk zurückgegeben werden.

Bezüglich des Brandschutzes bei Autogenarbeiten, wie Flammlöten, Brennschneiden usw., in brandgefährdeten Bereichen wird auf die BG-Information „Gasschweißer“ (BGI 554) verwiesen.

Bild 14-3: Für das Löschen von Gasbränden (Brandklasse C) geeignete und zugelassene Feuerlöscher

Arten von Feuerlöschern	 Feste, glutbildende Stoffe	 Flüssige oder flüssig werdende Stoffe	 Gasförmige Stoffe, auch unter Druck	 Brennbare Metalle (Einsatz nur mit Pulverbrause)
Pulverlöscher mit **ABC**-Löschpulver	●	●	●	—
Pulverlöscher mit **BC**-Löschpulver	—	●	●	—

● = geeignet, — = nicht geeignet

15 Prüfungen

Die Prüfung von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen wird in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt. Der Betreiber hat im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Art, Umfang und Prüffristen festzulegen und die Durchführung entsprechender Prüfungen durch dafür befähigte Personen zu veranlassen.

Bei überwachungsbedürftigen Anlagen werden konkrete Vorgaben zu Art und Umfang der Prüfungen und Prüfstelle gemacht. Der Betreiber hat die Prüffristen mittels einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln. Die ermittelten Prüffristen dürfen die in der Verordnung angegebenen maximal zulässigen Fristen nicht überschreiten.

Die Prüfung ortsbeweglicher Druckgeräte, wie Flüssiggasflaschen, erfolgt nicht nach den Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung, sondern nach Bestimmungen des Gefahrguttransportrechtes. Eine Flüssiggasflasche ist eine Verpackung für das Gefahrgut Flüssiggas.

Für Flüssiggasanlagen die keine überwachungsbedürftigen Anlagen sind, haben sich die in der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) aufgeführten Prüfungen und Prüffristen bewährt und stellen den derzeitigen Stand der Technik dar.

15.1 Versorgungsbehälter

Ortsfeste Druckbehälter mit mehr als 0,5 bar Betriebsüberdruck (überwachungsbedürftige Anlage) unterliegen den Prüfvorschriften der Betriebssicherheitsverordnung sowie deren Anhang 5 nebst den Technischen Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung (TRBS), übergangsweise weiter den Technischen Regeln Druckbehälter (TRB) bzw. Technische Regeln Druckgase (TRG).

Geregelt sind erforderliche Prüfungen vor Inbetriebnahme sowie die wiederkehrenden Prüfungen im Betrieb durch zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) bzw. befähigte Personen. Die Prüffristen ergeben sich aus der Zuordnung des Druckbehälters entsprechend Anhang II der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG und den Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung.

Beispiel:

Oberirdischer Flüssiggastank, Volumen 2 700 l, zur Versorgung einer Heizungsanlage des Betriebes

Bei ortsfesten Flüssiggasbehältern (nicht korrodierend wirkendes Gas), z. B. der Kategorie IV (zulässiger Betriebsdruck mehr als 1 bar, Druckliterprodukt [bar x Liter] über 1 000):

- **Prüfung vor Inbetriebnahme** (Aufstellungsprüfung) durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS). Bei Serienbehältern nach Anhang 5 Nr. 11 (7) Betriebssicherheitsverordnung kann die Prüfung vor Inbetriebnahme durch eine befähigte Person erfolgen.

- Wiederkehrende Prüfungen mindestens
  - alle 2 Jahre **äußere Prüfung** durch befähigte Person
  - alle 5 Jahre **innere Prüfung** durch zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS), bei nicht erdgedeckten Behältern spätestens nach 10 Jahren innere Prüfung oder Ersatzprüfung ohne Besichtigung der inneren Wandung durch ZÜS
  - alle 10 Jahre **Festigkeitsprüfung** durch zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS), entfällt bei Wandungen, die nicht aus hochfesten Feinkorbaustählen bestehen, wenn die Prüfung vor Inbetriebnahme weniger als 10 Jahre zurückliegt oder die innere Prüfung ohne Mängel bestanden wurde.

Prüfungen der ortsfesten Behälter sind vom Betreiber zu veranlassen.

Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter (z. B. Flüssiggasflaschen, auch Kleinstflaschen) unterliegen bezüglich Bau, Ausrüstung und Prüfung der Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte (OrtsDruckV), gemeinsam mit den Bestimmungen des ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße).

- Wiederkehrende Prüfung
  - mindestens alle 10 Jahre

Auch ausschließlich innerbetrieblich genutzte Flüssiggasflaschen müssen diesen Bestimmungen entsprechen.

Die Prüfung der ortsbeweglichen Behälter erfolgt durch eine zugelassene Stelle oder Unternehmensprüfstelle. Das Füllwerk befüllt nur Flüssiggasflaschen, die einen gültigen Prüfnachweis haben. Nach Ablauf der Prüffrist darf eine noch gefüllte Flüssiggasflasche bis zur vollständigen Leerung weiter betrieben werden. Flüssiggasflaschen, bei denen die Prüffrist abgelaufen ist bzw. bei denen der Verdacht auf eine Beschädigung besteht, werden in der Regel durch das Füllwerk der Prüfstelle zugeführt. Kleinstflaschen dürfen vom Betreiber nur gefüllt werden, wenn die Prüffrist nicht verstrichen ist (siehe TRG 402).

Die Angabe über die letztmalige Prüfung wird an Flüssiggasflaschen entweder auf dem Tragegriff oder auf dem oberen Teil der Flasche eingeschlagen oder ist auf einem dafür angebrachten Typenschild angegeben.

Die Prüfungen an Versorgungsbehältern sollen sicherstellen, dass Beschädigungen an den Behältern frühzeitig erkannt werden. Selbstverständlich müssen offensichtlich beschädigte Behälter sofort der weiteren Benutzung entzogen werden.

15.2 Flüssiggasrohrleitungen

Hinsichtlich der Prüfung von Rohrleitungen und deren sicherheitstechnisch erforderlichen Ausrüstungsteilen sind die Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung maßgeblich.

Rohrleitungen mit Betriebsüberdruck über 0,5 bar sind überwachungsbedürftige Anlagen. Ausgenommen sind Rohrleitungen mit einem Nenndurchmesser bis zu DN = 25 mm („Gute Ingenieurpraxis“ nach Art. 3 Abs. 3 Druckgeräterichtlinie).

- **Flüssiggasrohrleitungen** mit maximalen Betriebsüberdrücken über PS = 0,5 bar und **Nenndurchmessern über DN = 25 mm bis zu einem Produkt PS x DN = 2000** müssen vor Inbetriebnahme durch eine befähigte Person geprüft werden und wiederkehrend einer äußeren Prüfung sowie einer Festigkeitsprüfung durch eine befähigte Person unterzogen werden. Die Prüffristen sind mittels einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln.
- **Flüssiggasrohrleitungen** mit maximalen Betriebsüberdrücken über PS = 0,5 bar und **Nenndurchmessern DN > 25 mm und einem Produkt PS x DN > 2000** müssen vor Inbetriebnahme durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) geprüft werden und wiederkehrend einer äußeren Prüfung (mindestens alle 5 Jahre) sowie einer Festigkeitsprüfung (mindestens alle 5 Jahre) durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) unterzogen werden.

In der Praxis sind Rohrleitungen für Flüssiggas meist Teil einer Anlage die Druckbehälter, Armaturen und Leitungen enthält. Die Prüfung der Rohrleitungen erfolgt häufig im Rahmen der Prüfung der Gesamtanlage.

15.3 Verbrauchsanlagen

Flüssiggas-Verbrauchsanlagen sind wiederkehrend durch eine dazu befähigte Person zu prüfen. Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber Art, Umfang und Fristen der Prüfung zu ermitteln und festzulegen. Herstellerinformationen, wie Bedienungsanleitungen, sind dabei zu berücksichtigen. Dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen auch die in der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) aufgeführten Angaben zu Art, Umfang und Prüffristen.

Danach sind Flüssiggasanlagen

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- nach Instandsetzungsarbeiten und Veränderungen, welche die Betriebssicherheit beeinflussen können und
- nach Betriebsunterbrechungen von mehr als einem Jahr

durch einen Sachkundigen auf

- Dichtheit,
- ordnungsgemäße Beschaffenheit,
- Funktion und
- sicherheitsgerechte Aufstellung

zu prüfen. Muster-Prüfbescheinigungen können vom Carl Heymanns Verlag GmbH Köln (siehe Abschnitt 18) bezogen werden.

Sachkundiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Flüssiggasanlagen hat und mit den einschlägigen BG-Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik so weit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand der zu prüfenden Anlage beurteilen kann.

Bei einfachen ortsveränderlichen Flüssiggasanlagen, die aus nicht mehr als einem 33-kg-Druckgasbehälter betrieben werden und aus geprüften Einzelteilen zusammengebaut sind, können diese Prüfungen auch durch eine vom Unternehmen beauftragte geeignete und unterwiesene Person durchgeführt werden. Diese muss mit dem jeweiligen Prüfumfang vertraut sein und die ihr übertragenen Prüfungen zuverlässig durchführen. Hierfür kommen z. B. Aufsichtführende, Maschinenführer und Fahrzeugführer in Betracht.

Im Übrigen müssen wiederkehrende Prüfungen von Verbrauchsanlagen in jedem Fall durch Sachkundige, und zwar mindestens in folgenden Abständen, durchgeführt werden:

- ortsfeste Anlagen alle 4 Jahre
  und
- ortsveränderliche Anlagen alle 2 Jahre.

Über die wiederkehrenden Prüfungen an Verbrauchsanlagen muss anhand von Prüfbescheinigungen ebenfalls ein Nachweis geführt werden. Der Umfang der Prüfungen entspricht der oben aufgeführten Sachkundigenprüfung vor der ersten Inbetriebnahme.

Da insbesondere Schläuche einem schnellen Verschleiß ausgesetzt sind, müssen diese besonders in die Prüfung einbezogen werden. Gegebenenfalls können auch kürzere Prüffristen erforderlich sein.

Die Treibgasflaschen von Fahrzeugen mit Treibgas-Antrieb sind Versorgungsbehälter. Die Prüfung erfolgt wie in Abschnitt 15.1 beschrieben alle 10 Jahre. Fest eingebaute Treibgastanks, z. B. in Baumaschinen oder Flurförderzeugen, sind Druckgeräte nach Druckgeräterichtlinie. Der Betreiber ist für die Durchführung der Prüfungen verantwortlich. Die Prüfung erfolgt nach der Betriebssicherheitsverordnung.

Fahrzeugmotor und Anlagenteile müssen wiederkehrend, und zwar mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen auf

- Dichtheit,
- ordnungsgemäße Beschaffenheit
  und
- Funktion, einschließlich Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen,

geprüft werden.

Zusätzlich muss der Schadstoffgehalt im Abgas wiederkehrend, mindestens halbjährlich, durch einen Sachkundigen geprüft (Prüfen des CO-Gehaltes der Abgase) und auf den erreichbar niedrigsten Wert (0,1 Vol.-% CO im Leerlauf)

eingestellt werden. Das Ergebnis der Prüfung muss in einer Prüfbescheinigung festgehalten werden (siehe Abschnitt 18), die zweckmäßigerweise mit dem Prüfnachweis für das Fahrzeug aufbewahrt wird.

Die wiederkehrenden Prüfungen sind mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen vorzunehmen. Über die Prüfungen muss eine Prüfbescheinigung vorliegen.

Bei mit Flüssiggas betriebenen Brennern der Autogentechnik zum Bearbeiten metallischer Werkstücke werden die oben aufgeführten Prüfungen nicht gefordert. Allerdings müssen Gebrauchsstellenvorlagen mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen auf Sicherheit gegen Gasrücktritt und auf Dichtheit geprüft werden.

Darüber hinaus dürfen Störungen am Brenngerät, die sich nicht durch Abkühlen oder durch Reinigen der Düse mittels der zugehörigen Düsennadel beheben lassen, nur von Sachkundigen behoben werden.

Sind Reparaturen erforderlich, dürfen diese nur von einem Schweißgeräte-Fachmann vorgenommen werden. Wenn dieser Fachmann nicht zur Stelle ist, empfiehlt sich in jedem Fall die Einsendung des Gerätes an das Herstellerwerk oder eine autorisierte Werkstatt.

Als Ersatzteile sollten solche vom Hersteller des Original-Gerätes benutzt werden. Verwendet man andere Teile, muss nach dem Zusammenbau eine Prüfung auf Dichtheit, Saugfähigkeit und bei Brennern für Flüssiggas/Sauerstoff bzw. Flüssiggas/Druckluft auch auf Gasrücktrittsicherheit erfolgen.

16 Betriebsanweisungen

Um Flüssiggasanlagen sicher betreiben zu können, sind neben den technischen Schutzmaßnahmen auch organisatorische Maßnahmen und sicherheitsgerechte Verhaltensweisen der Beschäftigten erforderlich.

Organisatorische Maßnahmen und sicherheitsgerechtes Verhalten dürfen jedoch nicht dem Zufall überlassen bleiben. Insbesondere seltener vorkommende Arbeitsabläufe, z. B. Inbetriebnahme von Anlagen, Außerbetriebsetzung, Verhalten bei Störungen oder im Gefahrfall, müssen im Voraus durchdacht und entsprechend festgelegt sein.

Daher ist durch den Unternehmer, z. B. anhand der Betriebsanleitung des Herstellers, der betreffenden Verbrauchseinrichtung oder anhand anderer Unterlagen, eine Betriebsanweisung in verständlicher Form und Sprache aufzustellen, in der alle für den sicheren Betrieb erforderlichen Angaben enthalten sind.

Insbesondere sollen folgende Angaben enthalten sein über

- Aufstellung,
- Inbetriebnahme,
- Stillsetzung,
- Instandsetzungsarbeiten,
- Verhalten bei Störungen,
- Verhalten bei Gefahrfällen oder Brandfällen,
- erforderliche wiederkehrende Prüfungen,
- sachgemäße Installation,
- erforderliche Schutzmaßnahmen

sowie erforderlichenfalls weitere Angaben für ein gefahrloses Ableiten der Abgase.

Die Betriebsanweisung ist den Beschäftigten bekannt zu machen. Dadurch können auch Unterweisungen der Mitarbeiter erleichtert werden.

Bezüglich der Gestaltung von Betriebsanweisungen wird auf die BG-Information „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ (BGI 578) hingewiesen.

Bild 16-1: Beispiel einer Betriebsanweisung

Firma:
Namen der Firma hier einsetzen

Betriebsanweisung

Nummer:

1. Anwendungsbereich

Flurförderzeuge mit Treibgasantrieb (Gabelstapler) – Austausch von Treibgasflaschen aus Stahl

2. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Treibgas (Flüssiggas) ist hoch entzündlich, farblos, schwerer als Luft und bildet in Vermischung mit der Luft explosionsfähige Atmosphäre.
- Brand-, Verpuffungs- und Explosionsgefahr.
- Bei Hautkontakt besteht Erfrierungsgefahr für die Haut.

3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- **Der Flaschenwechsel ist nur durch unterwiesene Personen durchzuführen.**
- Treibgasflaschen nur im Freien über Erdgleiche und erst nach Schließen des Flaschenventils wechseln.
- Beim Flaschenwechsel Zündung ausstellen, Zündquellen fernhalten und nicht rauchen.
- Beim Flaschenwechsel zum Schutz vor Kälte Handschuhe aus Leder tragen.
- Überwurfmutter vorsichtig und zunächst nur wenig lösen (Linksgewinde), dann vollständig lösen.
- Nur Treibgasflaschen aus Stahl mit 270°-Ventilschutzkragen einbauen.
- Die volle Treibgasflasche **liegend mit der Kragenöffnung nach unten** einbauen, da sonst keine vollständige Entleerung aus der Flüssigphase möglich ist.
- Bei Anschluss der Flasche Vorhandensein und funktionsfähigen Zustand des Dichtringes kontrollieren.
- Überwurfmutter vorsichtig anziehen.
- Dichtheit des Schlauchanschlusses mit schaumbildendem Mittel prüfen.
- Die Schlauchleitung zwischen Gasflasche und Gasanlage darf nicht über die Fahrzeugumrisse hinausragen.
- Absperrventil der Treibgasflasche langsam und vorsichtig öffnen.
- Das Flaschenventil der abgebauten Flasche ist vor Transport und Lagerung auf Dichtheit zu prüfen und mit der Verschlussmutter zu schützen.
- Bestimmungen für Transport und Lagerung von Treibgasflaschen sind zu beachten (BGI 590).

4. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall — Notruf:

Zündquellen vermeiden: Nicht rauchen! Nicht telefonieren! Keine Elektroschalter betätigen! Offene Feuer löschen!

- Bei Gasgeruch oder undichter Anlage sofort Motor abschalten und Flaschenventil im Uhrzeigersinn schließen.
- In Gebäuden Fenster und Türen öffnen, für Lüftung sorgen und Gebäude verlassen.
- Im Freien Gabelstapler verlassen.
- Undichte Flaschen ins Freie an eine ungefährdete Stelle bringen und Gefahrenbereich absichern.
- Bei Hitzeeinwirkung, wenn ohne Gefährdung für Personen möglich, Flaschen mit Wasser kühlen.
- **Im Brandfall Feuerwehr benachrichtigen und auf das Vorhandensein von Flüssiggasflaschen hinweisen!**

5. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe — Notruf:

- Mit Flüssiggas durchtränkte Kleidung sofort und außerhalb des Bereiches von Zündquellen entfernen.
- Brennende Personen mit Löschdecke oder anderen Löschmitteln löschen.
- Unfallstelle sichern.
- Ersthelfer rufen, Notruf absetzen, Vorgesetzten verständigen.
- Verletzten betreuen.

6. Instandhaltung, Entsorgung

- Arbeiten an elektrischen Einrichtungen werden durchgeführt von: _____
- Arbeiten an der Gasanlage werden durchgeführt von: _____
- Altbatterien werden entsorgt von: _____

Datum: Unterschrift:

17 Vorschriften und Regeln

17.1 Unfallverhütungsvorschriften

- „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1)
- „Schiffbau“ (BGV C 28)
- „Flurförderzeuge“ (BGV D 27)
- „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34)

17.2 BG-Regeln, BG-Informationen und BG-Grundsätze

- „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ (BGR 104)
- „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (BGR 133)
- „Flüssiggasanlagen zu Haushaltszwecken auf Wasserfahrzeugen in der Binnenschifffahrt“ (BGR 146)
- „Fahrzeug-Instandhaltung“ (BGR 157)
- „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500)
- „Installationsarbeiten – Heizung, Lüftung, Sanitär“ (BGI 531)
- „Gasschweißer“ (BGI 554)
- „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (BGI 560)
- „Brandschutz bei Schweiß- und Schneidarbeiten“ (BGI 563)
- „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ (BGI 578)
- „Sichere Beförderung von Flüssiggasflaschen mit Fahrzeugen“ (BGI 590)
- „Prüfung von Flüssiggasanlagen zu Brennzwecken in Fahrzeugen nach §§ 33 und 38 der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) (Prüfbescheinigung)“ (BGG 935)
- „Prüfung von Fahrzeugen mit Flüssiggas-Verbrennungsmotor nach §§ 33 und 37 der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) (Prüfbescheinigung)“ (BGG 936)
- „Prüfung von Flüssiggasanlagen zu Brennzwecken, soweit sie aus Druckgasbehältern versorgt werden oder Flüssiggasverbrauchsanlagen zu Brennzwecken, soweit sie aus Druckbehältern versorgt werden durch Sachkundige nach § 33 der Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“ (BGV D 34) Prüfbescheinigung“ (BGG 937)

(zu beziehen durch Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
oder auf Anfrage ggf. von Ihrer Berufsgenossenschaft)

17.3 Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- In Verbindung mit § 27 Abs. 6 BetrSichV:
  - TRB 610 „Druckbehälter; Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen“
  - TRG 280 „Betreiben von Druckgasbehältern“
  - TRG 380 „Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Treibgastanks“
  - TRG 402 Anlage 1 „Betreiben von Füllanlagen; Volumetrisches Füllen von Handwerkerflaschen mit Flüssiggas“
  - TRG 404 „Füllanlagen; Anlagen zum Füllen von Treibgastanks; Treibgastankstellen“
- TRBS 2141 „Gefährdungen durch Dampf und Druck; Allgemeine Anforderungen“
- Siebte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Gasverbrauchseinrichtungsverordnung – 7. GPSGV), nationale Umsetzung der EG-Richtlinie für Gasverbrauchseinrichtungen (90/396/EWG)
- Richtlinie 97/23/EG über Druckgeräte
- Vierzehnte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. GPSGV), nationale Umsetzung der EG-Richtlinie über Druckgeräte (97/23/EG)
- Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte (OrtsDruckV), nationale Umsetzung der Richtlinie über ortsbewegliche Druckgeräte (1999/36/EG)
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn – GGVSE)

(zu beziehen durch Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

17.4 Normen

- DIN 4811 „Flüssiggasdruckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen“
- DIN 4815 Teil 2 „Schläuche für Flüssiggas; Schlauchleitungen“
- DIN 4815 Teil 4 „Schläuche und Schlauchleitungen für Treibgasanlagen in Fahrzeugen“
- DIN EN 560 „Schlauchanschlüsse für Geräte und Anlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
- DIN EN 731 „Handbrenner für angesaugte Luft; Anforderungen und Prüfungen“

- DIN EN 13785 „Druckregelgeräte mit einem höchsten Ausgangsdruck von bis einschließlich 4 bar und einem Durchfluss von bis einschließlich 100 kg/h für Butan, Propan oder deren Gemische sowie die dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen“
- DIN EN 1763-1 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen mit und ohne Einlagen zur Verwendung mit handelsüblichem Propan, handelsüblichem Butan und deren Mischungen in der Gasphase – Teil 1: Anforderungen an Gummi- und Kunststoffschläuche mit und ohne Einlagen“
- DIN 30698 „Schlauchbruchsicherungen für Flüssiggasanlagen“
- DIN 51622 „Flüssiggase; Propan, Propen, Butan, Buten und deren Gemische; Anforderungen“
- EN 417 „Anforderungen an Werkstoffe und Konstruktion metallischer Einweg-kartuschen für Flüssiggas mit oder ohne Entnahmeventil zum Betrieb tragbarer Geräte“

(zu beziehen durch Beuth-Verlag, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

17.5 Sonstige Schriften

- DVGW-Arbeitsblätter

(zu beziehen durch Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Josef-Wirmer-Straße 1–3, 53123 Bonn)

z. B. DVGW-Arbeitsblatt G 610 „Technische Regeln für Gasfeuerungen an Industrieöfen“

- Technische Regeln Flüssiggas (TRF)

  Herausgeber: Deutscher Verband Flüssiggas e.V. (DVFG), Energie Forum Berlin, Stralauer Platz 33–34, 10243 Berlin und Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), Josef-Wirmer-Straße 1–3, 53123 Bonn

- DVS-Merkblätter

  (zu beziehen durch DVS-Verlag, Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf)

  - DVS 0211 „Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen“
  - DVS 0211 „Umgang mit Druckgasflaschen“
  - DVS 2307 Blatt 2 „Arbeitsschutz beim Flammspritzen“

- Richtlinien für den Brandschutz bei Schweiß-, Löt- und Trennschleifarbeiten

(zu beziehen durch: VdS Schadenverhütung GmbH, Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln)

Anlage

Technische Daten von Flüssiggas (Annäherungswerte)

	Dimension	Propan C_3H_8	n-Butan C_4H_{10}
Molekulargewicht	kg/kmol	44,09	58,12
spezifisches Volumen (flüssig) bei 15 °C	dm^3/kg	1,96	1,72
Dichte (gasförmig) im Normzustand	kg/m^3	1,97	2,59
Dichte (flüssig) bei 15 °C	kg/dm^3	0,507	0,585
Dichteverhältnis (gasförmig)	Luft = 1	1,55	2,09
Kohlenstoff-Gehalt	Gew.-%	81,72	82,66
Wasserstoff-Gehalt	Gew.-%	18,28	17,34
Siedetemperatur bei 1,013 bar	°C	–42,1	–0,5
Kritische Temperatur	°C	96,8	152,1
Kritischer Druck	bar	42,56	38,05
Zündtemperatur mit Luft	°C	510	430
Zündtemperatur mit O_2	°C	490	400
Zündgrenzen in Luft	Vol.-%	2,1–9,5	1,5–8,5
Zündgrenzen in O_2	Vol.-%	2,3–55	1,8–49
maximale Verbrennungstemperatur mit Luft	°C	1825	1895
maximale Verbrennungstemperatur mit O_2	°C	2850	2850
maximale Zündgeschwindigkeit mit Luft	cm/s	42	39
maximale Zündgeschwindigkeit mit O_2	cm/s	450	370
theoretischer Sauerstoffbedarf pro Nm^3 Gas	m^3n	5,104	6,769
theoretischer Luftbedarf Lmin pro Nm^3 Gas	m^3n	24,36	32,308
Heizwert Hu (unterer Heizwert)	MJ/m^3n	93,180	123,565
Brennwert Ho (oberer Heizwert)	MJ/m^3n	101,205	133,795
Verdampfungswärme bei 0 °C	kJ/kg	378,58	383,86
Volumenvergrößerungsfaktor flüssig – gasförmig bei 0 °C		260	223

Zuständigkeitsbereiche der

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)



Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon (02 11) 82 24-0 · Telefax (02 11) 82 24-4 44 und 5 45
Internet: www.vmbg.de

02.08

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft (MMBG) Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft (HWBG)

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon (02 11) 82 24-0 · Telefax (02 11) 82 24-4 44

Internet: www.mmbg.de · www.hwbg.de

Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon (02 11) 82 24-0 · Telefax (02 11) 82 24-5 45

E-Mail: praevention@mmbg.de

Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 **Bielefeld** · Oberntorwall 13/14
Telefon (05 21) 96 70 47-4
Telefax (05 21) 9 67 04-99
E-Mail: ad.bielefeld@mmbg.de

06842 **Dessau-Roßlau** · Raguhner Straße 49 b
Telefon (03 40) 25 25-1 04
Telefax (03 40) 25 25-3 62
E-Mail: ad.dessau@mmbg.de

44263 **Dortmund** · Semerteichstraße 98
Telefon (02 31) 41 96-1 28
Telefax (02 31) 41 96-1 99
E-Mail: ad.dortmund@mmbg.de

01109 **Dresden** · Zur Wetterwarte 27
Telefon (03 51) 8 86-32 13
Telefax (03 51) 8 86-45 76
E-Mail: ad.dresden@mmbg.de

40239 **Düsseldorf** · Graf-Recke-Straße 69
Telefon (02 11) 82 24-8 38
Telefax (02 11) 82 24-8 44
E-Mail: ad.duesseldorf@mmbg.de

51065 **Köln** · Berg. Gladbacher Straße 3
Telefon (02 21) 67 84-2 65
Telefax (02 21) 67 84-2 22
E-Mail: ad.koeln@mmbg.de

04109 **Leipzig** · Elsterstraße 8 a
Telefon (03 41) 1 29 91-17
Telefax (03 41) 1 29 91-11
E-Mail: ad.leipzig@mmbg.de

39104 **Magdeburg** · Ernst-Reuter-Allee 45
Telefon (03 91) 5 32 29-13
Telefax (03 91) 5 32 29-11
E-Mail: ad.magdeburg@mmbg.de

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)

Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15
Telefon (0 61 31) 8 02-8 02
Telefax (0 61 31) 8 02-1 28 00

E-Mail: best@bgmet.de
Internet: www.bg-metall.de

Ausgabe 2008
Bestell-Nr. BGI 645
04.2008/8.500

Herausgeber:
Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften
Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft
Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft
Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Für Mitglieder anderer Berufsgenossenschaften zu beziehen durch
Carl Heymanns Verlag GmbH; Ein Unternehmen von Wolters Kluwer Deutschland,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.