

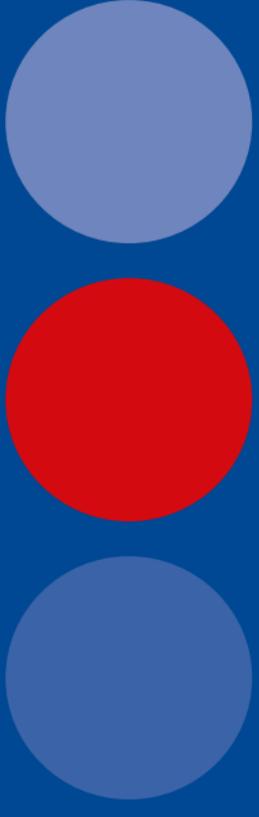


DGUV

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung
Spitzenverband

205-030

DGUV Information 205-030



Umgang mit ortsbeweglichen Flüssiggasflaschen im Brandeinsatz*

*gilt nicht für Fahrzeugtanks,
ortsfeste Speichertanks,
Tankfahrzeuge etc.

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e. V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Feuerwehren und Hilfeleistungsorganisationen
des Fachbereichs Feuerwehren, Hilfeleistungen, Brand-
schutz der DGUV

An der Erstellung haben mitgewirkt:

- Berliner Feuerwehr
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- Deutscher Verband Flüssiggas e. V. (DVFG)
- Industriegaseverband e.V. (IGV)
- Linde AG
- Vereinigung zur Förderung des dt. Brandschutzes –
vfdb e. V., Referat 10 Umweltschutz

Ausgabe: Oktober 2018

DGUV Information 205-030

zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter ► www.dguv.de/publikationen



Einsatzgrundsätze zu Flüssiggasflaschen im Brandeinsatz

1. Brand-/wärmebeaufschlagte Flüssiggasflaschen können bersten!
2. Es kann zu Fragmentwürfen von bis zu 260 m kommen! Gefahren- bzw. Absperrbereich lageabhängig beurteilen und festlegen!
3. Löschen des Brandes und Kühlen der brand-/wärmebeaufschlagten Flüssiggasflaschen nur aus sicherer Deckung oder mit autonomem Wasserwerfer!
4. Im Gegensatz zu einer Acetylenflasche besteht keine Gefahr des Berstens mehr, wenn die Wärmequelle entfernt und die Flüssiggasflaschen abgekühlt sind!
5. Daher: Wärmebeaufschlagte Flüssiggasflaschen zuerst abkühlen und dann erst transportieren/bewegen!

1 Definition

Bei dem in dieser DGUV Information verwendeten Begriff Flüssiggas handelt es sich um ein Gemisch aus druckverflüssigten Kohlenwasserstoffen. Hauptbestandteil ist dabei Propan oder Butan. Mitunter findet sich auch die Bezeichnung LPG („Liquefied Petroleum Gas“). Werden im Folgenden nur die Begriffe Flüssiggas/Flüssiggasflasche verwendet, so gelten die Aussagen ebenso für reines Propan bzw. Propan- und Butangasflaschen.

2 Erkennen einer Flüssiggasflasche

- Es gibt keine eindeutige Erkennungsfarbe für Flüssiggas! In der Regel werden die Flaschen über ihre charakteristische Form erkannt. Eine eindeutige Identifizierung ist über die Flaschenbeschriftung, den Gefahrgutaufkleber möglich. Beispiele für typische 11-kg-Flaschen sind in Abb. 1 dargestellt. Regelungen zu diesen Flaschen finden sich in der DIN EN 1442 [1].



Abb. 1 11-kg-Flüssiggasflaschen unterschiedlicher Hersteller

- Neben den 11-kg-Flüssiggasflaschen gibt es noch weitere Größen (z. B. $m = 5$ kg oder $m = 33$ kg [vgl. Abb. 2]) sowie Flaschen aus unterschiedlichen Materialien, z.B. Aluminium oder Verbundwerkstoffen.



Abb. 2 Beispiele für 5-kg bzw. 33-kg-Flüssiggasflaschen

Erkennen einer Flüssiggasflasche

- Reine Butangasflaschen (z. B. „Campingaz®“) haben ein innenliegendes Ventil und übliche Füllmassen zwischen $m = 0,45 \text{ kg}$ und $m = 2,8 \text{ kg}$ (vgl. Abb. 3).
- Gaskartuschen sind nicht wiederbefüllbar und haben übliche Füllmassen zwischen $m = 100 \text{ g}$ und $m = 500 \text{ g}$. Ein Ventil ist nicht zwingend vorhanden (Steckkartuschen). Regelungen finden sich in der DIN EN 417:2012 [2] (vgl. Abb. 4).



Abb. 3 Butangasflaschen



Abb. 4
Kartusche in
einem Gaskocher

- Flaschenbeschriftung mit UN 1965, Piktogramm „Flamme“ (GHS02) (ggf. „Gasflasche“ (GHS04), bei Propan evtl. CAS-Nr. 74-98-6), Kennzeichnung mit Gefahrgutaufkleber möglich (vgl. Abb. 5)



Abb. 5 Beispiel Gefahrgutaufkleber

3 Aufbau einer Flüssiggasflasche

- Der Flascheninnendruck wird ausschließlich durch den Dampfdruck des gespeicherten Mediums bestimmt. Der Dampfdruck ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Der Flascheninnendruck ist folglich nicht vom Füllgrad der Druckgasflasche bestimmt, sondern abhängig von der Umgebungstemperatur! In Tabelle 1 sind die Dampfdrücke für die Flüssiggashauptbestandteile Propan und Butan in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.

Tabelle 1

Dampfdruck (Absolutdruck) für Propan [3] und Butan [4] (Hauptbestandteile für Flüssiggas) in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur [°C]	0	10	20	30	50	80
Dampfdruck Propan [bar]	4,7	6,4	8,4	10,8	17,1	30,9
Dampfdruck n-Butan [bar]	1,0	1,5	2,1	2,8	5,0	10,2

- Im unteren Flaschenteil befindet sich Flüssigphase, im oberen Teil Gasphase. Je nach Füllstand und Umgebungstemperatur variiert die Höhe der Phasengrenze.
- Bei Druckgasflaschen, bei denen Flüssigphase entnommen wird, ist ein Steigrohr verbaut (beispielsweise bei gasbetriebenen Gabelstaplern). Diese Druckgasflaschen besitzen einen Kragen. Sie werden als Treibgas- oder Kragenflaschen bezeichnet.

- In der Regel haben Propangasflaschen in Deutschland ein Sicherheitsventil. Butangasflaschen, Flüssiggasflaschen aus dem Ausland sowie Gaskartuschen haben meist kein Sicherheitsventil. Ebenso haben Treibgasflaschen (z.B. für Gabelstapler) meist kein Sicherheitsventil.
- Druckgasflaschen für Flüssiggas nach der DIN EN 1442 [1] haben einen Berstdruck vom 2,25-fachen des Berechnungsdrucks, mindestens jedoch $p = 35$ bar. Der Berechnungsdruck ist der Druck des gespeicherten Flüssiggases bei $T = 65$ °C, abzüglich $p = 1$ bar. Der Dampfdruck für reines Propan liegt z. B. bei $p = 23,3$ bar [3], folglich der Berechnungsdruck bei $p = 22,3$ bar und der Berstdruck bei $p = 2,25 \times 22,3$ bar = 50,2 bar.
- Ist ein Sicherheitsventil verbaut, hat dieses nach DIN EN 13953 einen Nennansprechdruck zwischen $p = 21$ bar und $p = 35$ bar [5].

4 Gefahren durch/Hinweise zu Flüssiggasflaschen im Brandeinsatz

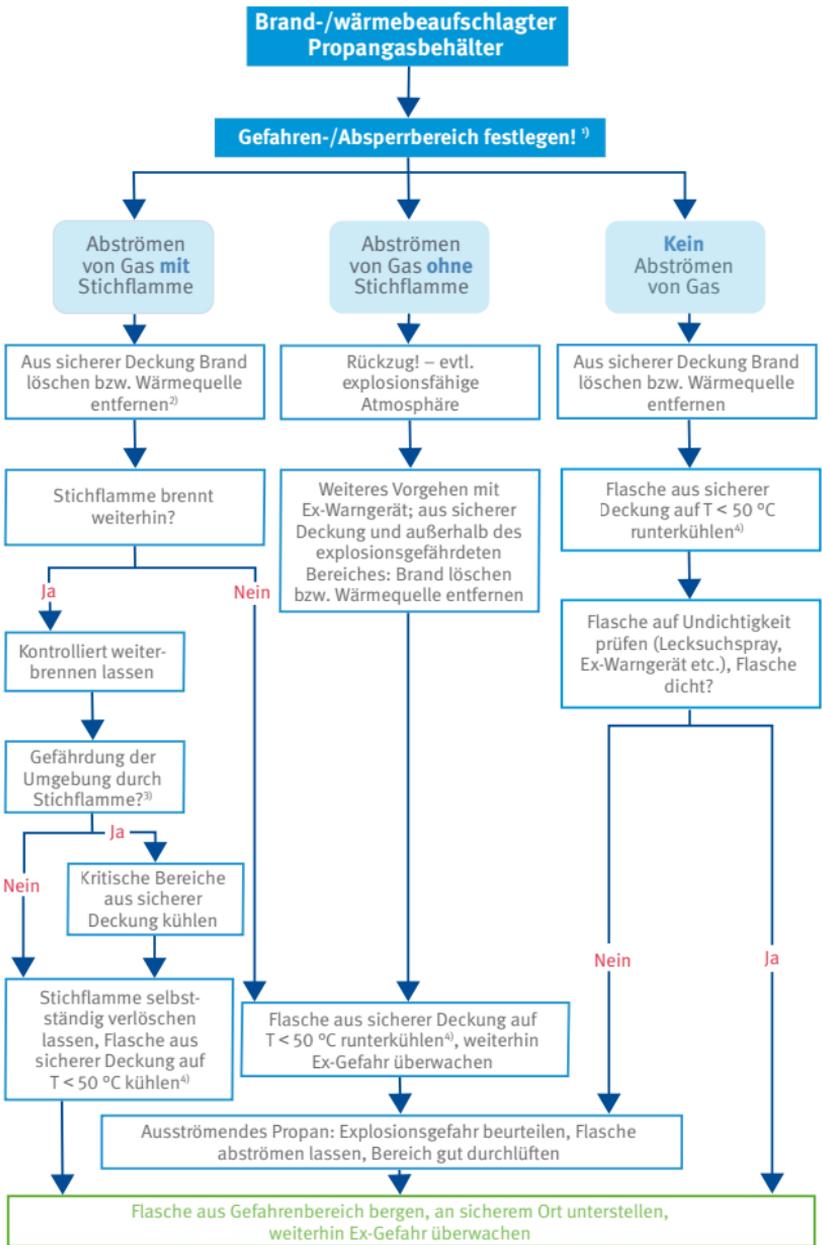
- Flüssiggas ist im Gemisch mit dem Sauerstoff in der Umgebungsluft explosionsfähig!
- Da Flüssiggas Odorierungsmittel zugesetzt wird, kann man austretendes Flüssiggas an seinem charakteristischen Geruch erkennen – Achtung potenzielle Explosionsgefahr!
- Flüssiggas ist schwerer als Luft – austretendes Flüssiggas sammelt sich in tiefer liegenden Bereichen. Im Gemisch mit Luft kann es sich jedoch auch annähernd dichteneutral verhalten.
- Wird eine Flüssiggasflasche wärmebeaufschlagt (z. B. durch einen Brand), steigt der Flaschendruck. Wenn vorhanden, öffnet ab einem gewissen Druck das Sicherheitsventil.
- Abströmendes Flüssiggas aus dem Sicherheitsventil kann sich entzünden, das Flüssiggas brennt mit einer Stichflamme!
- Wenn eine Flüssiggasflasche kein Sicherheitsventil besitzt, besteht die Möglichkeit des Berstens des Behälters!
- Auch wenn ein Sicherheitsventil angesprochen hat, kann es zum Bersten des Behälters kommen! Dies kann z. B. passieren, wenn der Behälter derart weiter erwärmt wird, dass mehr Flüssigphase in die Gasphase übergeht, als dass Gasphase durch das Sicherheitsventil entweichen kann. Ein weiterer Grund kann sein, dass, z. B. bei einer umgekippten Druckgasflasche, Flüssigphase über das Sicherheitsventil entlastet wird.
- Kommt es zu einem Bersten, wird die noch verbliebene Flüssigphase schlagartig verdampft, die Gasphase kann sich mit dem umgebenden Luftsauerstoff mischen und durchzünden.
- Bei einer berstenden Flüssiggasflasche kann es zu einer massiven Druck- und Temperaturwirkung auf die Umgebung kommen [6]!

- Bei einer berstenden 11-kg-Flüssiggasflasche kann es zu einem Feuerball von mindestens 15 m Durchmesser kommen [6]!
- Durch das Bersten kann es zu einer Fragmentierung des Flaschenkörpers kommen, wobei es zu einem massiven Trümmerwurf kommen kann (z. B. [6] für 11-kg-Flüssiggasflaschen: Fragmentwurfweite im Freien bis zu 260 m)! Die Festlegung des Gefahrenbereiches (in Anlehnung an die FwDV 500 [7]) muss daher lageabhängig erfolgen (Einflussfaktoren: z. B. umgebende Bebauung, Position der Druckgasflasche).
- Aufenthalt (z. B. zum Löschen eines Brandes) im Gefahrenbereich nur in sicherer Deckung! Wenn möglich, autonomen Wasserwerfer nutzen.
- Erwärmte/heiße Flüssiggasflaschen aus sicherer Deckung auf eine Temperatur $T < 50\text{ °C}$ kühlen! $T = 50\text{ °C}$ ist die Temperatur, wonach bei regulärer Füllung maximal 95 % des Volumens mit Flüssigphase ausgefüllt ist (Verpackungsanweisung P 200 nach ADR [8]).
- Nie eine noch heiße Flüssiggasflasche bewegen: beim Bewegen der Druckgasflasche kann „kältere“ Flüssigphase an die heißere Wandung der Gasphase kommen, wodurch wieder mehr Flüssigphase verdampft, sich der Behälterdruck erhöht und im Extremfall der Behälter birst bzw. es zu einem Ansprechen des Sicherheitsventils kommt.
- Nach dem Entfernen der Wärmequelle (z. B. Löschen des Brandes) und Kühlen der Druckgasflasche immer Explosionsschutz beachten: es besteht die Möglichkeit, dass weiter Gas austritt, weil z. B. das Sicherheitsventil weiter abbläst oder durch die Wärmebeaufschlagung die Dichtung des Ventils undicht geworden ist. Dichtigkeit der Flüssiggasflasche überprüfen (Ex-Warngerät, Lecksuchspray etc.). Wenn die Flüssiggasflasche undicht ist, dann diese nicht bewegen. Den Flascheninhalt

abströmen lassen und die Umgebung gut durchlüften.
Eigensicherung beachten!

- Empfehlungen für das Vorgehen bei wärme-/brand-beaufschlagten Flüssiggasflaschen Im Anhang beachten!

5 Anhang: Taktisches Schema



1) Bei Freifeldversuchen wurden durch die Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) Fragment-Flugweiten von über 260 m festgestellt, der Gefahren-/Absperrbereich (in Anlehnung an die FwDV 500) muss lageabhängig erfolgen.

2) Stichflamme möglichst weiterbrennen lassen

3) z.B. bei Beflammung weiterer Gasflaschen in der Umgebung

4) Beim Transport einer heißen Propangasflasche kann es zum Nachverdampfen von flüssigem Propan und damit zu einem Behälterzerknall kommen.

6 Quellen

- [1] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:
„DIN EN 1442:2017-08 – Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau; Deutsche Fassung EN 1442:2017“
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:
„DIN EN 417:2012-05 – Metallische Einwegkartuschen für Flüssiggas mit oder ohne Entnahmeventil zum Betrieb von tragbaren Geräten – Herstellung, Inspektion, Prüfung und Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 417:2012“
- [3] C. Yaws: “Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamics, Environmental Transport, Safety & Health Related Properties for Organic & Inorganic Chemical”, McGraw-Hill Education, 1999, ISBN-10:1606235273
- [4] VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (Hrsg.):
„VDI-Wärmeatlas – 10., bearbeitete und erweiterte Auflage“, Springer, 2006, ISBN 3540296468
- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:
„DIN EN 13953 – Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Sicherheitsventile für ortsbewegliche, wiederbefüllbare Flaschen für Flüssiggas (LPG)“, 05/2015
- [6] R. Tschirschwitz, D. Krentel, M. Kluge, et al.:
„Mobile gas cylinders in fire: Consequences in case of failure,“ Fire Safety Journal, vol. 91, pp. 989–996, Jul 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.05.006>

- [7] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV):
„Feuerwehr-Dienstvorschrift FwDV 500 „Einheiten im ABC-Einsatz“,“ Ausgabe 01/2012
- [8] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE):
„Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)“,
ed. 2017

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

**Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de**