



Staatliche Feuerwehrschulen

Flüssiggas



7.008

Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns

Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns

Flüssiggas

Zielsetzung des Merkblattes

Dieses Merkblatt gibt den Feuerwehren allgemeine Informationen über Flüssiggas für Ausbildung und Einsatz. Es dient als Hilfestellung zur Einsatztaktik und für Verhaltensmaßnahmen bei Schäden an Flüssiggaseinrichtungen. Dieses umfasst auch die Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen mit Beteiligung von Flüssiggasfahrzeugen.

Änderungen (gegenüber dem letzten Stand 4/2001)

Das Merkblatt wurde insbesondere in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Verband Flüssiggas e.V. (DVFG) und seinem Mitgliedsunternehmen der Fa. Tyczka Energy GmbH überarbeitet und auf den aktuellen Stand gebracht

Anmerkung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in den Merkblättern der Staatlichen Feuerwehrschulen auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINES	7
2. BEGRIFFE, PHYSIKALISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN	8
3. LAGERUNG UND VERWENDUNG	10
3.1 Einwegbehälter	11
3.2 Wiederbefüllbare ortsbewegliche Druckgasbehälter.....	12
3.3 Ortsfeste Behälter bis 3.000 kg Fassungsvermögen	15
3.4 Ortsfeste Behälter mit mehr als 3.000 kg Fassungsvermögen	17
4. BEFÖRDERUNG UND VERKEHR	19
4.1 Allgemeines zur Kennzeichnung und Gefahrgutinformation	19
4.2 Beförderung auf der Straße	22
4.3 Beförderung mit der Eisenbahn.....	23
4.4 Netzbetrieb	24
4.5 Sonstige Beförderung und Nutzung	24
4.6 Fahrzeuge mit Flüssiggasbehältern für Antrieb oder Heizung	25
5. VORBEREITENDE BRANDSCHUTZMASSNAHMEN.....	31
5.1 Sicherstellung der Alarmierung	31
5.2 Einsatzpläne und Störfallpläne	31
5.3 Brandschutzmaßnahmen bei ortsfesten Behältern und Flüssiggasanlagen	32
6. GEFÄHRDUNGSPOTENZIAL DURCH UNSACHGEMÄSSEN UMGANG.....	33
6.1 Erwärmung der Behälter von außen.....	33
6.2 Fehl- und Überfüllung	34
6.3 Undichtigkeit oder mechanische Beschädigung	35
6.4 Schäden an sonstigen Betriebsanlagen.....	35

7. MASSNAHMEN AN DER SCHADENSTELLE	36
7.1 Allgemeines Verhalten	36
7.2 Maßnahmen bei Gasaustritt ohne Brandeinwirkung	37
7.3 Maßnahmen bei brennend austretendem Flüssiggas	39
8. MESSEN VON ZÜNDFÄHIGEN GAS-LUFT-GEMISCHEN	40
9. SICHERHEITSABSTÄNDE.....	41
10. KÜHLEN VON FLÜSSIGGASBEHÄLTERN.....	43
11. MASSNAHMEN AN FLÜSSIGGASBEHÄLTERN	44
12. BERATUNG IM SCHADENFALL.....	47
13. ÖFFENTLICH-RECHTLICHE VORSCHRIFTEN UND TECHNISCHE REGELN.....	48
13.1 Gesetze und Verordnungen	48
13.2 Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe	48
13.3 Normen des Deutschen Instituts für Normung e. V.	49
13.4 Sonstige Regelungen	50
ANHANG	51

1. ALLGEMEINES

Die wichtigsten Gründe für die Verwendung von Flüssiggas sind:

- Der hohe Energieinhalt
- Die vielseitige und verbraucherfreundliche Nutzbarkeit als Brenn- und Treibgas
- Die umweltschonende Verbrennung
- Die flexible Verwendbarkeit in flüssiger und gasförmiger Form
- Gute Verfügbarkeit und Mobilität durch Gasflaschenbevorratung

Flüssiggase fallen bei den Raffinerien und der Ölgewinnung automatisch an.

Flüssiggas wird insbesondere dort verwendet, wo leitungsgebundene Energieträger nicht verfügbar oder nicht wirtschaftlich sind oder die Versorgung nur zeitweise erfolgen soll. Haushalte setzen Flüssiggas in einer Tankanlage als umweltfreundliche Heizenergie ein. Weitere Einsatzgebiete von Flüssiggas sind z. B.:

- Baustellen zur Bautrocknung mit Gasgebläse
- Weichenbeheizung bei der Bahn
- Zeltbeheizung
- Gasgrill und Heizstrahler in der Freizeit
- Gasinfrarotstrahler als Hallenbeheizung
- Treibgas für Gabelstapler
- Antriebsenergie für Pkw und Busse (monovalenter Antrieb) anstatt bzw. zusätzlich zu Benzin / Diesel (bivalenter Antrieb)

Die deutschen Flüssiggasunternehmen gewährleisten einen sehr hohen sicherheitstechnischen Standard an den Flüssiggaseinrichtungen. Diese hohe Sicherheit wird durch Beachtung von berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und von technischen Regeln erreicht. Gleichwohl können Beschädigungen nicht völlig ausgeschlossen werden.

2. BEGRIFFE, PHYSIKALISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Als Flüssiggas werden niedrig siedende Kohlenwasserstoffe wie Propan oder Butan sowie deren Gemische bezeichnet. Flüssiggase können unter Normalbedingungen auch außerhalb von Behältern sowohl in flüssiger Form (Flüssigphase), als auch nach dem Verdampfen gasförmig (Gasphase) auftreten.

Flüssiggas ist in beiden Phasen leichter als Wasser und nahezu wasserunlöslich. Eine Wassergefährdung besteht nicht.

Flüssiggas ist in beiden Phasen schwerer als Luft.

Behälter mit Flüssiggasen können sowohl gravimetrisch [kg] als auch volumetrisch [l] gefüllt werden. Das maximale Füllgewicht ist so festgelegt, dass das Behältnis nie zu 100 % mit Flüssigphase gefüllt wird. Im Behältnis befindet sich deshalb in Abhängigkeit von Innendruck und Temperatur ein Anteil Gasphase (max. Füllvolumen Tank = 85 %, max. Füllvolumen Flasche = 80 %). Damit wird der Ausdehnung der Flüssigphase durch Erwärmung Rechnung getragen.

Bei einer Erwärmung dehnt sich die Flüssigphase ebenso aus wie andere Flüssigkeiten. Unabhängig hiervon steigt der von der Temperatur und der Gaszusammensetzung abhängige Dampfdruck entsprechend der Dampfdruckkurve, solange im Behälter noch Flüssigphase vorhanden ist. Füllt die bei Erwärmung sich ausdehnende Flüssigphase das komplette Behältervolumen aus, führt ein weiterer, auch geringer Temperaturanstieg zu einem erheblichen Druckanstieg im Behälter, der schnell zum Bersten führen kann (hydraulischer Behälterzerknall).

¹ Wird die obere und die untere Explosionsgrenze zugrunde gelegt, so erhält man aus 500 l Gasphase ca. 5.000 l bis 25.000 l (entspricht 5 - 25 m³) zündfähiges Gas-Luft-Gemisch. Die angegebenen 10.000 l können jedoch zur überschlägigen Grobschätzung dienen.

Flüssiggas ist bezüglich seiner Brennbarkeit und seiner Explosionsfähigkeit mit anderen brennbaren Gasen vergleichbar. Zu beachten ist jedoch, dass sich in den Behältern durch die Verflüssigung unter Druck große Gasmengen befinden.

Für überschlägige Berechnungen sind folgende Näherungswerte anwendbar:

$$1 \text{ kg Flüssiggas} = 2 \text{ l Flüssigphase}$$

$$2 \text{ l Flüssigphase} = 500 \text{ l Gasphase}$$

$$500 \text{ l Gasphase} = 10.000 \text{ l zündfähiges Gas-Luft-Gemisch}^1$$

Technische Daten von Flüssiggasen (Näherungswerte)

	Dimension	Propan C_3H_8	n-Butan C_4H_{10}
Dichte Gasphase 0 °C, N. N.	kg/m ³	2,01	2,71
Dichte Flüssigphase (0 °C)	kg/l	0,53	0,60
Zündtemperatur mit Luft	°C	460	365
untere Zündgrenze in Luft (UEG)	Vol.-%	2	1,5
obere Zündgrenze in Luft (OEG)	Vol.-%	11	10
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)	ppm	1000	1000
Geruchsschwelle ²	Vol.-%	1,6	0,27
relative Gasdichte (Luft = 1)		1,55 schwerer Luft	2,09 schwerer Luft
Siedebereich (bei Normalnull)	°C	-42	-0,5
max. Verbrennungstemperatur in Luft	°C	1925	1895
max. Flammengeschwindigkeit in Luft	m/s	47,2	45,2
Temperaturklasse		T 1 (450 °C)	T 2 (300 °C)
Explosionsgruppe		II A	II A

Tabelle 1:
Technische Daten
von Flüssiggas

² Reines Propan oder Butan sind nahezu geruchlos; der Geruch entsteht durch Zusatz von Odorierungsmitteln.

3. LAGERUNG UND VERWENDUNG

Flüssiggas wird in den unterschiedlichsten Gebinden und Behältern, vom Feuerzeug bis zu Kugelgasbehältern in Raffinerien, gelagert. Bei der Einteilung wird in Druckbehälter und Druckgasbehälter unterschieden.

- Druckbehälter sind Behälter oder Rohrleitungssysteme, in denen ein Überdruck von größer 0,1 bar herrscht.
- Druckgasbehälter sind ortsbewegliche Behälter, die mit Druckgasen gefüllt sind.

Abb. 1:
Gaskartuschen und
Gasfeuerzeug
(Druckgasbehälter)



3.1 Einwegbehälter

Bei den Druckgasbehältern kommen auch Einwegbehälter zur Verwendung. Einwegbehälter für Flüssiggas können in der Bauart der Gaskartusche, in der Bauart der Druckpackung oder als Einwegbehälterflaschen vorkommen. Sie müssen den ADR/ GGVSEB-Bestimmungen entsprechen. Die Einwegbehälter können äußerlich beliebig geformt und lackiert sein. Sie sind jedoch mit einem Flammensymbol nach GHS gekennzeichnet, das auf den brennbaren Inhalt hinweist. Übliche Kartuschen haben eine Wandstärke von ca. 0,3 mm.

Die **Gaskartusche** (vgl. Abbildungen 1, 2 und 3) besteht nur aus dem Behälter und der Füllung. Sie wird durch Anstechen mit einer Entnahmeeinrichtung geöffnet. Häufig vorkommende Größen von Gaskartuschen haben eine Füllmenge von ca. 0,05 kg, 0,1 kg oder 0,2 kg Butan oder Butangemisch. Das Behältervolumen ist bei Metallbehältern auf 1 l, bei Kunststoffbehältern auf 0,1 l begrenzt.

Die Füllung erfolgt so, dass der Druck von 8 bar bei 50 °CTemperatur nicht überschritten wird. Der Prüfdruck beträgt 12 bar bei 50 °C. Der Berstdruck liegt knapp über dem 1,2-fachen des Prüfdruckes und wird bereits bei ca. 90 °C erreicht.



Abb. 2:
Einwegbehälter mit
GHS-Symbol

Im Brandfall ist zu beachten, dass die Gaskartuschen, wie auch die anderen Einwegbehälter, in der Regel über keinerlei Sicherheitseinrichtungen verfügen. Ein Ausstülpfen des Bodens deutet auf das drohende Bersten hin. Gaskartuschen und Gasfeuerzeuge sind in der Regel mit

Abb. 3:
Lötlampe und Gaslicht für den Betrieb
mit Gaskartuschen

Butan gefüllt, das bereits bei 0 °C nicht mehr zündet (ausprobieren: Gasfeuerzeug in Schnee fallen lassen, aufheben und versuchen anzuzünden).

Die **Druckgaspackungen** (z. B. Spraydosen, Aerosolpackungen) umfassen den Flüssiggasbehälter mit einem Inhalt von höchstens 0,5 l bei Glas oder Kunststoffbehältern und höchstens 1,0 l bei Metallbehältern, die Flüssiggasfüllung und die Entnahmeeinrichtung. Der Betriebsdruck beträgt abhängig vom Verwendungszweck und der Temperatur ca. 8 bis 12 bar. Die Prüfdrücke, denen die Druckgaspackungen ohne Undichtigkeit oder bleibende Verformung standhalten müssen, liegen beim 1,5-fachen des zulässigen Betriebsdruckes. Der Berstdruck liegt in der Regel knapp über 22 bar. Im Brandfall können insbesondere diejenigen Druckgaspackungen rasch versagen, die Kunststoffbehälter haben.

Einwegflaschen für Flüssiggas bestehen in der Regel aus dem Behälter und einer Armatur, die bauartbedingt eine Wiederbefüllung verhindern muss. Sie haben ein Höchstvolumen von 2 Litern. Der Prüfüberdruck liegt bei mind. 10 bar; die höchste Betriebstemperatur bei 50 °C. Abweichend von den anderen Einwegbehältern muss ein Berstdruck vom 1,5-fachen des Prüfdruckes eingehalten werden.

Einwegflaschen dürfen Druckbegrenzungseinrichtungen (Sicherheitsventile oder Berstscheiben) haben; häufig wird darauf jedoch wegen des Aufwandes verzichtet. Wenn die Behälter eingestülpte Böden haben, ist im Brandfall das Ausstülpen der Böden ein Anzeichen für ein drohendes Bersten der Behälter.

3.2 Wiederbefüllbare ortsbewegliche Druckgasbehälter

Überwiegend für Koch- und Heizzwecke, jedoch auch in Campingfahrzeugen und im Handwerk wird Flüssiggas in wiederbefüllbaren Stahl- oder Aluminiumflaschen (Druckgasbehälter) verwendet.

Hierfür gibt es kleinere wiederbefüllbare Stahlflaschen, z. B. Campingflaschen mit ca. 0,4 kg, 1,8 kg, 2,8 kg, oder höchstens 3,0 kg Füllgewicht bei einem Flascheninhalt von dann ca. 6,4 l. Diese Flaschen sind meist blau, können aber auch eine andere Farbe haben. Sie müssen in jedem Falle mit dem Gefahrzettel für entzündbare Gase nach ADR/GGVSEB gekennzeichnet sein. In diesen Flaschen ist in der Regel nur ein Kugelrückschlagventil eingebaut. Sie tragen die Aufschrift „Verwendung nur im Freien zulässig“. Nach DVGW-Arbeitsblatt G 607 „Flüssiggas-Anlagen mit einem Höchstverbrauch von 1,5 kg/h zu Wohnzwecken in Straßenfahrzeugen und in Wohneinheiten zur vorübergehenden Nutzung; Betrieb und Prüfung“ dürfen diese Campingflaschen nur mit einem

zusätzlich eingeschraubten Sicherheitsentnahmeventil auch innerhalb von Fahrzeugen aufgestellt werden.



Abb. 4:
Wiederbefüllbare
Stahlflaschen mit
1,8 kg und 2,75 kg
Füllgewicht

Die größeren Stahlflaschen, z. B. Druckgasflaschen nach DIN EN 1442 und EN 13322 haben meist 5 kg, 11 kg oder 33 kg Gasinhalt. Allerdings verbreiten sich zunehmend auch andere Größen.

Die Flaschenfarbe ist üblicherweise rot bei Leihflaschen oder graubraun im Privatflaschenbereich. Jedoch sind auch andere Farben immer öfter anzutreffen, da Flüssiggasflaschen von der DIN EN 1089-3 Norm (Farbkennzeichnung von Gasflaschen) ausgenommen sind. Die Flasche muss nur noch mit einem Aufkleber gekennzeichnet sein (Muster im Anhang).

Die Druckgasflaschen haben ein Absperrventil, in dem häufig ein Druckbegrenzungsventil (Sicherheitsventil) eingebaut ist. Dieses Druckbegrenzungsventil öffnet bei 35 + 5 bar (Propan- oder Butanflaschen). Um Verwechslungen und Manipulation zu erschweren ist das Anschlussgewinde als "Linksgewinde" ausgeführt was mit Schlitten in den Überwurfmuttern der Anschlussleitungen gekennzeichnet wird. Die Dicke der Behälterwandung beträgt mindestens 2 mm. Der Prüfdruck der Behälter liegt bei mindestens 30 bar.

Die wiederbefüllbaren Stahlflaschen sind mit Propan gefüllt, um auch bei tiefen Temperaturen, einen für den Verbrauch noch ausreichenden Dampfdruck zu gewährleisten.

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!



Abb. 5:
Absperrventil mit
Sicherheitsventil
und geschlitzter
Überwurfmutter der
Anschlussleitung

In Tabelle 2 sind die Dampfdrücke für die Flüssiggashauptbestandteile Propan und Butan in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.

Tabelle 2:
DGUV Information
205-030,
Oktober 2018

Temperatur (0 °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

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. **Dieser Druck wird bereits ab einer Temperatur von ca. 90 °C erreicht.**

Die Lagerung unterliegt anerkannten Sicherheitsstandards und den Technischen Regeln Flüssiggas (TRF). Die Feuerwehren müssen jedoch bei ihren Einsätzen auch von einer evtl. vorschriftswidrigen Lagerung, z. B. in Kellerräumen, ausgehen.

Abb. 6:

Druckgasflaschen nach DIN EN 1442 mit 5 kg, 11 kg und 33 kg Füllgewicht, teils auch als Alu-Flaschen im Umlauf



3.3 Ortsfeste Behälter bis 3.000 kg Fassungsvermögen

Bei größerem Gasverbrauch und fehlender Anschlussmöglichkeit an öffentliche Gasversorgungsanlagen werden häufig ortsfeste Behälter verwendet. Behälter mit einem Fassungsvermögen bis zu 3.000 kg („Haushaltstanks“) dürfen ohne Genehmigung aufgestellt werden.

Öffentlich-rechtliche Bestimmungen, insbesondere die Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV), die TRBS 3146/TRGS 726 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“ und die Technischen Regeln Flüssiggas sind jedoch zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Einhaltung der Anforderungen bezüglich Brand- und Explosionsschutz, Schutz vor Brandlasten und Abstände zu Kanälen, Schächten, Öffnungen.

Oberirdische und unterirdische Behälter haben nach Norm einen Inhalt von 2.700 Litern, 4.850 Litern oder 6.400 Litern und müssen weiß (RAL 9010) oder hellgrün (RAL 6019) lackiert sein. Die Farben können in Ausnahmefällen nach Einzelabnahme abweichen. Für die nach Norm festgelegte Ausführung (Materialstärken und Materialkennwerte) ist ein Betriebsdruck von 15,6 bar zugelassen. Ortsfeste Lagerbehälter verfügen ebenfalls über ein Druckbegrenzungsventil (Sicherheitsventil).



Abb. 7:
Ortsfester Behälter mit
2,9 t Fassungsvermögen
als innerbetriebliche
Flüssiggastankstelle



Abb. 8:
Unterirdischer
Flüssiggastank
vor dem Einbau

Armaturen eines Tankbehälters

Abb. 9:

Armaturen eines oberirdischen hellgrünen Flüssiggastanks

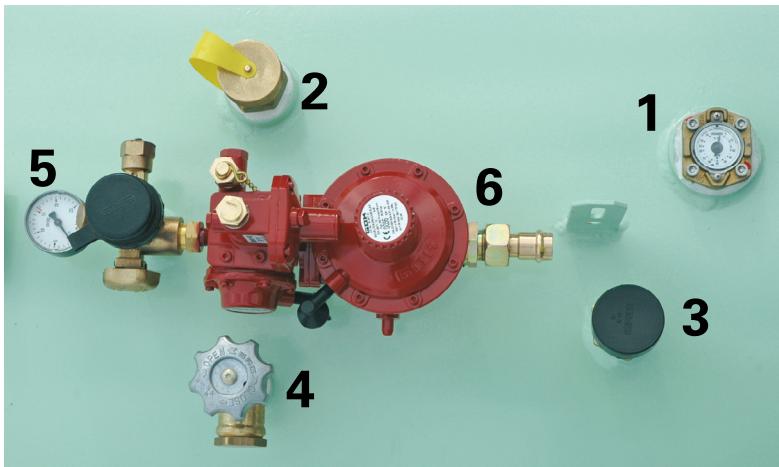
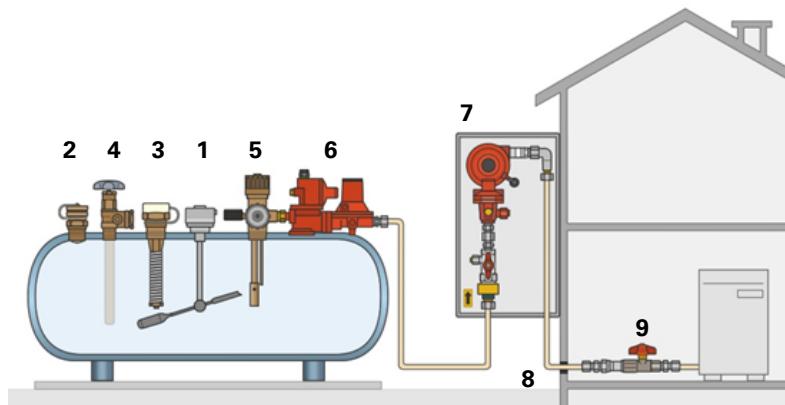


Abb. 10 - 12:

Unterirdischer Flüssiggastank mit einer Erddeckung von mind. 50 cm.
Nur die Armaturen sind nach öffnen des Deckels zugänglich.
Beschriftung auf Deckel





- 1 Inhaltsanzeiger
- 2 Sicherheitsventil
- 3 Füllventil
- 4 Flüssigentnahmeverventil
- 5 Gasentnahmearmatur mit Überfüllsicherung, Manometer und Höchststandpeilventil
- 6 Reglerkombination 50 mbar
- 7 Gasströmungswächter
- 8 Mauerdurchführung
- 9 Hauptabsprerrventil direkt nach Mauerdurchführung

3.4 Ortsfeste Behälter mit mehr als 3.000 kg Fassungsvermögen

Behälter mit mehr als 3.000 kg Fassungsvermögen befinden sich häufig in Industrieanlagen, auf großen Baustellen, in Regionallagern und auch in Raffinerien. Der Betriebsdruck der Behälter beträgt 15,6 bar bei Propan mit mindestens 0,5 m Erddeckung. Für diese Behälter werden im Allgemeinen entsprechend ihrer Größe weitergehende Brandschutzmaßnahmen vorgesehen.

Neben der Betriebssicherheitsverordnung und den Technischen Regeln unterliegen Behälter und Anlagen ab 3.000 kg Fassungsvermögen (ca. 6,4 m³ Behältervolumen) einem vereinfachten Genehmigungsverfahren nach der 4. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (4. BlmSchV). Ab einem Fassungsvermögen von 30.000 kg (ca. 60 m³ Behältervolumen) gilt ein förmliches Genehmigungsverfahren.

Abb. 13:
Schnittdarstellung
einer oberirdischen
Flüssiggasanlage

Bild:
GOK Regler- und
Armaturengesellschaft
mbH & Co. KG

Bei Betriebsbereichen mit mehr als 50.000 kg Flüssiggas wird neben der Anzeige ein Konzept zur Verhinderung von Störfällen verlangt. Bei Behältern mit mehr als 200.000 kg Flüssiggas ist vom Betreiber zusätzlich ein Sicherheitsbericht sowie ein Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu erstellen (vgl. 12. BImSchV).

Große ortsfeste Behälter haben Druckbegrenzungseinrichtungen (Sicherheitsventile oder redundante Überfüllsicherungen und Druckwächter). Sicherheitsventile sind bei Flüssiggasbehälter auf 15,6 bar fest eingestellt.

Druckbehälter und Druckbehälteranlagen sind außerdem überwachungsbedürftige Anlagen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und müssen einer Prüfung vor Inbetriebnahme sowie wiederkehrenden Prüfungen unterzogen werden.

Abb. 14:
Erdgedeckter
Lagerbehälter
als sog. Hünengrab
ausgeführt



Abb. 15:
Kugelgasbehälter
3.000 m³
(heute eine Seltenheit)



4. BEFÖRDERUNG UND VERKEHR

4.1 Allgemeines zur Kennzeichnung und Gefahrgutinformation

- Kennzeichnung mit orangefarbenen Warntafeln
 - › Beim Transport von Flüssiggas in Versandstücken, z. B. Gasflaschen, sind Fahrzeuge im Straßenverkehr bei mehr als 333 kg (Nettomasse) Flüssiggas mit orangefarbenen Warntafeln ohne Kennzeichnungsnummern zu versehen.
 - › Beim Transport von Flüssiggas in Tankfahrzeugen müssen vorne und hinten am Fahrzeug orangefarbene Warntafeln mit Kennzeichnungsnummern angebracht sein.
 - › Die Warntafel und Halterung müssen einer 15-minütigen Brandeinwirkung standhalten.
 - › Je nach Flüssiggasart sind folgende Kennzeichnungsnummern möglich:

Gefahrnummer	Stoffnummer	Bezeichnung
23	1965	Kohlenwasserstoffgas, Gemisch, verflüssigt <ul style="list-style-type: none">● Gemisch C Propan (handelsübliches Propan)● Gemisch A, AO Butan (handelsübliches Butan)
23	1978	Propan (technisch rein)
23	1011	Butan (technisch rein)
23	1077	Propen
23	1010	Butadien (stabilisiert)
23	1969	Isobutan

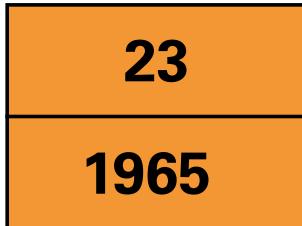
Tabelle 3:
Kennzeichnungsnummern

Hinweis:

Schwerpunktmaßig wird Gemisch C Propan und Gemisch A, AO Butan gehandelt. Technisch reine Produkte sind kaum auf dem Markt.

Beispiel für Gemisch C Propan:

Abb. 16:
Orangefarbene
Warntafel zur Gefah-
renkennzeichnung

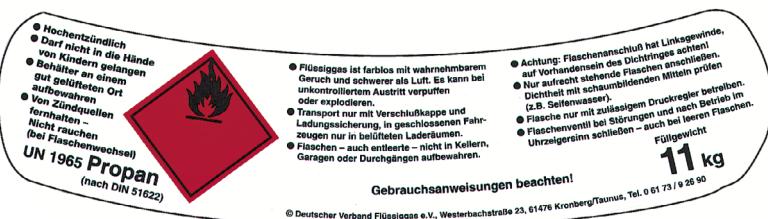


(Gefahrnummer)
Nummer zur Kennzeichnung der
Gefahr

(Stoffnummer bzw. UN-Nummer)
Nummer zur Kennzeichnung des
Stoffes

- Kennzeichnung mit Gefahrzetteln nach Muster 2 ADR/GGVSE
 - › Gefahrzettel sind am Tankfahrzeug und an den Versandstücken (Flüssiggasflaschen) anzubringen. Auch im Eisenbahnverkehr und in der Schifffahrt finden diese Gefahrzettel Anwendung.
 - › Flüssiggasflaschen sind mit einem Flaschenaufkleber gekennzeichnet, auf dem neben einem Gefahrzettel nach Muster 2.1 weitere schriftliche Gefahrenhinweise enthalten sind. Diese Kennzeichnung geht zwar über die Forderung der DIN EN 1089-3 hinaus, wird jedoch oft von den Betreibern verwendet und erfüllt die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung.

Abb. 17:
Kennzeichnungs-
aufkleber auf
Flüssiggasflaschen



- Schriftliche Weisungen/Unfallmerkblätter
 - › Im Jahr 2009 wurden die bis dahin notwendigen Unfallmerkblätter durch „Schriftliche Weisungen“ ersetzt. Dieses, für alle Gefahrgüter vereinheitlichte Formblatt ist für die Rettungskräfte inhaltlich kaum mehr von Bedeutung.
- Beförderungspapiere
 - › Den Beförderungspapieren können wichtige Hinweise, wie z. B. zu Herkunft, Bestimmungsort, Stoffnummern und Menge des Gefahrgutes, sowie seine genaue Bezeichnung entnommen werden. Die Form des Beförderungspapieres ist nicht festgelegt.

- ERI-Cards

- › Das europaweit einheitliche Informationssystem für Gefahrgut-Transportunfälle „ERI-Cards“ gibt den Einsatzkräften der Feuerwehr die wesentlichsten Hinweise zu Gefahren, Schutzausrüstung und Maßnahmen an der Einsatzstelle. Ausgehend von der Stoffnummer (orangene Warntafel) oder dem Stoffnamen lässt sich eine Stoffgruppe (ERI-Card) ermitteln, in welcher die oben genannten Informationen enthalten sind. Eine ERI-Card kann jedoch kein Ersatz für spezielle Stoffinformationen sein. Die ERI-Cards stehen zum Teil als Nachschlagewerk den Feuerwehren zur Verfügung und sie können im Internet unter www.ericards.net kostenlos und barrierefrei mit Hilfe einer Suchfunktion genutzt werden.

- Besondere Kennzeichnung von Eisenbahnkesselwagen für verflüssigte Gase

- › Im nationalen und internationalen Eisenbahnverkehr sind Tanks von Eisenbahnkesselwagen für bestimmte verflüssigte Gase durch einen 300 mm breiten orangefarbenen Streifen, der in Höhe der Behälterachse allseitig um den Tank herumführt, gekennzeichnet.
- › Eisenbahnkesselwagen werden außerdem mit einem roten Dreieck (Rangierzettel Nr. 13) für vorsichtig zu rangierende Wagen sowie mit den auch für den Straßenverkehr vorgeschriebenen Kennzeichnungen (Warntafel und Gefahrzettel) ausgestattet.

- Besondere Kennzeichnung in der Binnenschifffahrt

- › Nach den geltenden Schiffahrtsordnungen (ADNR/GGVSEB) sind Schiffe ab bestimmten Mengen gefährlicher Stoffe mit einer festgelegten Anzahl von blauen³ Kegeln/Lichtern zu kennzeichnen.
- › Für Flüssiggas-Tankschiffe gilt folgende Kennzeichnung.

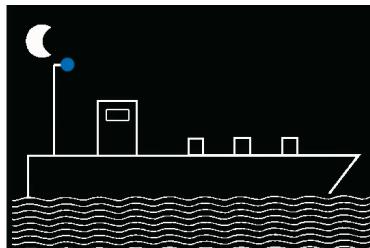
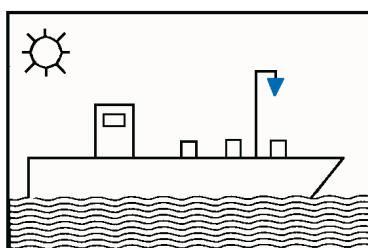


Abb. 18:

Rangierzeichen und weitere Kennzeichnungen.



³ Auf der Donau auch rote Kegel/Lichter möglich

Abb. 19: links

Kennzeichnung auf Binnenschiffen am Tag

Abb. 20: rechts

Kennzeichnung von Binnenschiffen bei Nacht

4.2 Beförderung auf der Straße

Für die Beförderung von Flüssiggas in Straßentankfahrzeugen werden Behälter mit einem Volumen bis zu 40 m³ und einer Füllmenge bis zu 17.000 kg Propan oder 22.000 kg Butan verwendet. Die Behälter sind einschalig und haben üblicherweise, je nach Material und nach Größe, eine Wandstärke zwischen 6 mm und 19 mm.

Tankfahrzeuge mit einem Fassungsvermögen bis 11.000 kg werden vornehmlich von Flüssiggasversorgungsunternehmen oder deren Liefergesellschaften eingesetzt. Sattelauflieder mit einem Fassungsvermögen bis 22.000 kg werden nahezu ausschließlich für den Transport von Flüssiggas ab Raffinerie eingesetzt.

Die Behälter auf Fahrzeugen haben keine Druckbegrenzungsventile (Sicherheitsventile). Der Auslegungsdruck der Behälter liegt beim 1,3-fachen des zulässigen Behälterdrucks, d. h. bei etwa 20 bis 25 bar.

Die höchstzulässige Füllung der Behälter mit Flüssiggas ist festgelegt. Bei ortsbeweglichen Behältern dürfen sie max. mit 80 % und bei ortsfesten Behältern max. mit 85 % befüllt werden.

Die Behälter haben innenliegende pneumatisch betätigtes Boden-Schnellschlussventile, die von außen kaum beschädigt werden können. Durch ein im Führerhaus angebrachtes Schaltorgan können sie betätigt werden. Während des Füll- bzw. Entleervorgangs können die Ventile mittels Reißleine geschlossen werden. Die Beförderung von mehr als 6.000 kg (Nettomasse) Flüssiggas ist erlaubnispflichtig. Ausnahmen sind gemäß GGVSEB möglich.

Zwei Feuerlöscher für die Brandklasse ABC sind vorgeschrieben. Auch eine Abdeckplane für die Kanalisation ist in der Regel auf dem Tankfahrzeug vorhanden. Bei der Beförderung von Flüssiggasflaschen sind entsprechende Ladungssicherungsbestimmungen einzuhalten. Wird von Privatkunden bei der Verkaufsstelle eine Gasflasche für eigene Zwecke abgeholt, unterliegt der Transport nicht den ADR-Vorschriften. Es sind jedoch die allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen, z. B. Rauchverbot, Belüftung des Laderaumes und Ladungssicherung (siehe auch Flaschenaufkleber) einzuhalten.

4.3 Beförderung mit der Eisenbahn

Für die Beförderung von Flüssiggas mit der Eisenbahn werden in der Regel vierachsige Wagen mit einem Behältervolumen von bis zu 120 m³ und einem Inhalt bis zu 55.000 kg Flüssiggas eingesetzt. In der Regel werden jedoch Eisenbahnkesselwagen mit einem Behältervolumen von ca. 60 m³ (ca. 26.000 kg) eingesetzt. Die Behälter sind einschalig aufgebaut, die Wandstärke beträgt bis zu 19 mm.

Eisenbahnkesselwagen verfügen ebenfalls über keine Druckbegrenzungsventile (Sicherheitsventile). Der Prüfdruck liegt zwischen 26 und 30 bar. Die Behälter haben innenliegende, hydraulisch betätigte Boden-Schnellschlussventile. Um die Ventile zu öffnen, muss ein Straffseil mittels Schienenhaken (mit Reißleine) vorgespannt werden. Erst dann ist ein Öffnen der Ventile mittels handbetätigter Hydraulikpumpe möglich.

Im Gefahrenfall können die Bodenventile durch Ziehen an der Reißleine des Schienenhakens mechanisch geschlossen werden. Zur Befüllung und Entleerung sind auf beiden Seiten des Wagens je ein Flanschanschluss DN 80 mit 8 Flanschschrauben für die Flüssigphase und ein Flanschanschluss DN 50 mit 4 Flanschschrauben für die Gasphase vorgesehen. Alternativ können Schnellkupplungen angeflanscht sein.

Zur Ableitung elektrostatischer Aufladung sind die Wagen mit einer Erdungsleitung ausgerüstet.

Abb. 21:
Eisenbahnkesselwagen mit orangenem Streifen in der Höhe der Behälterachse



4.4 Netzbetrieb

In Gegenden ohne Erdgasversorgung ist es durchaus üblich, dass Orte oder Ortsteile mit Flüssiggas versorgt werden. Der Aufbau des Rohrleitungsnetzes ist in diesen Fällen analog den Vorschriften für die Erdgasversorgung.

Diese Rohrleitungsnetze sind so ausgelegt, dass sie ohne bauliche Änderungen auf andere Gasarten z. B. Erdgas umgestellt werden können. In der Regel kann der Gasaustritt aus Leitungen durch Absperren von Ventilen oder durch die Hauptabsperre am Behälter unterbrochen werden. Absperreinrichtungen in den Leitungsanlagen sind durch eine Beschilderung gekennzeichnet.



Pläne zu Leitungsverlauf und Armaturen im Rohrleitungsnetz sind über den jeweiligen Netzbetreiber verfügbar. Es ist ratsam, sich als örtlich zuständige Feuerwehr vom Netzbetreiber in das System und die entsprechenden Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr einweisen zu lassen.

4.5 Sonstige Beförderung und Nutzung

Rohrleitungen, die Flüssiggas in der Flüssigphase oder in der Gasphase enthalten, sind meist in Raffinerien, Lagern, Umschlageinrichtungen und bei speziellen Verbrauchern anzutreffen. Die Kennzeichnung der Gasleitungen im Bereich häuslicher oder vergleichbarer Nutzung ist grundsätzlich nicht erforderlich, ausgenommen Füllleitungen, die durch Gebäude führen. Eine Kennzeichnung kann z. B. im gewerblichen oder industriellen Anwendungsbereich erforderlich werden, wenn die Gefahr besteht, dass die Gasleitungen mit anderen Leitungen verwechselt werden können. I. d. R. ist das der Fall. Die Farbkennzeichnung ist für solche Fälle entsprechend DIN 2403 wie folgt vorzunehmen.

Gasphase:	GELB	Farbmuster RAL 1021
Flüssigphase:	ROT	Farbmuster RAL 3000

Die Kennzeichnung darf auch durch entsprechende farbliche Aufkleber auf der Gasleitung sichergestellt sein.

Bei Schiffen, die Flüssiggas in tiefkaltem Zustand transportieren, sind die Laderäume durch eine Doppelhülle von der Umgebung isoliert (Doppelhüllenschiffe). Bei Flüssiggasschiffen muss ein Sachkundiger an Bord sein. Sicherheitsmaßnahmen, die beim Be- und Entladen zu beachten sind, werden in einer Schiffssliste festgelegt.

4.6 Fahrzeuge mit Flüssiggasbehältern für Antrieb oder Heizung

Flüssiggas (Autogas) kann zum Antrieb von Kraftfahrzeugen mit Otto-Motoren verwendet werden. Im Allgemeinen sind dies bivalente Fahrzeuge, die wahlweise mit Autogas (auch bezeichnet als LPG⁴) oder Benzin angetrieben werden können.

Solche Fahrzeuge sind sowohl mit einem Flüssiggasbehälter als auch mit einem Benzintank ausgerüstet. Als Autogas wird Propan oder Propan-Butan-Gemisch verwendet.

Bundesweit sind bereits ca. 450.000 autogasbetriebene Fahrzeuge im Einsatz (Stand 2017), die an über 7.100 öffentlich zugänglichen Autogas-Tankstellen tanken können.

⁴ LPG = Liquified Petroleum Gas

4.6.1 Technische Merkmale von Flüssiggasfahrzeugen

- Flüssiggasarmaturen

- › Füllventil mit Doppelrückschlagventil
- › Entnahmeverteil, elektromagnetisch betätigt (kann zusätzlich auch handabsperrbar sein)
- › Automatischer Füllstopp, der bei einem Füllstand von 80 % des Tankvolumens die Befüllung beendet
- › Füllstandsanzeiger mit einer Anzeige des Behälterinhaltes
- › Sicherheitsventile mit einem Ansprechdruck von ca. 30 bar
- › Automatische Ventile, die sowohl auf thermische Beanspruchung als auch bei Druckanstieg öffnen. Die Abströmrichtung ist nicht festgelegt.

Abweichend hiervon sind auch Kombiarmaturen möglich, bei denen mehrere Funktionen in einer Armatur vereinigt sind. An ausländischen Fahrzeugen sind andere Ausrüstungen möglich.

- Anordnung von Flüssiggas-Tankbehältern

- › Personenkraftwagen

Die Flüssiggas-Tankbehälter sind üblicherweise im Kofferraum, z. B. in der Reserveradmulde eines Fahrzeuges, eingebaut. Sie haben einen Rauminhalt zwischen 35 und 120 Litern. Die Befüllung der Flüssiggastanks erfolgt über einen Füllanschluss an der Außenseite des Fahrzeuges.

- › Flüssiggastanks bei Bussen des öffentlichen Personennahverkehrs, können im Unterboden oder auf dem Dach angeordnet sein. Füllmenge ca. 650 Liter, Füllgrad 80 %. Das entspricht ca. 265 kg Flüssiggas.

Jeder Tank wird mit einem eigenen Sicherheitsventil ausgerüstet.

In Industrie- und Lagerhallen werden häufig Gabelstapler und ähnliche Transportfahrzeuge mit Flüssiggasantrieb verwendet. Hierbei kommen anstelle von den meist in Haushalten gebräuchlichen Druckgasflaschen, sogenannte Treibgas- oder Kragenflaschen zum Einsatz. Diese unterscheiden sich vor allem durch den rund um das Entnahmeverteil hochgestellten Schutzkragen.

Im Brandfall kann eine Gefahr von den Fahrzeugen mit dieser Antriebsart ausgehen, da im Gegensatz zu Autogasfahrzeugen diese Maschinen nur über ein handbetätigtes Entnahmeverteil (Euronormventil) verfügen. Solch ein Ventil hat anstelle des Sicherheitsventils nur eine Sollbruchstelle, die bei Leitungsbeschädigung die Gaszufuhr verschließt. Ebenfalls zu beachten gilt, dass sich das darin befindliche Gas in einer flüssigen Phase befindet, welches über ein Tauchrohr entnommen wird.

Abb. 23:

Flüssiggastanks für den Unterboden einbau in Bussen
(im Vordergrund angeflanschte Sicherheitsventile)



Abb. 24:

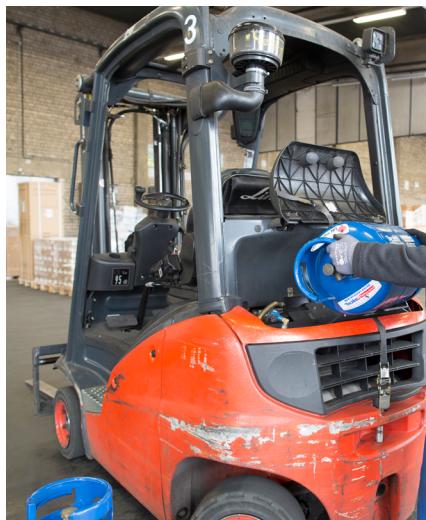
Flüssiggastanks für den Dacheinbau auf Bussen



Einsatztaktisch gibt es keine Unterschiede, ob die Flaschen stehend oder liegend verbaut sind.

Ergänzende Hinweise:

<https://t1p.de/ok21>



Entnahmeverteil



Abb. 25 und 26:
Gabelstapler mit
Flüssiggasantrieb

Quelle:
Tyczka Energy GmbH

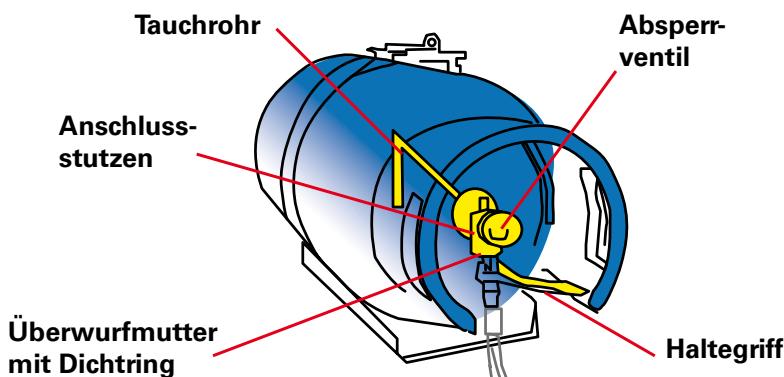


Abb. 27:
Anschluss einer
Treibgasflasche

Quelle:
Eigene Darstellung
nach Dt. Verband
Flüssiggas

4.6.2 Erkennen von Flüssiggasfahrzeugen

Weder Pkw für einen ausschließlichen, noch solche für einen wahlweisen Betrieb mit Flüssiggas sind besonders gekennzeichnet. Äußerer Erkennungsmerkmal beim Pkw ist im Regelfall nur ein zusätzlicher Füllanschluss im Bereich des Fahrzeughecks.

Abb. 28:
Kennzeichnung nach
der ECE-Regel 67



Fahrzeuge der Klassen M2 (Kleinbusse) und M3 (Omnibusse) werden nach der ECE-Regel 67 mit einer grünen Raute mit der Aufschrift LPG gekennzeichnet.

Die Kennzeichnung ist an der Fahrzeugfront und am Fahrzeugheck sowie an den Außenseiten der Türen vorgesehen.

Des Weiteren können zusätzliche Aufkleber, Werbeaufdrucke oder Logos auf Flüssiggas hinweisen. Zusätzlich ist ein Tankeinfüllstutzen für Flüssiggas sowie eine Füllstandsanzeige und eine Umschaltmöglichkeit von LPG auf Benzin im Bereich des Armaturenbretts vorhanden.

Flüssiggasbusse können äußerlich an den verkleideten Flüssiggasbehältern auf dem Fahrzeugdach erkennbar sein.



Abb. 29:
Omnibus mit Flüssig-gasbehältern auf dem Dach

4.6.3 Hinweise zum Gefahrenpotenzial

- Von einem Fahrzeug mit Flüssiggasantrieb geht im Normalzustand keine größere Brand- und Explosionsgefahr aus als von einem mit Benzin oder Diesel betriebenen Fahrzeug. Aus der bestimmungsgemäß eingebauten Gasanlage des Fahrzeuges kann kein Gas entweichen.
- Im Falle eines Unfalls wird bei einem Motorstillstand oder ausgeschalteter Zündung das elektromagnetische Entnahmeverteil am Behälter automatisch geschlossen, so dass über die Gasleitungen kein Flüssiggas entweichen kann. Tritt dennoch Gas aus, kann sich im Fahrzeug, z. B. im Kofferraum oder in der Umgebung des Fahrzeuges, ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch bilden. Ausgetretenes Flüssiggas besitzt einen wahrnehmbaren Geruch (Odorierungsmittel) und kann aufgrund dessen erkannt werden. Im Zweifelsfall müssen die Unfallbeteiligten befragt und die Fahrzeugpapiere eingesehen werden. Gegebenenfalls muss zusätzlich mit Gasspürgeräten gemessen werden.
- **Flüssiggas ist schwerer als Luft! Deshalb ist zu beachten, dass es sich in Bodensenken, Kellern und sonstigen Vertiefungen sammeln und dort explosionsfähige Gemische bilden kann.**
- Im Vergleich zu ortsfesten Behältern sind die Prüfdrücke der Behälter in Kraftfahrzeugen um das Doppelte höher und die zulässigen Füllmengen geringer.

Abb. 30:

Sicherheitsventil spricht an, Flüssiggas entzündet sich und strömt in eine festgelegte Richtung ab



- Bei evtl. Fahrzeugbränden steigt der Druck im Behälter zunächst durch die Erwärmung an. Bei Erreichen des Ansprechdruckes am Sicherheitsventil öffnet dieses schlagartig und Flüssiggas strömt aus, bis der Behälterinnendruck soweit abgebaut wurde, dass das Sicherheitsventil wieder schließt. Das Sicherheitsventil öffnet sich erneut, wenn durch die Erwärmung der Behälterdruck wieder auf den Ansprechdruck des Sicherheitsventils angestiegen ist. Ein Bersten des Tanks im Brandfall wird bei den in Deutschland zugelassenen Fahrzeugen durch Sicherheitsventile mit ausreichender Ausströmrate verhindert. Bei älteren ausländischen Fahrzeugen ohne Sicherheitsventil kann im Brandfall der Tankbehälter versagen und seinen Gasinhalt schlagartig freisetzen werden.

5. VORBEREITENDE BRANDSCHUTZMASSNAHMEN

Die hier aufgeführten vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen beziehen sich auf ortsfeste Flüssiggasanlagen.

5.1 Sicherstellung der Alarmierung

Flüssiggasanlagen bedürfen je nach Größe und Gefahrenpotenzial einer ausreichenden Überwachung, um Betriebsstörungen oder Eingriffe von außen schnell zu erkennen und Abhilfe leisten zu können. Dies wird in der Regel durch Mitarbeiter oder Sicherheitsdienste gewährleistet. Alternativ kann die jedoch auch mit automatischen Gas- und Brandmeldeanlagen, sowie Einbruchmeldeanlagen erreicht werden.

Bei größeren Anlagen müssen zusätzlich Alarm- und Notfallpläne erstellt und diese regelmäßig mit den Mitarbeitern und den örtlichen Einsatzkräften geübt werden.

5.2 Einsatzpläne⁵ und Störfallpläne

Brände und Unfälle an Flüssiggasanlagen könnten unter Umständen sehr schnell ablaufen, weshalb eine sofortige Verfügbarkeit der für die Schadensbekämpfung wichtigen Informationen notwendig ist.

Schon bei Behältern, die der vereinfachten Genehmigungspflicht unterliegen (ab 6,4 m³ oder 3.000 kg Inhalt), aber vor allem bei größeren Anlagen sollten die Feuerwehren deshalb Wert darauf legen, dass für solche Objekte Feuerwehrpläne erstellt werden.

Feuerwehrpläne können im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens oder auf Grundlage bestimmter Bauvorschriften vom Betreiber/Errichter der Anlage verlangt werden. Die Erstellung der Pläne ist Aufgabe des Betreibers. Aktuelle Feuerwehrpläne mit allen notwendigen Informationen und Erreichbarkeiten sind eine wesentliche Grundlage zur Sicherstellung der Gefahrenabwehr. Für Anlagen (Betriebsbereiche) zur Lagerung von Flüssiggas, ab einer Menge von 200 Tonnen, sind gemäß der Störfallverordnung Störfallpläne zu erstellen.

⁵ vgl. Merkblatt „Feuerwehrpläne und Einsatzpläne“, Staatliche Feuerwehrschulen Bayern

5.3 Brandschutzmaßnahmen bei ortsfesten Behältern und Flüssiggasanlagen

In Abhängigkeit von den ermittelten und bewerteten Gefährdungen sind Maßnahmen festzulegen, mit denen der Schutz Beschäftigter und anderer Personen gewährleistet wird. In den Technischen Regeln Flüssiggas (TRF) und der TRBS 3146/TRGS 746 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“ werden die vorgeschriebenen Maßnahmen und weitere Informationen aufgeführt. Hierzu gehören:

1. Maßnahmen, die die Freisetzung von Gasen vermeiden.
2. Maßnahmen für den Fall notwendiger betriebsbedingter oder störungsbedingter Freisetzung von Gasen, um dadurch bedingte Gefährdungen so gering wie möglich zu halten.
3. Aufstellung und Betrieb von ortsfesten Druckanlagen für Gase unter Einhaltung der erforderlichen Sicherheits- und Schutzabstände.

6. GEFÄHRDUNGSPOTENZIAL DURCH UNSACHGEMÄSSEN UMGANG

6.1 Erwärmung der Behälter von außen

Wird ein Flüssiggasbehälter von außen erwärmt, steigt im Innern der Dampfdruck an. Zudem dehnt sich auch die Flüssigphase aus.

Bei sehr großem Wärmeeintrag (z. B. Unterfeuerung), kann sich trotz Ansprechen des Sicherheitsventils bei 15,6 bar, die Flüssigphase so weit ausdehnen, dass der Behälter komplett mit Flüssigphase gefüllt ist und der Druckanstieg nach Ausdehnung von Flüssigkeiten erfolgt. Unter diesen Umständen ist ein Druckbehälterzerknall möglich bzw. wahrscheinlich.

Zudem kommt es bei Temperaturen der Behälterwandung über 500 °C zu einer deutlichen Festigkeitsminderung des Stahls. Ab ca. 200 °C kann es bereits zum Versagen hochwertiger Weichdichtungen in den Armaturen kommen. Armaturen, die im Brand noch dicht erscheinen, können nach Abkühlung undicht werden. Auch über dem Behälter, z. B. am Druckbegrenzungsventil, kann abbrennendes Gas den oberen, innen kaum gekühlten Behälterteil, durch Wärmestrahlung stark aufheizen.

Das Druckbegrenzungsventil wird (sofern vorhanden) bei Erreichen des Öffnungsdrucks ansprechen und eine Druckentlastung bewirken. Ob diese jedoch ausreicht ist nicht gewährleistet, da diese Ventile nicht für ein Brandereignis ausgelegt sind. Das Ansprechen des Druckbegrenzungsventils ist ein Zeichen dafür, dass der Betriebsdruck des Behälters den zulässigen Wert überschritten hat.

Sollte es nicht möglich sein schnellstmöglich eine Druckentlastung herzuführen, z. B. durch Kühlung des Behälters, ist mit einem Bersten des Behälters, begleitet von einer Explosion und einem gewaltigen Feuerball zu rechnen. Solch ein Szenario wird als BLEVE⁶ bezeichnet.

⁶ BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

6.2 Fehl- und Überfüllung

Flüssiggasbehälter sind auf den Dampfdruck der Gasphase ausgelegt. Durch eine Befüllung der Behälter mit Gas oder Gasgemischen für die sie nicht ausgelegt sind, können diese auch bei Temperaturen unter 60 °C versagen.

Abb. 31:
Füllstandsanzeiger
Flüssiggastank

Auch ein Überfüllen (Befüllung über 80 - 85 %) kann zu einem Ansprechen des Sicherheitsventils oder sogar zum Bersten des Behälters führen. Überfüllsicherungssysteme sollen das Überfüllen von Behältern verhindern.

Weder die Fehlbefüllung noch die Überfüllung sind von außen erkennbar. Allerdings besteht die Möglichkeit den Füllstandsanzeiger abzulesen oder mit Hilfe einer Wärmebildkamera den Füllstand zu ermitteln.

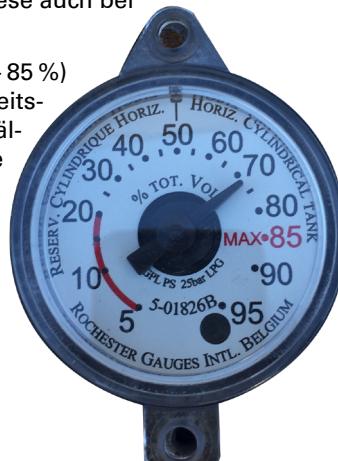


Abb. 32:
Füllstandsermittlung mit Wärmebildkamera



6.3 Undichtigkeit oder mechanische Beschädigung

Je nach Ort der Undichtigkeit oder Beschädigung, sowie dem Füllstand des Behälters wird entweder Gas- oder Flüssigphase austreten. Letztere verdampft an der Luft entsprechend den Umgebungsbedingungen und Gasart fast augenblicklich. Das freigesetzte, relativ schwere Gas verhält sich ähnlich einer Flüssigkeit, sodass sich je nach Geländebeschaffenheit zündfähige Pfützen und Seen bilden oder das Gas als kleiner Rinnsal oder Bach in Kellerschächte, Gullys oder Senken strömt. Aufgrund der Schwere des Gases kann es sich auch entgegen der Windrichtung bergab ausbreiten.

Dampfwolken im Freien können zu einer Dampfwolkenexplosion (Vapour Cloud Explosion - VCE) mit den dafür typischen Erscheinungen (Hitzeentwicklung und Druckwelle) führen. Die Verbrennungszone läuft hierbei in der Regel zur Gasaustrittsstelle zurück und führt auch dort zur Zündung und damit zum Abbrennen des Gases an der Austrittsstelle.

Schwere Zerstörungen sind bei der explosionsartigen Zündung von Gas-Luft-Gemischen in geschlossenen Räumen (Kellern, Abwasserkanälen oder vergleichbaren Stellen) zu erwarten.

Unmittelbar an der Austrittsstelle gezündetes Flüssiggas brennt mit starker Wärmeentwicklung ab. Das Leck kann sich dadurch mit dem Druckanstieg vergrößern und zu einer „selbstgesteuerten“ Druckentlastung führen. Bei der Brandeinwirkung auf einen unbeschädigten Behälter kann es dagegen zu den in Nr. 6.1 beschriebenen Vorgängen bis zum Behälterzerknall (BLEVE) kommen.

6.4 Schäden an sonstigen Betriebsanlagen

Auch an sonstigen Betriebsanlagen von Flüssiggasanlagen, wie Ventilen, Verteilungsleitungen, Wärmetauschern und ähnlichen Einrichtungen, sind Schäden möglich. Leitungen, die Flüssigphase transportieren, können erhebliche Gasmengen enthalten.

7. MASSNAHMEN AN DER SCHADENSTELLE

7.1 Allgemeines Verhalten

- Mit dem Wind anfahren. Achtung: Flüssiggas kann entgegen der Windrichtung aufgrund seines Schwergasverhaltens bergab strömen und dort zündfähige Gemische bilden
- Auf Windrichtungsänderungen achten
- Explosionsgefährdeten Bereich (vgl. Nr. 9) unter Beachtung der vermutlichen Ausbreitungsrichtung und Geländebeschaffenheit des Gases absperren und sichern
- Verhaltensanweisungen an gefährdete Personen geben
- Menschen und Tiere aus dem gefährdeten Bereich bringen
- Innerhalb des gefährdeten Bereiches dürfen sich nur Einsatzkräfte mit entsprechender Schutzkleidung aufhalten
- Spezialkräfte (z. B. Feuerwehr mit RW, GW-G) nachalarmieren
- Rückmeldungen an die Leitstelle ggf. mit Hinweis auf die Alarmierung des Flüssiggas-Sicherheitsdienstes (FSD) (vgl. Nr. 12)
- Weitere Stellen, wie Polizei, Gefahrgutbeauftragten des Betreibers, usw., verständigen
- Behältervolumen, Füllstand und Inhalt erkunden; Gefahrgutkennzeichnungen identifizieren; Art und Umfang des Unfalles oder der Betriebsstörung feststellen
- Sicherheitsdatenblätter, Nachschlagewerke und Einsatzliteratur nutzen
- Dokumentation des Einsatzes: Zeit der Erwärmung eines Behälters von außen, Gasausströmung, Messergebnisse von Messtrupps, Öffnen und Schließen von Druckbegrenzungsventilen, Kühlmaßnahmen an Behältern usw. als Grundlage für spätere Einsatzentscheidungen notieren
- Löschwasserversorgung aufbauen

7.2 Maßnahmen bei Gasaustritt ohne Brandeinwirkung

- Explosionsgefährdeten Bereich mit Gasmessgeräten erfassen und permanent kontrollieren; hierbei auch in angrenzenden Gebäuden, in Geländevertiefungen, Kellern und in Kanälen messen (ggf. Atemschutzgeräte verwenden) (vgl. Nr. 8)
- Beispiel bei Explosionsgefahr (BLEVE) „Achtung, Achtung! Hier spricht die Feuerwehr! Es besteht Explosionsgefahr. Sie befinden sich im Gefahrenbereich. Verlassen Sie sofort die Gebäude! Begeben Sie sich direkt zu ... (Sammelstelle)!“ beziehungsweise im sekundären Gefahrenbereich „Achtung, Achtung! Hier spricht die Feuerwehr! An der Unfallstelle besteht Explosionsgefahr. Sie befinden sich nicht in unmittelbarer Gefahr. Öffnen Sie Türen und Fenster zum Schutz vor Schäden durch Explosion oder Glasbruch. Bleiben Sie in den Gebäuden im Schutz von Wänden! Verhalten Sie sich ruhig! Warten Sie auf weitere Anweisungen der Feuerwehr/Polizei!“
- Beispiel für den Primären Gefahrenbereich „Achtung, Achtung! Hier spricht die Feuerwehr! Es strömt Gas aus. Explosionsgefahr! Sie befinden sich im Gefahrenbereich. Schließen Sie Türen und Fenster zum Schutz vor Gaseintritt! Schalten Sie Lüftungs- und Klimaanlagen ab! Verlassen Sie sofort die Gebäude! Begeben Sie sich direkt zu ... (Sammelstelle).“
- Beispiel für den Sekundären Gefahrenbereich „Achtung, Achtung! Hier spricht die Feuerwehr! Es strömt Gas aus. An der Unfallstelle besteht Explosionsgefahr. Sie befinden sich nicht in unmittelbarer Gefahr. Bleiben Sie in den Gebäuden! Schließen Sie Türen und Fenster zum Schutz vor Gaseintritt! Schalten Sie Lüftungs- und Klimaanlagen ab! Verhalten Sie sich ruhig! Warten Sie auf weitere Anweisungen der Feuerwehr/Polizei!“
- Zündgefahr und Auswirkungen einer evtl. Verpuffung bedenken und beachten!
- Ex-Schutzmaßnahmen im Gefahrenbereich veranlassen
 - › Handfunkgeräte nicht verwenden, wenn diese nicht explosionsgeschützt sind
 - › Brandschutz sicherstellen
 - › Gerätschaften aufgrund von elektrostatischer Aufladung evtl. erden
 - › Mobiltelefone, Smartphones und Funkautoschlüssel nicht mit in den Gefahrenbereich nehmen
 - › Nicht Rauchen

- › Elektrische Zündquellen durch Spannungsfreischalten außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches wirkungslos machen (Vermeidung der Zündung durch selbsttätig schaltende elektrische Anlagen), evtl. Notaus-Schalter nutzen
- › Zündungen durch mechanische Schlagfunken sowie durch elektrostatische Aufladung infolge von Strömungsvorgängen (auch des austretenden Gases) vermeiden
- Trupps mit Atemschutz und **Wärmeschutzkleidung** bereitstellen; ggf. auch Sicherungstrupps mit tragbaren Feuerlöschern oder P 250
- Gaswolken aus besonders gefährdetem Bereich mit Sprühstrahl abdrängen
- Einströmen von Gas in Keller, Kanäle oder sonstige tieferliegende Bereiche verhindern
- Erstickungs- und Erfrierungsgefahren beachten
- Ventile und Absperrvorrichtungen, wenn möglich im Benehmen mit dem Betreiber schließen
- Leckstellen eingehend unter Atemschutz und Wärmeschutzkleidung erkunden und falls möglich abdichten
- Bei Schadenstellen innerhalb von Gebäuden
 - › Haus räumen
 - › Fenster und Türen öffnen
 - › Gasflasche(n) ins Freie bringen
 - › Absperrvorrichtungen schließen
 - › Elektrische Einrichtungen nicht betätigen; sofern möglich, Gebäude freischalten
 - › Offenes Feuer vermeiden
 - › Innenräume mit explosionsgeschützten Lüftungsgeräten entlüften
 - › Bei der Verwendung von Überdrucklüftern darauf achten, dass keine Gefahrenausbreitung stattfindet
 - › **Vorsicht:** Erstickungs- und Erfrierungsgefahr

7.3 Maßnahmen bei brennend austretendem Flüssiggas

Wenn nach einem Brandausbruch keine unmittelbare Verpuffungsgefahr mehr besteht:

- Berieselungsanlagen der Behälter oder Anlagen, soweit vorhanden, in Betrieb nehmen.
- Löschwasserversorgung aufbauen, ggf. erweitern
- Umgebung aus gesicherter Stellung kühlen und abschirmen; brennbare Bauteile und Gegenstände möglichst entfernen; Brandausbreitung durch Wärmestrahlung verhindern.
- Behälter und Anlagen aus gesicherter Stellung kühlen und ausbrennen lassen; Einsatzkräfte zurückziehen.
- Weiteren Zustrom von Gas – sofern möglich – abstellen
- Gasflamme nicht löschen
- Mit **größtem** Einsatz kühlen → siehe Tabelle 5: Kühlwasserbedarf
 - › Volle Behälter
 - › Unterfeuerte Behälter
 - › Die oberen Bereiche von Behältern, die innen nicht mit Flüssigphase benetzt sind, zur Erhaltung der Materialfestigkeit.
 - › Von Flammen direkt berührte Bereiche von Behältern und Anlagen
- 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.
- Brennende Eisenbahnkesselwagen mit Fachkräften aus dem Zugverband lösen
- Verhalten des Behälters beobachten (Druckbegrenzungsventil, Verfärbungen)
- Mit Behälterversagen ist zu rechnen, wenn das Druckbegrenzungsventil öffnet und trotz Kühlmaßnahmen die Abströmflamme immer größer, statt kleiner wird.
- Nach dem Ausbrennen bzw. Abbrechen des weiteren Gaszustromes, Kontrollmessungen im Gefahrenbereich vornehmen (vgl. Nr. 8).

8. MESSEN VON ZÜNDFÄHIGEN GAS-LUFT-GEMISCHEN

Bei der Messung zündfähiger Gas-Luft-Gemische sind folgende Hinweise zu beachten:

- Messtrupps innerhalb des Gefahrenbereiches nur mit Brandschutzkleidung und umluftunabhängigen Atemschutzgeräten einsetzen
- Zündquellen vermeiden
- Nur explosionsgeschützte und zugelassene Messgeräte einsetzen
- Nicht funkenreißendes Werkzeug verwenden
- Bedienungsanleitung der Messgeräte beachten, insbesondere bezüglich der Anzeige (Anzeige „100 %“ kann z. B. das Erreichen der unteren Zündgrenze des Prüfgases [Kalibriergas] bedeuten, dann ist ggf. noch eine Umrechnung notwendig).
- Funktionsprüfung der Messgeräte vor dem Einsatz vornehmen; anschließend Betriebsbereitschaft herstellen.
- Messkonzept festlegen; hierbei Windrichtung, Höhenunterschiede und vermutlich ausgetretene Gasmenge beachten.
- An geeigneten Stellen messen, an denen aufgrund der örtlichen Bedingungen die höchsten Gaskonzentrationen zu erwarten sind.
- Messergebnisse mit Abschätzungen des sich aus der vermutlichen Austrittsmenge ergebenden Gas-Luft-Gemisches vergleichen.
- Dokumentation anlegen und dabei die Messergebnisse sauber und übersichtlich, ggf. auch in Form eines Lageplanes notieren; hierbei Messgerätetyp, Uhrzeit, Windrichtung und -stärke, Messhöhe über dem Boden und besondere Beobachtungen, z. B. Nebelschwaden o. ä., beachten und festhalten.
- Gasmessung erfolgt immer punktuell und zeitbezogen. Bei negativen oder geringen Messergebnissen ist es deshalb nicht ausgeschlossen, dass an anderer Stelle zum anderen (oder demselben) Zeitpunkt gefährliche Gaskonzentrationen auftreten können. Völlige Sicherheit wird erst dann erreicht, wenn die Gasaustrittsstelle abgedichtet oder die Gaszufuhr gesperrt und die Restmenge verflüchtigt sind.

9. SICHERHEITSABSTÄNDE

Der **Sicherheitsabstand** der Einsatzkräfte richtet sich nach dem Ausdehnungsbereich eines möglichen Feuerballs bei der Zündung eines Gas-Luft-Gemisches. Zum Instellungbringen von Löscheräten kann dieser Abstand unterschritten werden. Die Einsatzkräfte sollen dabei entsprechende PSA tragen. Wenn Druckbegrenzungsventile öffnen oder sich die Lackierung der Behälter verfärbt, sind die Abstände auf die des primären Gefahrenbereiches zu vergrößern.

Als **primärer Gefahrenbereich** wird ein kreisförmiges Gebiet um die Schadenstelle bestimmt, das unverzüglich von Unbeteiligten zu räumen ist. Dieser Bereich darf nicht zu groß werden, um in kürzester Zeit geräumt werden zu können. Die Radien wurden für verschiedene Behältertypen einheitlich festgelegt. Die Abstände ergeben sich aus der Abschätzung nach dem Ausdehnungsbereich einer Druckwelle bei $p = 0,2$ bar und dem Ausbreitungsradius eines Gas-Luft-Gemisches bei Windgeschwindigkeiten (v) Grafik Absperrbereiche unter Verwendung von Tabelle 4 von $v = 2$ m/s bis 4 m/s. Eine Auf- oder Abrundung auf gerade, leicht abschätzbare Entfernung wurde außerdem vorgenommen.

Als **sekundärer Gefahrenbereich** wird eine kreisförmige Fläche um die Schadenstelle gelegt, deren Räumung von Unbeteiligten nach der Räumung des primären Gefahrenbereiches notwendig ist. Außerhalb dieses Bereiches besteht nur dann eine Gefahr, wenn zündfähiges Gas-Luft-Gemisch durch den Wind oder durch topographische Verhältnisse vertragen wird.

Flüssiggasunfälle und -brände: Sicherheitsabstände und Gefahrenbereiche

Tabelle 4:
Sicherheitsab-
stände und
Gefahrenbereiche

Quellen:
Informationsschrift
„Gefahren und
Gefahrenabwehr bei
Lagerung und Trans-
port von Flüssiggas“
des Innenministers
Nordrhein-Westfa-
len, „Ereignisori-
entierter Einsatzplan
für Flüssiggasunfälle
und Brände“

v. H.-E. Dolle, Brand-
schutz 10/87

Behälterart	Volumen [m ³]	größte Lagermasse [kg]	Sicherheits- abstand für Einsatzkräf- te unter Wär- meschutz- kleidung [m]	Gefahren- bereich	
				pri- mär [m]	se- kun- där [m]
Druckgas- flaschen	≤ 0,08	33	15	50	100
Druckgas- betriebene Kraftfahr- zeuge	0,1	40	15	50	100
Private Versor- gungs- anlage,	2,7	1.200	50*	150	400
	4,9	2.100			
LKW	6	2.500	75*	150	400
Einzelfahr- zeuge bis 5 t Ladegewicht	11	5.000			
LKW mit Anhänger	20	9.000	100*	200	750
	36	16.000			
Eisenbahn- kessel- wagen	62	26.000	150*	250	1.000
	110	46.000			
Speicher- anlagen und Binnen- schiffe	≤ 250	100.000	200*	300	1.500
	≤ 1.000	430.000	300*	500	2.000
	> 1.000	> 430.000	500*	800	2.500

* Zum Instellungbringen von Löschgerät ggf. zu unterschreiten

10. KÜHLEN VON FLÜSSIGGASBEHÄLTERN

Die benötigte Kühlwassermenge zum Kühlen von Flüssiggasbehältern, die von außen beflammt werden, ist abhängig von

- der Größe der Behälter,
- der Temperatur des Behälters (die Kühlwirkung ist abhängig vom Temperaturunterschied zwischen Behälterwandung und Kühlwasser),
- der Brandintensität,
- der den Behälter tatsächlich benetzenden Kühlwassermenge (Verdampfen von Kühlwasser schon in der Luft, Abprallverluste).

Bei einer ortsfesten Flüssiggasanlage sind entsprechend ausgelegte Berieselungsanlagen notwendig (vgl. TRBS 3146/TRGS 726 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“).

Für den Feuerwehreinsatz ergibt sich bei Beachtung der vielen Unwägbarkeiten ein Anhaltswert von mindestens 15 l/min. Hieraus ist folgender Kühlwasserbedarf⁷ abzuschätzen:

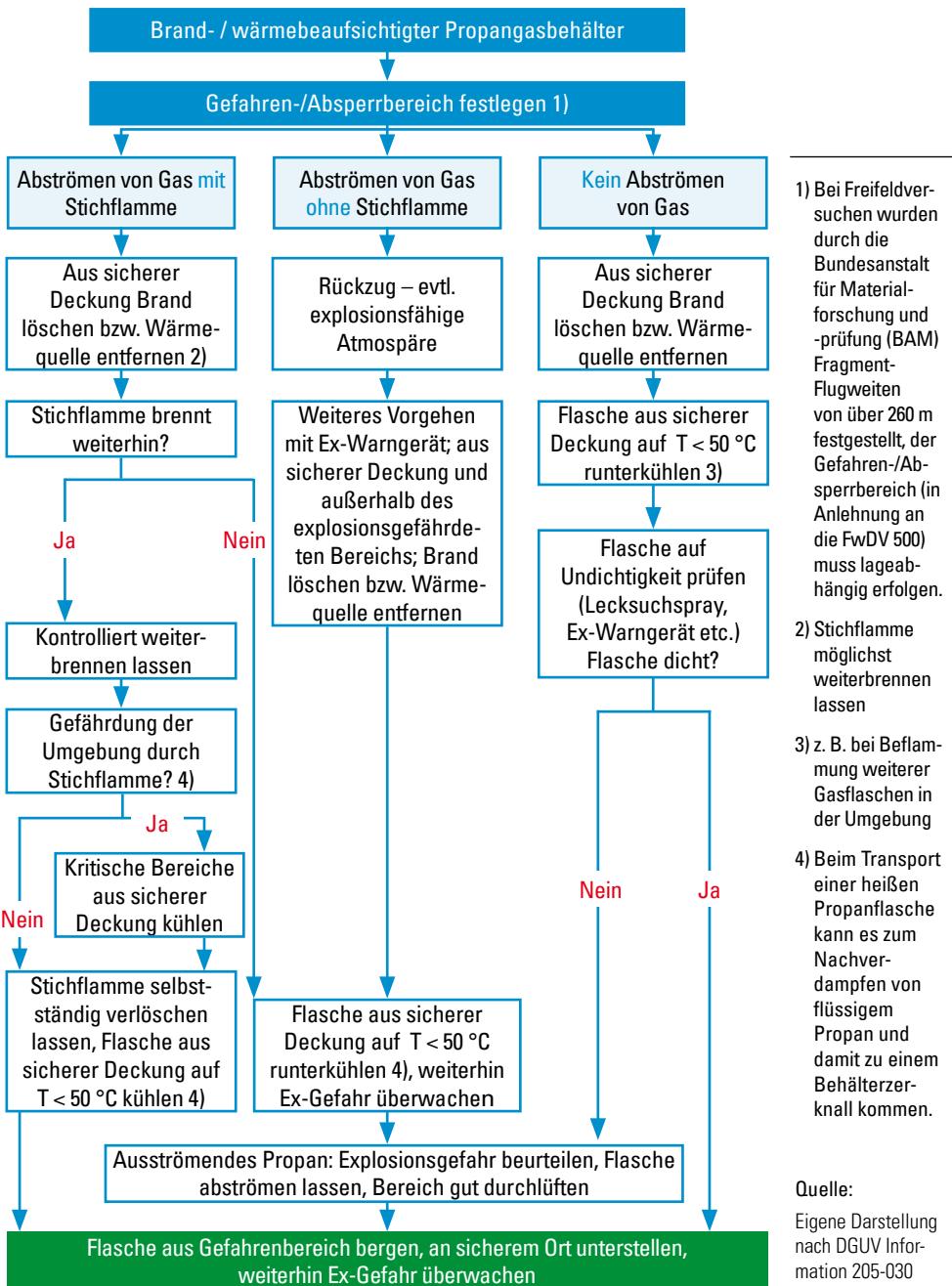
⁷ Die Empfehlungen entsprechen weitgehend dem Entwurf einer Richtlinie „Gefahren und Gefahrenabwehr bei Lagerung und Transport von Flüssiggas“ des Innenministers Nordrhein-Westfalen

Behältertyp	Kühlwasser l/min
Druckgasflaschen	15
Druckgasbetriebene Kraftfahrzeuge	15
Private Versorgungsanlage	180
Lkw Einzelfahrzeuge	450
Lkw Lkw mit Anhänger Sattelzüge	1.200
Eisenbahn-Kesselwagen	2.500

Tabelle 5:
Kühlwasserbedarf

11. MASSNAHMEN AN FLÜSSIGGASBEHÄLTERN

Nachfolgend ist eine Reihe von Möglichkeiten aufgeführt, um im Schadenfall Behälter abzudichten oder die Bildung zündfähiger Gas-Luft-Gemische zu vermeiden. Welche Maßnahme im Einzelnen zweckmäßig ist ergibt sich aus der Lage an der Schadenstelle und aus einer Abwägung, ob die für die Umgebung und die Einsatzkräfte bestehende oder entstehende Gefahr geringer oder größer wird. In jedem Fall ist jedoch für ausreichende Schutzkleidung der Einsatzkräfte zu sorgen und – soweit möglich – ein Einvernehmen mit dem Betreiber (fachkundige Person) und anderen sachverständigen Stellen herzustellen.



Maßnahmen an Flüssiggasbehältern

Tabelle 6:
Maßnahmen
an Flüssiggas-
behältern

Schaden	Maßnahme	Vorgehen	Besondere Ausrüstungen
Flüssig-gasaustritt allgemein	Gaszufuhr, wenn möglich unterbre-chen	Nach Notwendigkeit und Mög-lichkeit mit dem Betreiber das Vorgehen abstimmen. Schieber, Hähne oder Ventile schließen	
Bei Un-dichtigkei-ten von Tanks und größereren Behältern	Tank/ Behälter durch Fachfirma entleeren lassen	Fachfirma über Flüssiggas-Sicherheitsdienst (FSD) ver-ständigen lassen	
Risse/ Leckagen, wenn die Gaszufuhr nicht unterbro-chen wer-den kann	Risse dicht ausfüllen, Abdichten der Leck-lage	Risse durch Einstemmen von Bleiwolle, Bleimatten oder Holzkeilen abdichten. Densobinde, Dichtstoffe auftragen und fixieren. Dichtungsmittel (z. B. auch Hebekissen) auflegen und an-pressen.	Nicht funken-reißendes Werkzeug Bleiwolle, Bleimatten, Densobinde, Holzkeile Hebekissen, Spanngurte
Für Lecks in der Gasphase bis Abdich-tung erfolgt	Gas-Ver-wirbelung durch Wasser-strahl (falls vor-handen: Dampf-strahl) mit Injektor-wirkung	Austretendes Gas mit Was-serstrahlen durch Injektorwir-kung bis auf ein nicht mehr zündfähiges Gas-Luft-Gemisch verdünnen Wasserstrahl nicht direkt auf das Leck richten Bei austretender Flüssigphase muss der Gasstrahl vollstän-dig vom Wasserstrahl erfasst werden	Wasserver-sorgung ggf. Dampfversor-gung Strahlrohre bzw. Spezial-düsen
Kleinere Lecks in der Flüs-sigphase	Leck vorüber-gehend abdichten (Eiswickel)	Trockene Lappen um das Leck wickeln und mit Wasser besprühen Bei Auftauen erneut besprühen	

12. BERATUNG IM SCHADENFALL

Bei Schadenfällen sind nach Möglichkeit fachkundige Personen des Errichters oder Betreibers der betroffenen Flüssiggasanlage hinzuzuziehen.

Darüber hinaus unterhält der Deutsche Verband für Flüssiggas e. V. (DVFG) einen Flüssiggas-Sicherheitsdienst (FSD).

Dieser führt:

- Fernberatungen über Telefon, Zentrale Telefon-Leitstelle Frankfurt **069 75909-153**,
- Beratungen durch Sachverständige vor Ort und ggf.
- Aktive technische Hilfe vor Ort durch.

Bei der aktiven technischen Hilfe vor Ort kommen Flüssiggastankwagen mit Pumpe und Kompressor, Montagefahrzeuge und Spezialwerkzeuge zum Einsatz. Der FSD hat auch außerhalb der Geschäftszeiten Zugriff auf ein deutschlandweites Netz dieser Fahrzeuge.

13. ÖFFENTLICH-RECHTLICHE VORSCHRIFTEN UND TECHNISCHE REGELN

Folgende Auswahl aus Vorschriften und technischen Regeln (in der jeweils gültigen Fassung) enthält Anforderungen und Hinweise zur Errichtung und zum Betrieb von Flüssiggasanlagen und Flüssiggashältern:

13.1 Gesetze und Verordnungen

- Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG
- Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, 4. BImSchV
- Störfall-Verordnung, 12. BImSchV
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfallverordnung, 2. Störfall-VwV
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV).
- Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR).
- Ordnung für die Internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID).

13.2 Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe

- TRGS 201 Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- TRGS 407 Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
- TRGS 509 Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
- TRGS 510 Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- TRGS 720 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines

- TRGS 721 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- TRGS 727 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- TRGS 725 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen
- TRBS 3145/ TRGS 745 Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren
- TRBS 3146/ TRGS 746 Ortsfeste Druckanlagen für Gase
- TRGS 751 Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen
- TRGS 800 Brandschutzmaßnahmen

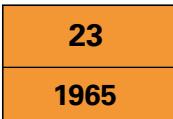
13.3 Normen des Deutschen Instituts für Normung e. V.

- DIN EN 1440 Ortsveränderliche wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Wiederkehrende Prüfung
- DIN EN 1442 Ortsbewegliche wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Gestaltung und Konstruktion
- DIN EN 12 252 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ausrüstung von Straßentankwagen für Flüssiggas (LPG)
- DIN EN 12817 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Instandhaltung und wiederkehrende Prüfung von Behältern für Flüssiggas (LPG) mit einem Fassungsraum bis einschließlich 13 m³ – Oberirdische Aufstellung
- DIN EN 14767 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare Flaschen aus Verbundwerkstoffen für Flüssiggas (LPG) – Wiederkehrende Prüfung

- DIN EN 14795 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile
Ortsbewegliche, wiederbefüllbare Flaschen aus
Aluminium für Flüssiggas (LPG) – Wiederkeh-
rende Prüfung
- DIN 477 Teil 1 Gasflaschenventile für Prüfdrucke bis max. 300 bar;
Bauformen, Maße, Anschlüsse, Gewinde
Teil 4 Gasflaschenventile, Rückschlagventile für Cam-
pingflaschen
- DIN 1871 Gasförmige Brennstoffe und sonstige Gase;
Dichte und andere volumetrische Größen
- DIN 51 622 Flüssiggase; Propan, Propen, Butan, Buten und
deren Gemische, Anforderungen

13.4 Sonstige Regelungen

- DVGW G 600 Technische Regeln für Gasinstallationen
- DVGW G 607 Flüssiggasanlagen in Fahrzeugen
- TRF Technische Regeln Flüssiggas
- Unfallverhütungsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossen-
schaft mit ihren einzelnen Durchführungsanweisungen
 - › DGUV Vorschrift 1 Grundsätze der Prävention
 - › DGUV Vorschrift 79 Verwendung von Flüssiggas
 - › BGR 500 Betreiben von Arbeitsmitteln
- Richtlinie über Gefahren und Gefahrenabwehr bei Lagerung und
Transport von Flüssiggas des Hessischen Innenministeriums,
Florian Hessen 4/98
- Verhalten bei Mängelfeststellung an Flüssiggasanlagen durch den
Fahrer von Straßentankwagen (DVFG-Muster-Betriebsanweisung),
Deutscher Verband Flüssiggas e. V.
- Merkblatt "Was Sie über Flüssiggas wissen müssen – sicherer Um-
gang mit Flüssiggas auf Märkten", Bayerisches Staatsministerium
für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz
- DGUV Information 205-030 Umgang mit ortsbeweglichen Flüssig-
gasflaschen im Brandeinsatz

Kennzeichnung an Transportfahrzeugen mit Flüssiggasflaschen	
	Orangetfarbene Warntafeln ohne Kennzeichnungsnummern hinten und vorne am Fahrzeug (bei mehr als 333 kg Nettomasse Flüssiggas)
Kennzeichnung an Tankfahrzeugen für Flüssiggas	
	Orangetfarbene Warntafeln mit Kennzeichnungsnummern hinten und vorne am Fahrzeug (hier Beispiel für Propan C Gemisch)
Kennzeichnung von Versandstücken (Flüssiggasflaschen)	
	Gefahrzettel nach Muster 2.1 GGVSEB
	Flaschenaufkleber mit Gefahrzettel und weiteren Hinweisen (diese Kennzeichnungsform geht zwar über die Forderung der DIN EN 1089-3 hinaus, wird jedoch oft von den Betreibern verwendet)

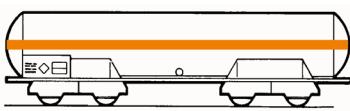
Kennzeichnung in Gebäuden und an stationären Anlagen

	Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten
	Zutritt für Unbefugte verboten
	Entzündbar
	Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre

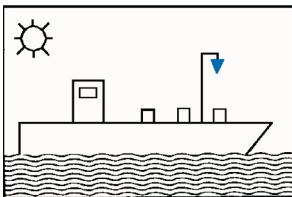
Kennzeichnung von Rohrleitungen

	RAL 1021, gelb, für Gasphase
	RAL 3000, rot, für Flüssigphase

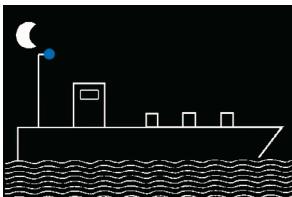
Kennzeichnung von Eisenbahnkesselwagen für verflüssigte Gase

	Kennzeichnung durch einen 300 mm breiten orangefarbenen Streifen, der in Höhe der Behälterachse allseitig um den Tank herumgeht
	Rangierzettel Nr. 13 für vorsichtig zu rangierende Wagen

Kennzeichnung in der Binnenschifffahrt



Bei Tag:
Ein blauer Kegel mit der Spitze
nach unten (auf der Donau auch
rote Kegel möglich)



Bei Nacht:
Ein blaues, gewöhnliches Licht
auf dem Hinterschiff (auf der
Donau auch rotes Licht möglich)

Notizen



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung erfahren?

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 12 22 20 oder per E-Mail an direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

IMPRESSUM

Herausgeber: Staatliche Feuerwehrschule Würzburg,
Weißenburgstr. 60, 97082 Würzburg

Mitwirkung: Staatliche Feuerwehrschulen Bayerns,
Landesfeuerwehrverband Bayern e. V.,
Fa. Tyczka-Energy

Bilder: Staatliche Feuerwehrschulen Bayerns,
TEGA GmbH, Tyczka-Energy,
Waggonbau Brunnighaus GmbH,
Fa. Greencar, Wiener Linien, GOK Regler- und
Armaturen-Gesellschaft mbH & Co. KG

Gestaltung: Staatliche Feuerwehrschule Würzburg,
Sachgebiet Lehr- und Lernmittel

Internet: 07/2021, 4.0 überarbeitete Auflage



feuerwehr-lernbar.bayern

Kosten abhängig
vom Netzbetreiber

Hinweis: Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.