

Wechsel zu Flüssiggas (LPG)
oder
Ersatzversorgung mit Flüssiggas (LPG)

in Industrie- und Gewerbeanlagen

Fachinformation des DVFG e.V.

Version 1.0

Inhalt

Allgemeines	2
1. Eignung der Geräte oder Anlage(n) für Flüssiggas	3
2. Leitungsanlage und Verteilungsinfrastruktur.....	3
3. Dimensionierung der Flüssiggasversorgung.....	4
4. Räumliche Möglichkeiten zur Aufstellung von Flüssiggas-Behältern	7

Allgemeines

Durch die Änderung der Rahmenbedingungen in der deutschen Energieversorgung im Zuge des Ukraine-Kriegs und der Notwendigkeit, Erdgas einzusparen, besteht in einigen Industrie- und Gewerbebetrieben der Wunsch nach einer Diversifizierung einer bislang primär auf Erdgas basierenden Energieversorgung oder nach einer Erweiterung einer bestehenden Erdgasversorgung um eine nicht vom Erdgasnetz abhängige Ausfall- oder Ersatzversorgung.

Unter den gasförmigen Energieträgern bietet Flüssiggas (LPG) die einzige nicht erdgasbasierte Option der nicht leitungsgebundenen Versorgung, wobei viele bestehende Verbrauchsgeräte für Flüssiggas (Gase der 3. Gasfamilie nach DVGW G 260) geeignet sind oder umgerüstet werden können.

Diese Fachinformation liefert Hinweise und eine Orientierung, unter welchen Umständen und mit welchen infrastrukturellen Mitteln eine derartige Versorgung mit Flüssiggas realisiert werden kann.

Unter Flüssiggas wird in dieser Fachinformation **Propan nach DIN 51622** verstanden, welches das Standardprodukt im allgemeinen Flüssiggasvertrieb darstellt.

Bevor die Wahl auf Flüssiggas fällt, sollte zunächst die grundsätzliche Machbarkeit der Versorgungslösung hinsichtlich der Versorgungsaufgabe bewertet werden. Dabei sind insbesondere die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Sind die bestehenden Anlagen und Geräte für Flüssiggas geeignet oder umrüstbar und in welchem Rahmen kann eine Umstellung durchgeführt werden?
2. Ist die Leitungsinfrastruktur für Flüssiggas geeignet und ausreichend dimensioniert bzw. kann für Flüssiggas angepasst werden?
3. Ist die Dimension der Versorgungsaufgabe prinzipiell für Flüssiggas geeignet, und wie sieht die Logistik der Versorgungslösung aus?
4. Ist auf dem Betriebsgelände ausreichend Platz, um die Flüssiggas-Lageranlage mit dazugehöriger Leitung der angedachten Versorgungslösung zu installieren und in welchem Zeitrahmen ist die entsprechende Versorgung zu realisieren?

In den nachfolgenden Abschnitten werden Hinweise zur Beantwortung der o.g. Fragen erläutert.

Dieses Dokument stellt eine **grundsätzliche Orientierungshilfe** dar und kann eine Fachberatung durch spezialisierte Dienstleistungs- oder Versorgungsunternehmen nicht ersetzen.

1. Eignung der Geräte oder Anlage(n) für Flüssiggas

Flüssiggas hat andere Verbrennungseigenschaften als Erdgas. Der Wobbe-Index von Flüssiggas liegt höher als der von Erdgas, und zudem sind die festgelegten Versorgungsdrücke von Flüssiggas nicht mit denen für Erdgas identisch. Flüssiggase und Erdgasqualitäten sind in den Gasgerätenormen unterschiedlichen Gasfamilien zugeordnet. (Erdgas: 2. Familie; Flüssiggas: 3. Familie). Gasgeräte können mit einer oder mehreren Gasfamilien kompatibel sein.

Daher ist jedes für die Flüssiggasversorgung vorgesehene Gasgerät auf seine Flüssiggaseignung zu prüfen. Dabei hängt es insbesondere von der Art des Gerätes und der Gerätesteuerung ab, ob eine Anpassung oder Umstellung möglich ist bzw. wie die Umstellung auf eine andere Gasart erfolgt. In der Regel kann bei Industrieanlagen der Hersteller der Anlage bzw. der Brennerhersteller eingebunden werden.

Die Umstellung muss in der Regel durch einen Fachbetrieb erfolgen und kann handwerkliche Arbeiten am Gerät erfordern, wie beispielsweise ein Wechsel der Verbrennungsdüsen oder Anpassung der Gasdruckregelstrecke. Dazu ist eine Außerbetriebnahme der Anlage erforderlich.

Alternativoption Flüssiggas-Luft-Mischanlagen

Bei komplexen Geräteparcs ist eine vollständige Umstellung aller Geräte auf Flüssiggasbetrieb gegebenenfalls nicht möglich oder nicht erwünscht, oder es soll ein kurzfristiger Wechsel auf Flüssiggasbetrieb ohne geräteseitige Anpassungen ermöglicht werden (beispielsweise wenn ein komplettes Ausschalten und Umstellen von Brennern wegen laufenden Betriebs nicht möglich ist). Hier kann die Versorgung über eine Flüssiggas-Luft-Mischanlage eine prüfungswerte Option darstellen. Dem Grundprinzip nach wird mit der Mischanlage aus Flüssiggas und Umgebungsluft kontinuierlich ein Gasgemisch erzeugt, welches hinsichtlich des Wobbe-Index oder des volumetrischen Brennwertes dem ursprünglichen Erdgas entspricht. Dieses Mischgas wird als Ersatzgas eingesetzt. Möglich ist dies einerseits durch den hohen volumetrischen Heizwert von Flüssiggas und andererseits dadurch, dass das resultierende Flüssiggas-Luft-Gemisch nicht zündfähig ist, da es sich außerhalb der oberen Explosionsgrenze von 11% befindet. Für die Erarbeitung von Mischungskonzepten gibt es spezialisierte Fachfirmen, die auch mit den spezifischen Herausforderungen der transienten Umstellung auf andere Gasgemische vertraut sind. Vorteil ist, dass die bestehende Leitungsinfrastruktur ab dem Einspeisepunkt (Erdgas/Mischgas) erhalten und mit identischen Randbedingungen weiter betrieben werden kann.

2. Leitungsanlage und Verteilungsinfrastruktur

Die Bereitstellung von Erdgas und Flüssiggas unterscheidet sich in wesentlichen Punkten. Erdgas wird an einer Übergabestation oder einem Hausdruckregler mit einem festgelegten Druckniveau an den Anschlussnehmer übergeben. Dabei kann es sich um den Druck der Verbrauchsgeräte handeln, oft ist jedoch vor dem Verbrauchsgerät eine zusätzliche Druckregelung zwischengeschaltet. Flüssiggas wird auf dem Gelände mittels Lagerbehälter bereitgestellt. Am Behälter oder dahintergeschalteten Verdampfer herrscht ein unregelmäßiger Druck am Gasphasenausgang, der meist in zwei Druckstufen auf den Standardgerätedruck geregelt wird. Größere Industrieanlagen benötigen jedoch gegebenenfalls auch Mitteldruck, selten Flüssigphase (bei auf Flüssiggas ausgelegten Anlagen).

Typische Druckstufen sind bei Flüssiggas:

- Flüssigphase und unregelmäßige Gasphase 25 bar (PS der Anlagenteile 25 bar),
- geregelte Gasphase „Mitteldruck“ 0,7 bar oder 1,5 bar (PS der Anlagenteile 5 bar),
- Verbrauchsgerätedruck „Niederdruck“ 50 mbar (PS der Anlagenteile 0,5 bar).

Die meisten Werkstoffe und Komponenten in der Leitungsinstallation sind sowohl mit Erdgas als auch mit Flüssiggas kompatibel; so werden in der Regel die gleichen Bauteile für beide Gasfamilien eingesetzt. Wesentliche Elemente, die im Rahmen der Eignungsbeurteilung betrachtet werden müssen, sind:

- Das Konzept der Druckregelung (Anzahl, Positionierung und Abstufung der Druckstufen für den Flüssiggasbetrieb)
- Die Eignung der betreffenden Rohrleitungsabschnitte für die vorgesehene Druckstufe
- Die Eignung der Dimensionierung und der Sicherheitseinrichtungen für den benötigten Gasdurchfluss
- Unterschiede in den sicherheitstechnischen Eigenschaften, beispielsweise höhere Dichtheitsanforderungen an die Rohrleitungen

Als konkretes Regelwerk zur Ausführung können die Technische Regel Gasinstallation (TRGI), die DVGW G 614 (alle Teile), die Technische Regel Flüssiggas (TRF) sowie die DGUV-Vorschrift 79 „Verwendung von Flüssiggas“ herangezogen werden.

Bei der Leitungsanlage ist zudem zu berücksichtigen, dass die Erstbefüllung des Flüssiggasbehälters nur zulässig ist, wenn die Flüssiggasanlage komplett installiert ist und alle erforderlichen Bescheinigungen vorliegen. Es ist also nicht möglich, einen nicht betriebsfähigen Flüssiggasbehälter ohne angeschlossenes Rohrleitungssystem als „Backup“ vorzuhalten.

3. Dimensionierung der Flüssiggasversorgung

Flüssiggas ist ein transportabler Energieträger mit einer hohen Energiedichte. Er wird mit dem Schiff, mit Eisenbahnkesselwagen (EKW) und mit Tankwagen (TKW) auf der Straße transportiert. Die Transporteinheiten haben festgelegte Maximalkapazitäten, woraus sich die Lieferlogistik ableiten lässt. Ein Hafenzugang ist in der Regel nicht vorhanden, ebenso wird in vielen Fällen kein Schienenzugang existieren. Daher bestehen logistische Grenzen, was die Standortbelieferung betrifft.

Die Einlagerung von Flüssiggas erfolgt in ortsfeste Tanks. Für die ortsfesten Tanks gibt es festgelegte Grenzen, unterhalb derer bestimmte Genehmigungen (z. B. nach Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG und den Immissionsschutzverordnungen) nicht erforderlich sind. Größere Tanks sind genehmigungsbedürftig und sollen zudem erdgedeckt eingelagert werden, d. h. der Aufbau der Infrastruktur ist in diesem Fall mit einem Genehmigungsverfahren verbunden, das Zeit beansprucht.

Der Flüssiggasverbrauch bemisst sich nach dem durchschnittlichen Wärmebedarf. Bei Anlagen, die kurzzeitig laufen, aber hohe Spitzenlasten haben, muss auch die Spitzenlast zuverlässig abgedeckt werden. Möglicherweise sind separate Flüssiggas-Verdampfer notwendig; diese decken praktisch alle Leistungsklassen ab.

Grundsätzliche Größen

Physikalische Größen von Flüssiggas (Propan)	
Heizwert	12,87 kWh/kg
Brennwert	13,98 kWh/kg
Energiedichte (Heizwert) bei 15°C flüssig	6,56 kWh/l
Ortsfeste Lagerung	
Kleinster genehmigungsfreier Tank	1,2 Tonnen / 15400 kWh
Größter genehmigungsfreier Tank	2,9 Tonnen / 37300 kWh
Industrietank, genehmigungsbedürftig (vereinfachtes Verfahren 4. BImSchV ohne Öffentlichkeitsbeteiligung + Baugenehmigung)	29 Tonnen / 373000 kWh
Größter Industrietank unterhalb der Grenze der Störfallverordnung	49 Tonnen / 631000 kWh
Transport	
Tankwagen (TKW) Kapazität	9 bis 11 Tonnen (Verteilerfahrzeug) 18 bis 22 Tonnen (Sattelauflieger)
Eisenbahnkesselwagen (EKW) Kapazität	30 bis 45 Tonnen

Orientierungswerte Flüssiggas-Logistik nach Bedarf

Die nachfolgende Tabelle ist nach Dauerleistung auf 24 h berechnet. Wird die Anlage z. B. mit der genannten Leistung nur während einer 8-Stunden-Schicht betrieben, vermindert sich der Verbrauch auf ein Drittel. Die Betrachtung erfolgt konservativ nach Heizwert.

Durchschnittsleistung der Anlage	Flüssiggasverbrauch	Orientierungswert Lagerung	Orientierungswert Logistik
10 kW	18 kg/Tag	2,9 t Tank	Befüllung durch TKW 2 mal im Jahr
50 kW	95 kg/Tag		Befüllung durch TKW 1 mal im Monat
100 kW	190 kg/Tag		Befüllung durch TKW alle 1-2 Wochen
500 kW	1 Tonne / Tag	29 t Lagerkapazität	1 TKW (Einzelfahrt) alle 2 Monate
1 MW	1,9 Tonnen / Tag		1 TKW (Einzelfahrt) jede Woche
5 MW	10 Tonnen /Tag	49 t Lagerkapazität	1 TKW am Tag
10 MW	19 Tonnen/Tag		Eisenbahnkesselwagen (EKW)
50 MW	93 Tonnen/Tag	Mehrere Tanks Störfallbetrieb	TKW-Sattelaufleger Direktabfüllung aus EKW Grenze des logistisch Machbaren

Orientierung Spitzenlastabdeckung

Zusätzlich zur Durchschnittsleistung muss die ggf. höhere Spitzenlast der Verbrauchsanlage zuverlässig abgedeckt werden. Dies kann bei geringeren Leistungen durch Naturverdampfung (gasförmige Entnahme aus dem Behälter) erfolgen. Bei höheren Leistungen muss die Spitzenlast durch Flüssiggas-Verdampfer abgedeckt werden. Neben der reinen Verdampfungsleistung gibt es weitere beeinflussende Kriterien wie z. B. Redundanzüberlegungen für Prüf- und Wartungsvorgänge. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Orientierung über darstellbare Spitzenlasten.

Spitzenlast	Flüssiggasverbrauch Höchstwert	Orientierungswert Spitzenlastabdeckung
50 kW	3,9 kg/h	2,9 t Tank Naturverdampfung (kurzzeitig, 20 Minuten)
100 kW	7,8 kg/h	
500 kW	39 kg/h	29 t Tank Naturverdampfung oder Trockenverdampfer mit Drehstromanschluss (400V)
1 MW	78 kg/h	Elektrisch beheizter Trockenverdampfer mit Drehstromanschluss (400 V)
5 MW	390 kg/h	Nassverdampfer Industrieanlage
10 MW	780 kg/h	
100 MW	7800 kg/h	Kaskadierung Industrieverdampfer
> 200 MW	>15000 kg/h	

Orientierung Dauerleistung

Die Dauerlast kann durch Naturverdampfung oder durch Verdampfer bereitgestellt werden. Größere Behälter haben eine höhere Dauerverdampfungsleistung. Erdgedeckte Behälter haben durch den Wärmeübergang aus dem Erdreich eine höhere Verdampfungsleistung als oberirdische Behälter, speziell im Winter. Oberhalb der in der Tabelle angegebenen Werte sind Verdampfer für die Bereitstellung der Dauerleistung erforderlich. Die Entnahmekapazität hängt jedoch von weiteren Parametern ab (wie dem Füllungsgrad im Behälter und dem erforderlichen Vordruck am Regler), so dass eine Detailberechnung empfehlenswert ist.

Tank	Maximale Dauerentnahme	Maximale Dauerleistung
2,9 t oberirdisch	4,4 kg/h (Winter)	56 kW
2,9 t erdgedeckt	6 kg/h	77 kW
29 t erdgedeckt	60 kg/h	770 kW

4. Räumliche Möglichkeiten zur Aufstellung von Flüssiggas-Behältern

Flüssiggas-Behälter sind überwachungsbedürftige Anlagen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung. Für die Aufstellungs- bzw. Einlagerungsbedingungen sind technische Regeln zu beachten, insbesondere die TRBS 3146/TRGS 746 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“.

Eine umfangreiche Vorprüfung der Aufstellungsbedingungen sollte durch ein fachkundiges Unternehmen erfolgen. Wesentliche Grundzüge sind jedoch:

- Flüssiggasanlagen mit Behältern unter 3 t können oberirdisch oder erdgedeckt errichtet werden (Einlagerungstiefe 0,5 m). Flüssiggasbehälter über 3 t sollen unterirdisch mit einer Erddeckung (im Normalfall 1,0 m) vorgesehen werden.
- An Flüssiggasanlagen bestehen explosionsgefährdete Bereiche (3 m um die Armaturen) und es sind Abstände zu Kanälen, Schächten und Öffnungen (zu tieferliegenden Räumen) von 5 m einzuhalten. Dies gilt speziell für die Behälter und auch für Verdampferanlagen.
- Oberirdische Behälter sind gegen Brandlasten in der Umgebung zu schützen und es sind Schutzmaßnahmen vor mechanischer Beschädigung (insbesondere durch Anfahren) vorzusehen. Verdampfer müssen ebenfalls geschützt werden.
- Erdgedeckte Behälter sind nicht per se überfahrbar; überfahrbare Behälter und ggf. überfahrbare Domschächte sind speziell für die jeweiligen Belastungen ausgelegt.
- Bei Industriebehältern >3 t kann sich die Auslegung je nach der konkreten Einlagerung unterscheiden (z. B. Verlegung in Grube oder spätere Erdüberdeckung als „Hünengrab“)
- Die Behälter müssen fürs Füllen und für Wartungs- und Prüfarbeiten zugänglich sein.
- Flüssiggas ist ein nicht wassergefährdender Stoff, dennoch sind in Schutzgebieten nach Wasserhaushaltsgesetz wasserrechtliche Vorgaben zu beachten.

Gesamtanlagen mit einer Lagerkapazität über 3 t fallen zusätzlich in die 4. BImSchV (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen), d. h. die Anlage muss in einem behördlichen Verfahren vorher genehmigt werden (Baugenehmigung für jeden Behälter ab 3 t sowie Genehmigung nach 4. BImSchV für die Lageranlage). Je nach Anlagengröße steigt der Aufwand bei den Genehmigungsverfahren, siehe Bild 1.

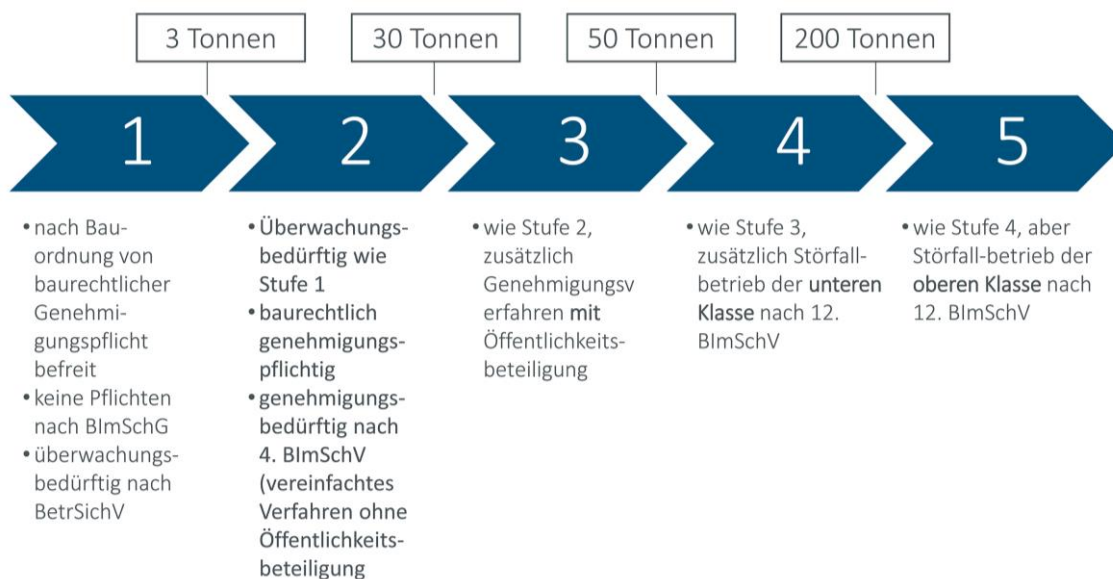


Bild 1 – Genehmigungsanforderungen bei der Lagerung von Flüssiggas

© Deutscher Verband Flüssiggas e. V., Berlin

Haftungsausschluss Dieses Dokument wurde sorgfältig erstellt; eine Haftung auf die Inhalte wird jedoch ausgeschlossen. Der Nutzer bleibt für die korrekte Anwendung der Vorschriften verantwortlich.

Hinweise zum Dokument bitte an info@dvg.de

Stand: August 2022