

**4.3 Flüssiggas**

Die bestehenden Flüssiggasvorschriften basieren noch auf den alten EKAS-Richtlinien. SVGW-Richtlinie für feste Flüssiggasinstallationen ist auf 2015 geplant.

**a) Nennwärmebelastung  $\dot{Q}_A$**

Grundlagen:

- Nennwärmeleistung Heizgerät
- Wirkungsgrad bezogen auf  $H_u$ 
  - Gerät **ohne** Abgaskondensation  $\eta_{Hu} = 0,85 - 0,95$
  - Gerät **mit** Abgaskondensation  $\eta_{Hu} = 0,95 - 1,05$

Muster:

$\dot{Q}_L = \dots\dots\dots$  kW  $\dot{Q}_L = 29,1$  kW  
 $\eta_{Hu} = \dots\dots\dots$   $\eta_{Hu} = 1,04$

Beispiel:

$\dot{Q}_A = \frac{\dot{Q}_L}{\eta_{Hu}}$   $[\dot{Q}_A] = \text{kW}$

Lösung Beispiel:

$\dot{Q}_A = \frac{29,1}{1,04} = 28$  kW

**Nennwärmebelastung**

**$Q_A = 28,0$  kW**

**b) Apparate Anschlusswert  $m_A$**

Grundlagen:

- Heizwert Flüssiggas (Propan)  
Anschlusswerte gemäss Verbrauchsapparate  
Bei unbekanntenen Werten Tabelle 1 oder Tabelle 2 benutzen.

Muster:

$H_{UB} = \dots\dots\dots$  kW  $H_{UB} = 12,87$  kWh/kg

Beispiel:

$\dot{m}_A = \frac{\dot{Q}_A}{H_u}$   $[\dot{m}_A] = \frac{\text{kW} \cdot \text{kg}}{\text{kWh}} = \frac{\text{kg}}{\text{h}}$

Lösung Beispiel:

$\dot{m}_A = \frac{28}{12,87} = 2,18$   $\frac{\text{kg}}{\text{h}}$

**Apparate Anschlusswert**

**$m_A = 2,18$  kg/h**

Tabelle 1: Anschlusswerte von Haushaltapparaten

Apparat	Nennwärmebelastung $\dot{Q}_A$ kW	Anschlusswert $\dot{m}_A$ kg/h
Herd mit Backofen	3- Flammen	0,8
	4- Flammen	1,0
Kochmulde/ Rechaud	2- Flammen	0,31
	3- Flammen	0,42
	4- Flammen	0,62
Backofen Kühlschrank Waschautomat / Tumbler Glühstrumpf (Lampe)	3,5	0,28
	0,4	0,03
	7,5	0,60
	0,6	0,05
Durchfluss- Wassererwärmer	5 l/min	0,83
	10 l/min	1,66
	13 l/min	2,10
	16 l/min	2,60

Tabelle 2: Anschlusswerte Gewerblicher Apparate

Apparat	Nennwärmebelastung $\dot{Q}_A$ kW	Anschlusswert $\dot{m}_A$ kg/h
Herd in Grossküchen (offene Brenner)	3,5	<b>0,28</b>
	5,6	<b>0,44</b>
	8,4	<b>0,65</b>
Fortkochplatte Brat- und Backofen Steamer	4,0	<b>0,31</b>
	5,5	<b>0,42</b>
	8,0	<b>0,62</b>

Heiz- und Wärmeapparate:

Heizkessel, Heizöfen, Lufterhitzer, Heizstrahler und Dunkelstrahler welche für Heizzwecke eingesetzt werden sind Dauerverbraucher und werden somit immer mit 100% Spitzenentnahme gerechnet.

Die Heiz- und Wärmeapparaten sind immer objektbezogen zu bestimmen und die Apparate-Anschlusswerte anhand der Herstellerdaten zu berechnen. Bei modulierenden Heizgeräten ist immer der Maximalbelastungswert einzusetzen.

### c) Anzahl Flaschen $n$

Für die Berechnung der Rampengrösse, d.h. der Anzahl der anzuschliessenden Flaschen ist die tiefste zu erwartende Umgebungstemperatur sowie die Betriebsart / Betriebsdauer massgebend. Die resultierende Verdampferleistung ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

*Grundlagen:*

- Spitzenentnahme
- Max. Verdampferleistung pro Flasche  
35 kg-Flasche (-15°C / 30Min)

*Muster:*

$$m_s = \dots \text{ kg/h} \quad m_v = \dots \text{ kg/h}$$

*Beispiel:*

$$m_s = 2,18 \text{ kg/h} \quad m_v = 1,22 \text{ kg/h}$$

$$n = \frac{\dot{m}_s}{\dot{m}_v}$$

$$[n] = \frac{\text{kg} \cdot \text{h} \cdot \text{Flasche}}{\text{h} \cdot \text{kg}} = n \text{ Flaschen}$$

*Lösung Beispiel:*



$$n = \frac{2,18}{1,22} = 1,79 \text{ Flaschen}$$

**Anzahl Flaschen gewählt**

$$n = \underline{\underline{2 \text{ Stk.}}}$$

Rampengrösse = 2 x 2 Flaschen

Tabelle 3: Zulässige Entnahmemenge pro Flasche

Gasart und Flaschengrösse	Umgebungs- temperatur	Entnahmemenge in kg/h • Flasche je Entnahmezeit			
		30 Min	1 h	2 h	dauernd
Propan 35 kg 	- 15 °C	1,22	0,95	0,75	0,45
	- 5 °C	1,80	1,50	1,20	0,55
	+ 5 °C	2,50	1,90	1,60	0,70
	+ 15 °V	3,20	2,40	1,90	0,90
Propan 10 kg 	- 15 °C	0,75	0,60	0,50	0,40
	- 5 °C	1,00	0,80	0,65	0,50
	+ 5 °C	1,20	1,00	0,85	0,60
	+ 15 °V	1,60	1,35	1,10	0,80

Ist die Anzahl der Flaschen bestimmt, müssen für eine Flaschenrampe gleich viele Flaschen auf der Betriebs- wie auf der Reserveseite angeschlossen werden.

Im Gebäude sind max. 2 x 2 Flaschen (bis 13 kg) zugelassen. Ausserhalb des Gebäudes sind max. 2 x 8 Flaschen (bis 35 kg) zu einer Flaschenrampe zusammengeschlossen zulässig.

Ist der jährliche Gasverbrauch grösser als 1'000 – 1'500 kg, sollte man anstelle einer Flaschenrampe einen Flüssiggastank planen.

Wahrscheinlicher jährlicher Flüssiggasverbrauch pro Person in kg / P • a bzw. kg/m<sup>2</sup> beheizte Wohnflächen (Ganzjahresbetrieb):

Kochen	ca. 25 kg	Trocknen	ca. 15 kg	Warmwasser	ca. 100 kg
Waschen	ca. 15 kg	Kühlen	ca. 15 kg	Raumheizung	ca. 9 kg/m <sup>2</sup>

Tabelle 4: Tankanlage im Erdreich verlegt

Tankgrösse / Jahresverbrauch / Verdampferleistung				
Tankgrösse	m <sup>3</sup>	<b>2,7</b>	<b>4,85</b>	<b>12,5</b>
Jahresverbrauch	ca. t	1,5 – 10	6 – 25	25 – 50
Verdampferleistung in kg	10 Min	42,5	75,0	125,0
	2 h	8,0	15,0	26,0
	dauernd	6,0	11,5	18,0

bei Winterbetrieb - 10 °C, Mindestentnahmedruck ca. 1,0 bar (für Mitteldruckverteilung)

Im Erdreich verlegte Tankanlagen sind sicherer als Überfluranlagen und haben zudem im Winterbetrieb höhere Verdampferleistungen.

**d) Rohrweitenbestimmung Mitteldruck d**

Die Gliederung der Rohrinstallation erfolgt anhand der verschiedenen Druckstufen (Propangas).

- Hochdruck 1500 – 4000 mbar Leitung ab Flasche bis Verteiler-Umschaltventil
- Mitteldruck 50 – 1500 mbar Verteilungen ab Verteilerdruckregler bis zum Apparateabsperrventil 800 mbar = Umstelldruck am Verteiler Umschaltventil
- Niederdruck < 50 mbar Geräteanschlussleitung ab Geräte-Druckregler bis zum Apparat.

Der Geräte-Betriebsdruck wird vom Hersteller vorgegeben (35 mbar oder 50 mbar). Für die Geräteanschlussleitung (max. 2m) ist die Rohrweite am Apparatanschluss massgebend.

Die vereinfachte Bestimmung der Rohrweite erfolgt anhand der Tabelle 4 für Verteilungen im Mitteldruck. Die Tabelle berücksichtigt die wahrscheinliche Höchstlast von Haushaltapparaten (inkl. Gasheizungen < 1 kg/h), übliche Einzelwiderstände sowie einen Druckverlust von ca. 5 %.

Als abgewickelte Leitungslänge gilt die Gesamtlänge vom jeweiligen Gerät bis zur Flaschenrampe.

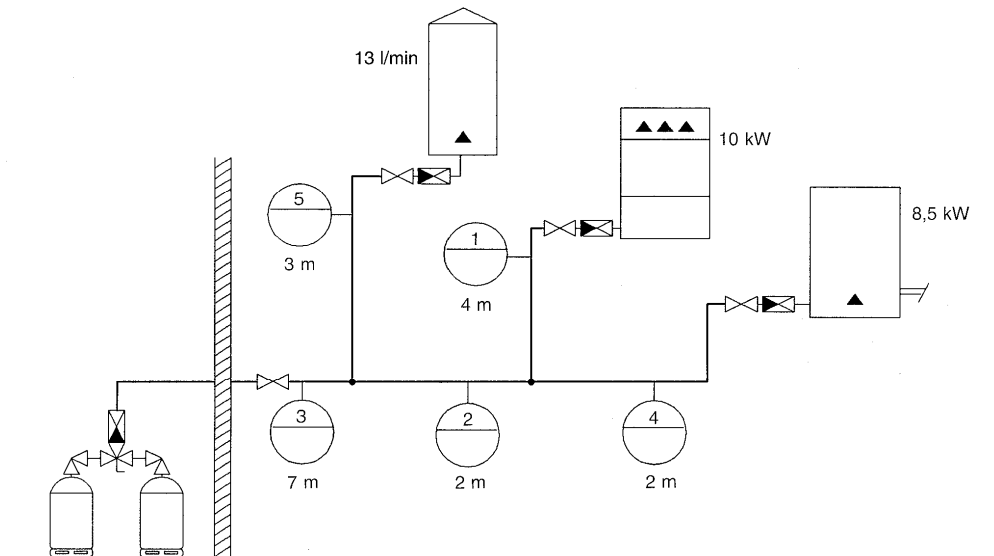
Tabelle 4: vereinfachte Rohrweitenbestimmung

Maximal abgewickelte Leitungslänge in m	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m
Rohrwerkstoffe	Maximale Entnahmemenge in kg/h					
Stahlrohre verz./schw.						
3/8"	10	10	10	10	5	5
1/2"	16	16	13	13	8	8
3/4"	25	20	17	17	14	12
Kupferrohre h/w oder Stahlrohre CrNiSt						
8 x 6 mm	5	3	2	2	2	1
10 x 8 mm	10	5	5	5	4	3
13 x 11 mm	10	10	10	10	5	5
15 x 13 mm	20	20	15	15	10	10
18 x 16 mm	35	26	20	20	20	16

Grosse zentrale Gasheizungen, Gewerbe- und Industrieanlagen oder Leitungen länger als 40 Meter erfordern eine Überprüfung der Rohrweiten mittels Druckverlustberechnung.

# I. Anwendungsbeispiel Hausinstallation

im Mitteldruck-Verteilssystem aus SUVA Broschüre Auslegung von Flüssiggasanlagen



Rohrweitentabelle

Strecke Nr.	Belastung		Bemessungslänge in m		Rohr Ø in mm	Abgas Ø in mm	Frischluf A in cm <sup>2</sup>
	kW	kg/h	Teilstrecke	Länge total			
1	10	<b>0,8</b>	4,0	13,0	8 x 6	keine	keine
2		<b>1,5</b>	2,0	13,0	8 x 6		
3		<b>3,6</b>	7,0	13,0	10 x 8		
4	8,5	<b>0,7</b>	2,0	11,0	8 x 6	75	2 x 100
5	27	<b>2,1</b>	3,0	10,0	8 x 6	120	2 x 270

Aus montagetechnischen und Lagerhaltungsgründen werden die Leitungen in Cu 12 x 10 mm oder St, verz. 1/2" ausgeführt.

## e) Verbrennungsluftöffnung $A_v$

Grundlagen:

- Nennwärmebelastung

Muster:

Beispiel:

$$\dot{Q}_A = \dots \text{ kW} \quad \dot{Q}_A = 28,0 \text{ kW}$$

$$A_v = 10 \cdot \dot{Q}_A$$

$$[A_v] = \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{kW}}{\text{kW}} = \text{cm}^2$$

Lösung Beispiel:

$$A_v = 10 \cdot 28 = 280 \text{ cm}^2$$

**Verbrennungsluftöffnung**

$$A_v = \underline{\underline{280 \text{ cm}^2}}$$

Gewählt: Handelsüblich

Rohr Ø 200 mm  
Kanal 10 x 30 cm

**Raumluftöffnung**

$$A_R = \text{min. } \underline{\underline{150 \text{ cm}^2}}$$

Raumluftunabhängige Luft-Abgas-Systeme (LAS) benötigen bis 70 kW keine Raumluftöffnung

Gemäss den SUVA-Richtlinien für Flüssiggase sind für Geräte in Räumen mit weniger als 5 m<sup>3</sup> Rauminhalt, die Schränke oder Räume mit zwei Frischluftöffnungen (unten und oben) von je 500 cm<sup>2</sup> zu versehen.

**Abzugslose Gasapparate**

Grösse der Frischluftöffnung in Abhängigkeit des Raumvolumens:

- < 15 m<sup>3</sup>    Betrieb von Gasapparaten nicht gestattet (ausgenommen Gas-Kühlschränke und Gaslampen)
- < 60 m<sup>3</sup>    Gasapparate    < 12 kW    benötigen 2 x 100 cm<sup>2</sup> Lüftungsöffnungen
- > 60 m<sup>3</sup>    Gasapparate    < 12 kW    keine Lüftungsöffnung
- >12 kW    benötigen 2 x 100 cm<sup>2</sup> Lüftungsöffnungen

In Haushaltsküchen eingesetzte Geräte wie Backofen, Rechaud oder Herd benötigen keine separate Verbrennungsluftöffnung.

**f) Rohrweite der Abgasleitung      d**

Für die Bestimmung des Querschnitts der Abgasleitung und des Kamins ist der Apparateanschlusswert massgebend.

Die Querschnitte für die Abgasleitungen können aus der Tabelle 5 entnommen werden.

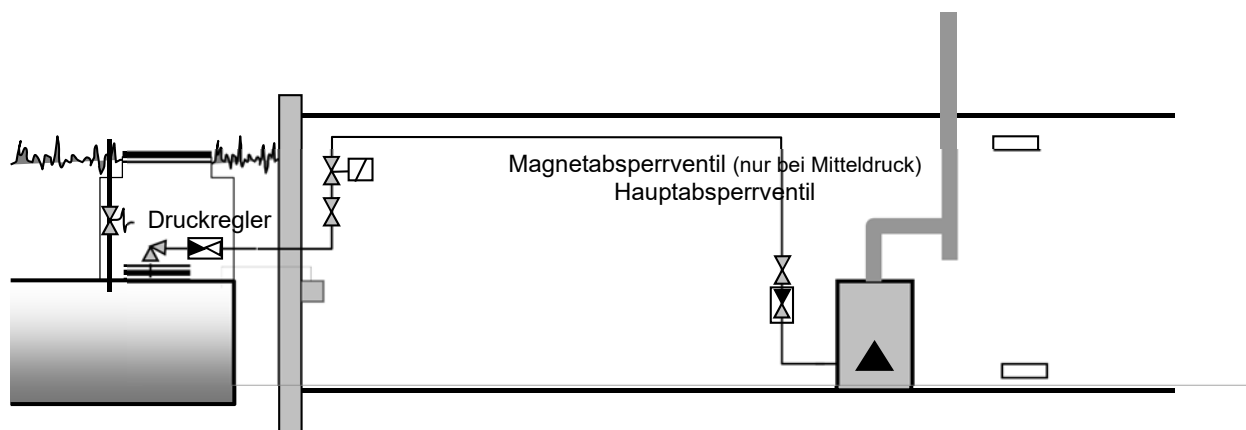
Die Mindestrohrweite darf folgende Rohrweiten nicht unterschreiten:

- bei Gebläsebrenner                    d = 100 mm
- bei Atmosphärenbrenner            d = 80 mm
- bei Brennwertapparaten            d = 50 mm

**Tabelle 5: Rohrweite von Abgasleitungen**

Angeschlossenene Apparate		Mindestquerschnitt in cm <sup>2</sup>	Handelsüblicher Rohrdurchmesser Ø in mm
Nennwärmebelastung in kW	Anschlusswert in kg/h		
6,4	0,50	27	60
7,7	0,60	34	75
9,1	0,70	40	75
10,4	0,80	43	75
11,6	0,90	49	90
12,9	1,00	54	90
19,4	1,50	74	105
25,8	2,00	95	120
32,2	2,50	111	120
38,7	3,00	133	135
45,5	3,50	156	150
51,8	4,00	172	150

## II. Anwendungsbeispiel Flüssiggas-Heizanlage



### a) Nennwärmebelastung $\dot{Q}_A$

Grundlagen:

- Nennwärmeleistung Heizgerät

- Wirkungsgrad bezogen auf  $H_u$

Gerät **ohne** Abgaskondensation

Gerät **mit** Abgaskondensation

$$\eta_{Hu} = 0,85 - 0,95$$

$$\eta_{Hu} = 0,95 - 1,05$$

Muster:

$$\dot{Q}_L = \dots \text{ kW}$$

$$\eta_{Hu} = \dots$$

Beispiel:

$$\dot{Q}_L = 42,0 \text{ kW}$$

$$\eta_{Hu} = 1,05$$

$$\dot{Q}_A = \frac{\dot{Q}_L}{\eta_{Hu}}$$

$$[\dot{Q}_A] = \text{kW}$$

Lösung Beispiel:

$$\dot{Q}_A = \frac{42}{1,05} = 40,0 \text{ kW}$$

**Nennwärmebelastung**

$$Q_A = \underline{\underline{40,0 \text{ kW}}}$$

### b) Apparate Anschlusswert $\dot{m}_A$

Grundlagen:

- Heizwert Flüssiggas (Propan)

Anschlusswerte gemäss Verbrauchsapparate

Bei unbekanntenen Werten Tabelle 1 oder Tabelle 2 benutzen.

Muster:

$$H_{UB} = \dots \text{ kW}$$

Beispiel:

$$H_{UB} = 12,87 \text{ kWh/kg}$$

$$\dot{m}_A = \frac{\dot{Q}_A}{H_u}$$

$$[\dot{m}_A] = \frac{\text{kW} \cdot \text{kg}}{\text{kWh}} = \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Lösung Beispiel:

$$\dot{m}_A = \frac{40}{12,87} = 3,10 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Apparate Anschlusswert**

$$m_A = \underline{\underline{3,10 \text{ kg/h}}}$$

**Erd-Tankanlage Shell**

$$V = \underline{\underline{4,80 \text{ m}^3}}$$

**c1) Rohrweitenbestimmung  $m_A$   
Mitteldruckverteilung 1'500 mbar**

Grundlagen:

- Rohrleitungsmaterial
- Rohrlänge ab Druckregler
- Einzelwiderstände  
Äquivalenter Rohrlängenzuschlag
- Druckverlust Magnetventil  
Gemäss Hersteller

Muster:

.....  
l = ..... m  
l' = ..... %

Beispiel:

Stahlrohre  
l = 12,50 m  
l' = 70 %  
 $\Delta p = 3,2$  mbar

Rohrweite gemäss **Tabelle 4** (Vordimensionierung)

Lösung Beispiel:

Leitungslänge =  $12,5 \cdot 1,7 = 21,25$  m  $\rightarrow$  Tabelle 30m m  $\rightarrow$  d = 1/2" (bis max. 8.0 kg/h)

Druckverlustberechnung mit Tabelle 5.3.10 SI-Handbuch

Strecke	$\dot{m}_{max}$ kg/h	Di (Zoll) Ø "	R effektiv mbar/m	l + l' m	$\Delta p_{Leff}$ mbar
1	3,1	16 (1/2")	0,08	12,5 + 5,25	1,42

Der Gesamtdruckverlust inkl. Magnetventil beträgt  $\Delta p = (1,42 + 3,2) = 4,62$  mbar, er ist bei Mitteldruckverteilung meist so klein, dass er vernachlässigt werden kann.

**c2) Rohrweitenbestimmung  $m_A$   
Niederdruckverteilung 50 mbar**

Grundlagen:

- Rohrleitungsmaterial
- Rohrlänge ab Druckregler
- Einzelwiderstände  
Äquivalenter Rohrlängenzuschlag
- Druckverlust Magnetventil  
Gemäss Hersteller

Muster:

.....  
l = ..... m  
l' = ..... %

Beispiel:

Stahlrohre  
l = 12,50 m  
l' = 70 %  
 $\Delta p = 3,2$  mbar

Rohrweite gemäss **Tabelle 5.3.3 SI-Handbuch** (Vordimensionierung)

Lösung Beispiel:

Leitungslänge =  $12,5 \cdot 1,7 = 21,25$  m  $\rightarrow$  Tabelle 30m m  $\rightarrow$  d = 1" (bis max. 3,6 kg/h)

Druckverlustberechnung mit Tabelle 5.3.7 und 5.3.9 SI-Handbuch

Strecke	$\dot{m}_{max}$ kg/h	Di (Zoll) Ø "	R effektiv mbar/m	l + l' m	$\Delta p_{Leff}$ mbar
1	3,1	(27 mm) 1"	0,01	12,5 + 8,75	0,22

Der maximal zulässige Druckverlust beträgt:

- bei 37 mbar Betriebsdruck (0.05 x 37) = 1,85 mbar
- bei 50 mbar Betriebsdruck (0.05 x 50) = 2.50 mbar

Der Gesamtdruckverlust beträgt 1.75 mbar (1.75 < 1.85 und < 2.5 mbar)

**Die Rohrweite ist i.O. !**

**d) Verbrennungsluftöffnung  $A_V$** 

$$A_V = 10 \cdot \dot{Q}_A$$

$$[A_V] = \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{kW}}{\text{kW}} = \text{cm}^2$$

*Lösung Beispiel:*

$$[A_V] = 10 \cdot 40 = 400 \text{ cm}^2$$

**Verbrennungsluftöffnung**

$$A_V = \underline{\underline{400 \text{ cm}^2}}$$

Gewählt: Handelsüblich

Rohr  $\varnothing$  250 mm  
Kanal 10 x 50 cm

**e) Raumluftöffnung  $A_R$** 

**Raumluftöffnung**

$$A_R = \text{min. } \underline{\underline{150 \text{ cm}^2}}$$

**f) Abgasleitung  $d$** 

**Abgasleitung**

$$d = \underline{\underline{150 \text{ mm}}}$$

Rohrweiten gemäss Tabelle 5:

$Q_A$ bis 3,5 kg/h	Mindestquerschnitt	$A = 156 \text{ cm}^2$
	Handelsübliches Rohr	$\varnothing = 150 \text{ mm}$