

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/d75feae0-78ec-3bf8-a02f-decb3779913d>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung (TRGS 407)
Amtliche Abkürzung	TRGS 407
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Anhang 1 TRGS 407 - zu TRGS 407 Einteilung der Gase in Gruppen und gasspezifische Maßgaben

(1) Die besonderen Maßgaben der folgenden Tabellen gelten für innerbetriebliche Tätigkeiten mit Gasen, wie z. B. das Füllen für Zwecke der innerbetrieblichen Verwendung. Die Gefahrgutvorschriften einschließlich ADR /1/ und RID bleiben durch die Bemerkungen und besonderen Maßgaben in den folgenden Tabellen unberührt.

(2) Folgende Erläuterungen gelten für die Tabellen:

1. Gase werden in den Tabellen als stark korrosiv bezeichnet, wenn sie Behälter- bzw. Konstruktionswerkstoffe stark angreifen (nicht zu verwechseln mit der Einstufung als hautätzend bzw. hautreizend).
2. Der Klassifizierungscode (KC) nach Gefahrgutrecht (siehe auch ADR 2.2.2.1.2 und 2.2.2.1.3) hat folgende Bedeutungen:
1 = verdichtetes Gas, 2 = verflüssigtes Gas, 3 = tiefgekühlt verflüssigtes Gas, 4 = gelöstes Gas, A = erstickend, O = oxidierend, F = entzündbar, T = giftig, TF = giftig, entzündbar, TC = giftig, ätzend, TO = giftig, oxidierend, TFC = giftig, entzündbar, ätzend, TOC = giftig, oxidierend, ätzend.
3. Zur Vermeidung von Gefährdungen durch Verwechslungen (z. B. die Verwechslung von entzündbaren und oxidierenden Gasen) sollen die seitlichen Anschlussstutzen gemäß DIN 4771-1 gewählt werden. Daher wird bei Gasen, bei denen eine mögliche Verwechslung besondere Gefährdungen birgt, in den folgenden Tabellen explizit auf bestimmte Ausgangsanschlüsse hingewiesen.
4. Verschlussmuttern werden im Gefahrgutrecht auch als Stopfen oder Kappe bezeichnet.

A.1.1 Reine Gase

Tabelle 1:

Permanentgase mit einer kritischen Temperatur $T_k \leq -50$ °C: Diese Gase lassen sich unter Druck nicht verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit in die Gruppen 1.1 und 1.2 unterteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise manometrisch bestimmt.

Permanentgase, Gruppe 1.1: nicht entzündbar						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Argon Ar	- 122,4	- 185,9	1,38		1006 1951	1A 3A
Fluor F2	- 129,0	- 188,1	1,31	Ja	1045	1TOC
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Die Werkstoffauswahl zur Verwendung mit Fluor (inklusive ausreichender Passivierung des Stahls) ist von besonderer Bedeutung, da ansonsten spontan heftige Reaktionen auftreten können. Aluminiumlegierungen dürfen nicht verwendet werden.				
	2.	Die meisten üblichen Dichtmaterialien sind für Fluor nicht geeignet und können sich spontan entzünden (wie z. B. Dichtmaterialien in der Verschlussmutter). Deshalb dürfen nur speziell für Fluor geeignete Werkstoffe (z. B. PTFE und andere vollfluorierte Kunststoffe) verwendet werden.				
	3.	Eine Flasche darf nicht mehr als 5 kg Fluor enthalten.				
	4.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das für Chlor zu verwendende 1"Gewinde haben.				
	5.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen für Fluor geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben. Sie müssen bis zu einem Überdruck von 40 bar gasdicht sein.				
	6.	Für Beförderung und Lagerung müssen die Verschlussmuttern fest aufgeschraubt sein.				
	7.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
8.	Gasberührte Ausrüstungsteile, die mit organischen Verunreinigungen wie Fett oder Öl verunreinigt sind, müssen vor dem Füllen gereinigt werden.					
9.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h. der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Helium He	- 268,0	- 268,9	0,14		1046 1963	1A 3A
Krypton Kr	- 63,8	- 153,4	2,90		1056 1970	1A 3A
Neon Ne	- 228,8	- 246,0	0,70		1065 1913	1A 3A

Permanentgase, Gruppe 1.1: nicht entzündbar						
Sauerstoff O ₂	- 118,4	- 183,0	1,10		1072 1073	10 30
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Völlig entleerte Flaschen für Tauch- und Atemschutzgeräte sind vor dem Füllen (mit Sauerstoff oder mit einem sauerstoffhaltigen Gemisch) einer Besichtigung des Flascheninnern zu unterziehen. Die Flasche darf nur gefüllt werden, wenn sich das Innere der Flasche in einem einwandfreien Zustand befindet oder der einwandfreie Zustand wieder hergestellt worden ist. Dies gilt auch, wenn dem Sauerstoff noch andere Stoffe beigemischt sind.				
2.	Gasberührte Ausrüstungsteile (Armaturen und Rohrleitungen) müssen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur ausgewählt werden. Hinweise hierzu gibt es in den entsprechenden Tabellen zur DGUV Information 213-073.					
3.	Gasberührte Ausrüstungsteile, die mit organischen Verunreinigungen wie Fett oder Öl verunreinigt sind, müssen vor dem Füllen gereinigt werden.					
Stickstoff N ₂	- 146,9	- 195,8	0,97		1066 1977	1A 3A
Stickstoffmonoxid NO	- 92,9	- 151,8	1,04		1660	1TOC
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Trockenes Stickstoffmonoxid greift ferritische Stähle praktisch nicht an. Es bildet mit Sauerstoff sofort NO ₂ bzw. N ₂ O ₄ . Feuchtes N ₂ O ₄ greift Stahl stark an.					
	Besondere Maßgaben:					
1.	Es dürfen nur Flaschen bis zu einem Fassungsraum von 85 l verwendet werden.					
2.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das für Chlor zu verwendende 1"-Gewinde haben.					
Permanentgase, Gruppe 1.2: entzündbar						
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Deuterium D ₂	- 234,8	- 249,5	0,14		1957	1F

Permanentgase, Gruppe 1.2: entzündbar						
Kohlenmonoxid CO	- 140,2	- 191,5	0,97		1016	1TF
	Bei Behältern aus Stahl besteht Gefahr der Spannungsrisskorrosion durch Verunreinigung mit Schwefelwasserstoff.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d.h. der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
3.	Bei Verwendung von Behältern aus Stahl gelten für Kohlenmonoxid und Gasmische, die Kohlenmonoxid enthalten, die besonderen Maßgaben für Schwefelwasserstoff (s. Gruppe 3.2) sinngemäß.					
Methan CH4	- 82,5	- 161,5	0,55		1971 1972	1F 3F
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Es darf nur Methan gefüllt werden, das frei von Cyanwasserstoff ist. Methan, das Schwefelverbindungen enthält, darf nur gefüllt werden, wenn die Schwefelverbindungen nach Art und Menge keine Spannungsrisskorrosion verursachen können.				
	2.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	3.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d.h. der Taupunkt < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
Wasserstoff H2	- 239,9	- 252,8	0,07		1049 1966	1F 3F

Tabelle 2:

Gase mit einer kritischen Temperatur $-50\text{ °C} < T_k \leq 65\text{ °C}$: Diese Gase lassen sich nur unter vergleichsweise hohem Druck verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit und ihrer chemischen Stabilität in die Gruppen 2.1 bis 2.3 eingeteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise gravimetrisch bestimmt.

Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T_k in °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC

Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Bortrifluorid BF ₃	- 12,2	- 100,3	2,37		1008	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Das Gas ist nach Gewicht zu füllen.				
	2.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
3.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Chlortrifluormethan (R13) CCIF ₃	28,8	- 81,9	3,64		1022	2A
Chlorwasserstoff HCl	51,5	- 85,0	1,27	Ja	1050	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
Kohlendioxid CO ₂	31,0	- 78,5	1,53		1013 2187	2A 3A
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -40 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
Schwefelhexafluorid SF ₆	45,6	- 63,8	5,11		1080	2A
Stickstofftrifluorid NF ₃	- 39,3	- 129,0	2,44		2451	2O
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.				
	2.	Die Behälter müssen innen trocken und frei sein von Stoffen, die mit dem Gas in gefährlicher Weise reagieren können.				
Tetrafluormethan (R14) CF ₄	- 45,7	- 128,0	3,04		1982	2A

Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Trifluormethan (R23) CHF ₃	26,0	- 82,2	2,44		1984	2A
Xenon Xe	16,6	- 108,1	4,56		2036 2591	2A 3A
Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.2: entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Ethan C ₂ H ₆	32,3	- 88,6	1,05		1035 1961	2F 3F
Ethylen C ₂ H ₄	9,2	- 103,8	0,97		1962 1038	2F 3F
Phosphan PH ₃	51,9	- 87,8	1,18		2199	2TC
Pyrophores Gas, kann sich an Luft von selbst entzünden.						
Besondere Maßgaben:						
1.	Es dürfen nur Flaschen mit einem Fassungsraum bis zu 85 l verwendet werden.					
2.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das für Wasserstoff zu verwendende Gewinde W 21,80 x 1/14 LH haben.					
3.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.					
4.	Für Beförderung und Lagerung müssen die Verschlussmuttern fest aufgeschraubt sein.					
5.	Jede Flasche ist vor dem Füllen mit gereinigtem Wasserstoff zu spülen und anschließend zu evakuieren.					
6.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.					
7.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
8.	Bei Tätigkeiten mit Phosphan ist Gasdichtheit durch Prüfung sicherzustellen.					

Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.2: entzündbar, chemisch stabil						
Monosilan SiH4	- 3,5	- 111,4	1,11		2203	2F
	Pyrophores Gas, kann sich an Luft von selbst entzünden.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Es dürfen nur Flaschen aus Stahl mit einem Fassungsraum bis zu 85 l verwendet werden.				
	2.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das für Wasserstoff zu verwendende Gewinde W 21,80 x 1/14 LH haben.				
	3.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.				
	4.	Für Beförderung und Lagerung müssen die Verschlussmuttern fest aufgeschraubt sein.				
5.	Jede Flasche ist vor dem Füllen mit gereinigtem Wasserstoff zu spülen und anschließend zu evakuieren.					
Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.3: chemisch instabil						
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Difluorethylen (R1132a) C2H2F2	29,7	- 84,0	2,23		1959	2F
Distickstoffoxid N2O	36,4	- 88,5	1,53		1070	2O
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
Ozon O3	- 12,1	- 110,5	1,66			
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Ozon wird im Allgemeinen nicht in verflüssigter Form gehandhabt. Es darf auch nicht transportiert werden und hat daher keine UN-Nr.					
	Besondere Maßgaben:					
	Die Verflüssigung von Ozon muss unbedingt vermieden werden, da es sich in flüssiger Phase leicht zur Explosion bringen lässt.					
Vinylfluorid (Fluorethen) (R1141) C2H3F	54,7	- 72,2	1,62		1860	2F

Tabelle 3:

Gase mit einer kritischen Temperatur $T_k > 65$ °C: Diese Gase lassen sich bereits unter vergleichsweise geringem Druck

verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit und ihrer chemischen Stabilität in die Gruppen 3.1 bis 3.3 eingeteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise gravimetrisch oder volumetrisch bestimmt.

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Bortrichlorid BCl ₃	178,8	12,5	4,06		1741	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Bromchlordifluormethan (R12B1) CBrClF ₂	154,0	- 3,3	5,88		1974	2A
Bromtrifluormethan (R13B1) CBrF ₃	66,8	- 57,9	5,23			
Bromwasserstoff HBr	89,9	- 66,7	2,82	Ja	1048	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Carbonylchlorid (Phosgen) COCl ₂	182,3	7,4	3,50		1076	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Chlor Cl ₂	144,0	- 34,1	2,49	Ja	1017	2TOC
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.				
	2.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
3.	Gasberührte Ausrüstungsteile, die mit organischen Verunreinigungen wie Fett oder Öl verunreinigt sind, müssen vor dem Füllen gereinigt werden.					
4.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Chlordifluormethan (R22) CHClF ₂	96,2	- 40,6	2,99		1018	2A
Chlorpentafluorethan (R115) C ₂ ClF ₅	80,0	- 39,1	5,44		1020	2A
2-Chlor-1,1,1-trifluorethan (R133a) C ₂ H ₂ ClF ₃	150,0	6,9	4,09		1983	2A
Chlortrifluorid ClF ₃	174,0	11,8	3,29		1749	2TOC
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Gasberührte Ausrüstungsteile, die mit organischen Verunreinigungen wie Fett oder Öl verunreinigt sind, müssen vor dem Füllen gereinigt werden.				
3.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Dichlordifluormethan (R12) CCl ₂ F ₂	112,0	- 24,9	4,26		1028	2A
Dichlorfluormethan (R21) CHCl ₂ F	178,5	8,9	3,65		1029	2A

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Dichlortetrafluorethan (R114) C ₂ Cl ₂ F ₄	145,7	3,5	6,11		1958	2A
Heptafluorpropan (R227) C ₃ HF ₇	100,0	- 17,0	(5,87)		3296	2A
Hexafluorpropen (R1216) C ₃ F ₆	86,2	- 29,6	(5,28)		1858	2A
Oktafluorocyclobutan (RC318) C ₄ F ₈	115,3	- 6,4	7,17		1976	2A
Oktafluorpropan (R218) C ₃ F ₈	71,9	- 36,7	8,54		2424	2A
Pentafluorethan (R125) C ₂ HF ₅	66,2	- 48,1	1,21		3220	2A
Schwefeldioxid SO ₂	157,5	- 10,0	2,26	Ja	1079	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Stickstofftetroxid N ₂ O ₄	158,2	21,1	2,83	Ja	1975	2TOC
	Oxidierendes Gas, kann mit oxidierbaren Materialien gefährlich reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Gasberührte Ausrüstungsteile, die mit organischen Verunreinigungen wie Fett oder Öl verunreinigt sind, müssen vor dem Füllen gereinigt werden.				
3.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Sulfurylfluorid SO ₂ F ₂	91,8	- 55,4	3,47		2191	2T

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
1,1,1,2-Tetrafluorethan (R134a) C ₂ H ₂ F ₄	101,0	- 26,1	3,59		3159	2A
	Besondere Maßgaben:					
	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Trifluoracetylchlorid CF ₃ COCl	(109)	(- 24,8)	(4,57)		3057	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h. der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Wolframhexafluorid WF ₆	170,0	17,1	10,28		2196	2TC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Es sind nur Flaschen bis zu einem Fassungsraum von 85 l zulässig.				
	2.	Die Behälter müssen innen trocken und frei sein von Stoffen, die mit dem Gas in gefährlicher Weise reagieren.				
	3.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmutter besitzen. Die Verschlussmutter müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.				
	4.	Das Gas darf bis zu einem Gesamtüberdruck von 5 bar (bei 15 °C) mit Argon überlagert werden.				
Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Ethylamin C ₂ H ₅ NH ₂	183,4	16,6	1,61		1036	2F
Ethylchlorid (R160) C ₂ H ₅ Cl	187,2	12,3	2,31		1037	2F
Ammoniak NH ₃	132,4	- 33,4	0,60		1005	2TC
n-Butan C ₄ H ₁₀	152,0	- 0,5	2,11		1011	2F
i-Butan C ₄ H ₁₀	135,0	- 11,7	2,11		1969	2F

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil						
1-Buten C4H8	146,4	- 6,2	2,00		1012	2F
cis-2-Buten C4H8	162,4	3,7	2,00		1012	2F
trans-2-Buten C4H8	155,5	0,9	2,00		1012	2F
i-Buten C4H8	144,7	- 7,1	2,00		1055	2F
Chlordifluorethan (R142b) C2H3ClF2	137,1	- 9,6	3,61		2517	2F
Cyclopropan C3H6	124,6	- 32,9	1,45		1027	2F
Dichlorsilan SiH2Cl2	176,3	8,4	3,56		2189	2TFC
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das Gewinde 1 LH haben.				
	2.	Die Ventile müssen gasdicht schließende und unverlierbar mit dem Ventil verbundene Verschlussmuttern besitzen. Die Verschlussmuttern müssen geeignete, unbeschädigte Dichtungen haben.				
3.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
1,1-Difluorethan (R152a) C2H4F2	113,5	- 25,0	2,34		1030	2F
Difluormethan (R32) CH2F2	78,4	- 51,7	1,82		3252	2F
Dimethylether C2H6O	126,9	- 24,8	1,63		1033	2F
Dimethylamin C2H6NH	164,6	7,4	1,60		1032	2F
Dimethylsilan (CH3)2SiH2	125,0	- 19,6	2,11			
	Besondere Maßgaben:					
	Die besonderen Maßgaben für Methylsilan (s. Gruppe 3.2) gelten sinngemäß.					

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil						
Methanthiol CH ₃ SH	196,8	6,0	1,70		1064	2TF
	Bei Behältern aus Stahl besteht die Gefahr der Spannungsrisskorrosion durch Verunreinigungen mit Schwefelwasserstoff.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
3.	Die besonderen Maßgaben für Schwefelwasserstoff (s. Gruppe 3.2) gelten für Methanthiol und Gemische, die Methanthiol enthalten, sinngemäß.					
Methylamin CH ₃ NH ₂	156,9	- 6,3	1,80		1061	2F
Methylbromid (R40B1) CH ₃ Br	194,0	3,6	3,07		1062	2T
Methylchlorid (R40) CH ₃ Cl	143,0	- 23,8	1,78		1063	2F
Methylsilan CH ₃ SiH ₃	79,3	- 57,5	1,61			
	Besondere Maßgaben: Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das für Wasserstoff zu verwendende Gewinde W 21,80 x 1/14 LH haben.					
Propan C ₃ H ₈	96,8	- 42,1	1,55		1978	2F
Propen C ₃ H ₆	91,8	- 47,7	1,48		1077	2F

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil						
Schwefelwasserstoff H2S	100,4	- 60,2	1,19	Ja	1053	2TF
	Es besteht die Gefahr der Spannungsrissskorrosion.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	2.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
	Besondere Maßgaben für Behälter aus Stahl:					
	1.	Werkstoffe müssen gegen Wasserstoffversprödung beständig sein.				
	2.	Ein Behälter, bei dem Verdacht auf Sulfid-Spannungskorrosion besteht, darf nicht gefüllt werden. Ein Behälter, dessen Inneres bei der Besichtigung den Eindruck der "Grübchenbildung" erweckt, darf nur weiterverwendet werden, wenn nach einer geeigneten Untersuchung der inneren Behälteroberfläche der Behälter freigegeben wurde. Als geeignete Untersuchungen gelten das Magnetpulververfahren und die Ultraschallprüfung.				
	3.	Die Behälter sollen nicht vollständig entleert werden. Ist ein Behälter vollständig entleert worden, so muss er vor dem Füllen einer geeigneten Innenbehandlung unterzogen werden.				
	4.	Ein mit "Schwefelwasserstoff" gekennzeichneter Behälter darf auf ein anderes Gas nur umgestempelt werden, wenn der Nachweis erbracht ist, dass Sulfid-Spannungskorrosion nicht eingetreten ist.				
5.	Die Maßgaben 1 bis 4 gelten auch für Gemische, die Schwefelwasserstoff enthalten.					
1,1,1-Trifluorethan (R143a) C2H3F3	73,0	- 47,6	2,95		2035	2F
3,3,3-Trifluorpropen (TFP) C3H3F3	107,0	- 30,0	3,32			
	Besondere Maßgaben: Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Trimethylamin (CH3)3N	160,2	2,9	2,00		1083	2F

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil						
Trimethylsilan (CH ₃) ₃ SiH	155,0	6,7	(2,61)			
	Besondere Maßgaben:					
	Die besonderen Maßgaben für Methylsilan (s. Gruppe 3.2) gelten sinngemäß.					
Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.3: chemisch instabil (in der Regel entzündbar)						
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Ethylenoxid C ₂ H ₄ O	195,8	10,5	1,52		1040	2TF
	Chemisch instabiles Gas, kann auch ohne Luftsauerstoff beim Wirksamwerden einer Zündquelle explosionsartig reagieren.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Für Behälter mit einem Volumen von V > 1m ³ muss die Gasphase inertisiert werden. Über die erforderlichen Kenntnisse und die Fachkunde zur Beurteilung der Inertisierung ethylenoxidhaltiger Gasphasen verfügt die BAM.				
	2.	Hinweis: Für einige Druckgasbehälter ist ggf. ein Sonnenschutz erforderlich (siehe z. B. Gefahrgutvorschriften).				
1,2-Butadien C ₄ H ₆	170,6	10,9	1,95		1010	2F
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Hinweis: Für einige Druckgasbehälter ist ggf. ein Sonnenschutz erforderlich (siehe z. B. Gefahrgutvorschriften).				
	2.	Der Volumengehalt des Sauerstoffes in der Gasphase darf 50 ppm nicht übersteigen.				
1,3-Butadien C ₄ H ₆	152,0	- 4,5	1,92		1010	2F
	Butadien ist zwar nicht als chemisch instabil eingestuft (UN-Prüfhandbuch, Section 35), kann aber bereits mit Spuren von Sauerstoff Peroxide bilden, die dann zu explosionsartigen Reaktionen führen können.					
	Besondere Maßgaben					
	1.	Hinweis: Für einige Druckgasbehälter ist ggf. ein Sonnenschutz erforderlich (siehe z. B. Gefahrgutschriften).				
	2.	Dem Gas muss ein Stabilisator in ausreichender Menge zugegeben sein.				

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.3: chemisch instabil (in der Regel entzündbar)						
Chlorcyan CICN	(175,0)	12,9	2,19		1589	2TC
	Chlorcyan ist bei nicht-atmosphärischen Bedingungen ein chemisch instabiles Gas, das ohne Anwesenheit anderer Stoffe gefährlich reagieren kann. Chlorcyan ist nicht entzündbar. Bei Behältern aus Stahl besteht die Gefahr der Spannungsrisskorrosion bei Anwesenheit von Cyaniden.					
	Besondere Maßgaben					
	1.	Um gefährliche Reaktionen zu vermeiden, muss das Gas in bestimmter Reinheit vorliegen und ein geeigneter Stabilisator in ausreichender Menge beigegeben sein. Über die erforderlichen Kenntnisse und die Fachkunde zur Beurteilung der Stabilisierung verfügt die BAM.				
	2.	Es dürfen nur Flaschen und Flaschenbündel verwendet werden.				
	3.	Ein Behälter, bei dem der Verdacht auf Spannungsrisskorrosion besteht, darf nur gefüllt werden, wenn nach einer geeigneten Untersuchung der inneren Behälteroberfläche der Behälter freigegeben wurde.				
	4.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
	5.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < -10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
	Besondere Maßgaben für Behälter aus Stahl:					
	1.	Die Behälter sollen nicht vollständig entleert werden. Ist ein Behälter vollständig entleert worden, so muss er vor dem Füllen einer geeigneten Innenbehandlung unterzogen werden.				
2.	Die Maßgabe 1 gilt auch für Gemische, die Chlorcyan enthalten.					
Chlortrifluorethylen (R1113) C2ClF3	105,8	- 28,4	4,11		1082	2TF
	Besondere Maßgaben					
	1.	Hinweis: Für einige Druckgasbehälter ist ggf. ein Sonnenschutz erforderlich (siehe z. B. Gefahrgutvorschriften).				
2.	Dem Gas muss ein geeigneter Stabilisator in ausreichender Menge zugegeben sein.					

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.3: chemisch instabil (in der Regel entzündbar)						
Cyanwasserstoff HCN	183,5	25,7	0,95		1051	TF1
	Bei Behältern aus Stahl besteht die Gefahr der Spannungsrisskorrosion bei Anwesenheit von Cyaniden.					
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Die besonderen Maßgaben für Chlorcyan (s. Gruppe 3.3) gelten entsprechend.				
	2.	Es darf nur Cyanwasserstoff gefüllt werden, dessen Wassergehalt 3 % nicht übersteigt und der frei von Alkalien oder anderen Stoffen ist, die eine Polymerisation begünstigen.				
3.	Vom Datum des Füllens an muss der Inhalt jeder gefüllten Flasche innerhalb eines Jahres entweder zum Verbrauch entnommen oder gefahrlos vernichtet werden.					
Dicyan C2N2	126,6	- 21,2	1,80		1026	2TF
	Besondere Maßgaben					
	1.	Es dürfen nur Flaschen bis zu einem Fassungsraum von 50 l verwendet werden.				
	2.	Bei Verwendung von unlegierten Baustählen muss das Gas trocken sein.				
	3.	Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.				
4.	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h., der Taupunkt muss < - 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
Vinylbromid (R1140B1) C2H3Br	198,0	15,7	3,7		1085	2F
Vinylchlorid (R1140) C 2H3Cl	156,5	- 13,7	2,16		1086	2F
Vinylmethylether C3H6O	172,0	6,0	2,06		1087	2F
	Besondere Maßgaben					
		Hinweis: Für einige Druckgasbehälter ist ggf. ein Sonnenschutz erforderlich.				
Acetylen: entzündbar, chemisch instabil						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC

Acetylen: entzündbar, chemisch instabil						
Acetylen C2H2	35,2	- 84,0*	0,91		1001 3374	4F 2F
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Es dürfen nur Flaschen u. Flaschenbündel verwendet werden. Sie müssen mit einem entsprechend den Gefahrgutvorschriften zugelassenen porösen Material gefüllt sein.				
	2.	Bis auf Flaschen für lösemittelfreies Acetylen (UN-Nr. 3374) müssen die Flaschen die entsprechend Gefahrgutvorschriften zugelassene Menge Lösemittel enthalten.				
3.	Der maximale Acetylengehalt darf den entsprechend den Gefahrgutvorschriften zugelassenen Acetylengehalt nicht überschreiten.					

A.1.2 Gasgemische

Für definierte Gasgemische wird, soweit möglich, für die kritische Temperatur T_k die pseudo-kritische Temperatur angegeben. Zur Berechnung der pseudo-kritischen Temperatur von Gasgemischen siehe [Anhang 2 Nummer A.2.1 Absatz 2](#). Wenn vorhanden, wird für den Siedepunkt der Siedebeginn angegeben.

Tabelle 1:

Permanentgasgemische mit einer kritischen Temperatur $T_k \leq - 50 \text{ °C}$: Diese Gase lassen sich unter Druck nicht verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit in die Gruppen 1.1 und 1.2 unterteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise manometrisch bestimmt.

Permanentgase, Gruppe 1.1: nicht entzündbar						
Gas	$T_{kin} \text{ °C}$	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Luft	- 140,7	- 194,4	1		1002 1003	1A 3O
Permanentgase, Gruppe 1.2: entzündbar						
Gas	$T_{kin} \text{ °C}$	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Gemisch aus Wasserstoff und Methan					2034	1F
	Besondere Maßgaben:					
	Das zu füllende Gas muss trocken sein, d. h. der Taupunkt muss $< -10 \text{ °C}$ sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					

Tabelle 2:

Gasgemische mit einer kritischen Temperatur $- 50 \text{ °C} < T_k \leq 65 \text{ °C}$: Diese Gase lassen sich nur unter vergleichsweise hohem Druck verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit und ihrer chemischen Stabilität in die Gruppen 2.1 bis 2.3 eingeteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise gravimetrisch bestimmt.

Unter hohem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 2.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Azeotropes Gemisch aus 59,9 % Chlortrifluormethan und 40,1 % Trifluormethan (R503)	27,6				2599	2A

Tabelle 3:

Gasgemische mit einer kritischen Temperatur $T_k > 65$ °C: Diese Gase lassen sich bereits unter vergleichsweise geringem Druck verflüssigen. Innerhalb der Tabelle sind die Gase nach ihrer Entzündbarkeit und ihrer chemischen Stabilität in die Gruppen 3.1 bis 3.3 eingeteilt. Die Füllmenge wird üblicherweise gravimetrisch oder volumetrisch bestimmt.

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil						
Gas	T_{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC
Gemisch aus 44 % R125, 4 % R134a und 52 % R143a (R404A)	71,2				3337	2A
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Das zu füllende Gas muss trocken sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
2.	Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden.					
Gemisch aus 20 % R32, 40 % R125 und 40 % R134a (R407A)	82,6				3338	2A
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Das zu füllende Gas muss trocken sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
2.	Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden.					
Gemisch aus 10 % R32, 70 % R125 und 20 % R134a (R407B)	74,4				3339	2A
	Besondere Maßgaben:					
	1.	Das zu füllende Gas muss trocken sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.				
2.	Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden.					

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.1: nicht entzündbar, chemisch stabil							
Gemisch aus 23 % R32, 25 % R125 und 52 % R134a (R407C)	87,1				3340	2A	
	Besondere Maßgaben:						
	1.	Das zu füllende Gas muss trocken sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.					
	2.	Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden.					
Azeotropes Gemisch aus 73,8 % R12 und 26,2 % R152a (R500)	112,4				2602	2A	
Azeotropes Gemisch aus 48,8 % R22 und 51,2 % R115 (R502)	87,9				1973	2A	
Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.2: entzündbar, chemisch stabil							
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC	
Flüssiggas (entsprechend DIN 51622)					1075	2F	
Gemische aus Kohlenwasserstoffen, z. B. Gemisch A, A01, A02, A0, A1, B1, B2, B oder C					1965	2F	
Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.3: chemisch instabil (in der Regel entzündbar)							
Gas	T _{kin} °C	Sdp. in °C	Rel. Dichte	Korrosiv	UN-Nr.	KC	
Gemisch aus maximal 87 % Ethylenoxid mit Kohlendioxid					3300	2TF	
	Besondere Maßgaben:						
		Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden, entweder aus Überkopfstellung oder mittels Steigrohr.					

Unter geringem Druck zu verflüssigende Gase, Gruppe 3.3: chemisch instabil (in der Regel entzündbar)							
Gemisch aus Dichlordifluormethan mit maximal 12 % Ethylenoxid					3070	2A	
	Besondere Maßgaben:						
		Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden, entweder aus Überkopfstellung oder mittels Steigrohr.					
Methylacetylen/ Propadien-Gemisch I, z.: Gemisch P1 oder P2					1060	2F	
	Besondere Maßgaben:						
	1.	Der Ausgangsanschluss der Flaschenventile muss das Innengewinde W 21,80 x 1/14 LH haben.					
	2.	Das Gasgemisch darf nur aus der flüssigen Phase entnommen werden. Abweichend davon darf auch aus der gasförmigen Phase entnommen werden					
	-	bei Flaschen mit einem Fassungsraum von mehr als 79 l,					
-	bei sonstigen Behältern, wenn durch analytische Überwachung sichergestellt ist, dass eine gefährliche Anreicherung von Methylacetylen und von Propadien verhindert wird.						
3.	Die Entnahme aus der gasförmigen Phase zum Verbrauch darf nur über Druckminderer mit fest verbundener Gasrücktrittsicherung und mit Flammensperre erfolgen.						

Fußnoten

- Sublimationspunkt