

1. Anwendungsbereich und Zweck

Diese Richtlinie ist anzuwenden bei der Planung, Konstruktion sowie Betrieb von Anlagen, die gefährliche Gase im stationären Produktionsprozess verarbeiten. Die Gase können sowohl im Ausgangsstoff und als auch im Reaktionsprodukt vorkommen.

2. Begriffsbestimmung (nach BGV B 6, bzw. VBG 61, siehe Tabelle auf Seite 5-7)

Einstufung der Gase nach deren gefährlichen Eigenschaften:

- Brennbare Gase (F), Gase, die bei Normaldruck im Gemisch mit Luft einen Explosionsbereich (Zündbereich) haben, keine Differenzierung in „leichtentzündlich“, „hochentzündlich“ oder „selbstentzündlich“.
- Gesundheitsgefährliche Gase, differenziert nach den unterschiedlichen Wirkungen auf den Menschen:
 - · sehr giftige Gase (T+)
 - · giftige Gase (T)
 - · gesundheitsschädliche Gase (Xn)
 - · ätzend wirkende Gase
 - · reizend wirkende Gase (Xi)
 - · krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (fruchtschädigende) Gase (K)
- Brandfördernde Gase (O), Gase, die mit brennbaren Stoffen so reagieren können, dass die brennbaren Stoffe erheblich schneller abbrennen als in Luft.
- Chemisch Instabile Gase (CI), Gase, die unter normalen Lager- und Betriebsbedingungen durch Energieeinwirkung oder durch katalytische Einwirkung von Fremdstoffen,- auch unter Ausschluss von Sauerstoff-, zu einer exothermen Reaktion gebracht werden können.
- Wassergefährdende Gase (W), Gase, die im Katalog wassergefährdender Stoffe aufgeführt sind und eingestuft nach:
 - · stark wassergefährdend (Wassergefährdungsklasse 3)
 - · wassergefährdend (Wassergefährdungsklasse 2)
 - · schwach wassergefährdend (Wassergefährdungsklasse 1)
- Sonstige Gase (I), Gase, die im Sinne der Gefahrstoffverordnung keine Gefahrstoffe sind, jedoch bei falscher Handhabung gefährlich sein können, da sie durch Verdrängung des Luftsauerstoffs erstickend wirken können.
- Noch nicht eingestufte Gase (N), Gase, deren Einstufung nach den vorhandenen Kriterien noch nicht abschließend vorgenommen worden ist.

Bedeutung der zusätzlichen Ziffer in der tabellarischen Darstellung:

Ziffer 1 in der O - Spalte: brandfördernd unter gewisser Bedingung

Ziffer 2a in der K – Spalte: Verdacht krebserzeugend

Ziffer 2b in der K – Spalte: Verdacht fortpflanzungsschädigend

Ziffer 3 in der T – Spalte: in anderen Vorschriften vorläufig als giftig eingestuft

Ziffer 4 in der T – Spalte: narkotisch

Ziffer 5 in der CI – Spalte: wenn Umgebungsbedingungen vom Normalzustand abweichen (erhöhte Temperatur oder erhöhter Druck)

Ziffer 6 in der CI – Spalte: schwer zum Zerfall anregbares instabiles Gas

Ziffer 7 in der O – Spalte: Luft im flüssigen Zustand ist brandfördernd

Ziffer 8 in der F – Spalte: Ammoniak und Brommethan haben mit Luft bei Normaldruck einen Explosionsbereich

**Normung
M-Technik**

Bearbeitet: Böll
Geprüft

Ausgabe

Sept. 00

\\MNL\LHH-N\

090217.docx

3. Maßnahmen für die Anlagen – Baugruppen

Grundsätzlich sind nur stoffspezifisch-beständige Materialien zu verwenden.
Achtung: manche Gase werden in Lösungsmittel geliefert, z.B. Acetylen in Aceton, das Lösungsmittel ist aggressiver als der Arbeitsstoff selbst und die verwendeten (Dichtungs-) Materialien müssen im Störfall auch dagegen resistent sein.

3.1 Gasversorgung

3.1.1 Rohrleitungen

Die Dichtheit der Anschlüsse soll grundsätzlich mit besonderer Sorgfalt geprüft werden, beim Einsatz von brennbaren und zugleich giftigen Gasen (wie z.B. Diboran, Fluorwasserstoff) können mögliche Leckagen durch Umschließung der Rohrleitungen in einer zusätzlichen vakuumdruck-überwachten zweiten Hülle (second containment) erfasst und sicher gehandhabt werden.

3.1.2 Gasflaschen

Bei der Auswahl der Gasflaschengröße sollen die Mindestmengenkriterien Beachtung finden, jede unnötige Mengenreserve bedeutet Erhöhung des Gefährdungspotentials.

Maßnahmen zur Beseitigung des Gasstopfeneffekts:

- Vor dem Flaschenwechsel: beim Lösen der Verschraubung weicht eine gewisse Restgasmenge aus; diese ist falls erforderlich durch Evakuieren und Belüften oder durch gezieltes Spülen mit einem Inertgas zu verhindern.
- Nach dem Flaschenwechsel: falls erforderlich ist Restluft durch Evakuieren oder Spülen mit dem Arbeitsgas zu beseitigen.

Bei Aufstellung in einer Fabrikationshalle finden die DIN 12925 Teil 2 Anwendung:

3.1.2.1 Brennbar und brandfördernde Gase

Sind in Sicherheitsschränken mit 10-fachem Luftwechsel in der Stunde aufzubewahren.

3.1.2.2 Gesundheitsgefährliche Gase

Sind in Sicherheitsschränken mit 120-fachem Luftwechsel in der Stunde aufzubewahren.

3.1.2.3 Sonstige Gase

Dürfen ohne Sicherheitsschrank aufgestellt werden, standardmäßige Sicherung der Gasflaschen erforderlich (Flaschenhalterung, Anfahrerschutz).

3.2 Prozesskammer

3.2.1 Explosionsgefahr:

Nach BGR 104 bzw. ZH 1/10 kann durch Herabsetzen des Druckes unter den Atmosphärendruck erreicht werden, dass entweder keine Explosion mehr stattfindet (dies ist im allgemeinen bei Ausgangsdrücken von ≤ 50 mbar gegeben) oder dass der Explosionsdruck unter dem Atmosphärendruck bleibt (da der Explosionsdruck proportional abhängig ist vom Ausgangsdruck, ist dies bei Stoffen mit einem maximalen Explosionsdruck von 10 bar der Fall, wenn der Ausgangsdruck kleiner 0,1 bar ist). Ein weiterer Effekt ist die Erhöhung der Mindestzündenergie. Das Vakuum muss messtechnisch überwacht und bei Betriebsstörungen (z. B. bei Lufteinbruch) durch eine andere Maßnahme (z.B. Inertisierung und/oder Vermeidung von Zündquellen durch Abschalten) ergänzt werden.

Normung M-Technik	Bearbeitet: Böll	Ausgabe			\\MNL\HH-N\
	Geprüft	Sept. 00			090217.docx

3.2.2 Gefahr durch adiabatische Verdichtung

Wenn Gase unter hohem Druck schlagartig in ein geschlossenes System mit niedrigem Druck eingeleitet werden, kann eine sehr hohe Verdichtungstemperatur entstehen; die Zersetzungs- bzw. Zündtemperatur können dabei überschritten werden. Abhilfe kann durch langsames Einleiten durch eine Drosselvorrichtung geschaffen werden.

3.3 Pumpsatz

Um eine gefährdende Mengenansammlung von gefährlichen Gasen im Auspuff zu vermeiden, soll die Vorpumpe mit Gasballast (je nach Gasart mit Luft oder Inertgas) gefahren werden, nach Erfordernissen des Prozesses kann eine definierte und überwachte Auspuffspülung als Ersatzmaßnahme in Frage kommen. Im Öl der Vorkuumpumpen findet eine Anreicherung bzw. Aufkonzentrierung der gefährlichen Stoffe statt; dies kann durch turnusmäßigen Gasballastbetrieb reduziert werden. Die erforderlichen Spül- bzw. Gasballastmenge kann entweder rechnerisch und / oder experimentell festgelegt werden. Bei brennbaren und zugleich giftigen Gasen ist die Funktion sicherheitstechnisch zu überwachen.

Bei den aufzustellenden Sicherheitsanalysen müssen nicht nur die Ausgangsstoffe, sondern auch die möglichen Reaktionsprodukte mit in Erwägung gezogen werden, da sie sich auch als relevantes Gefährdungspotential erweisen können.

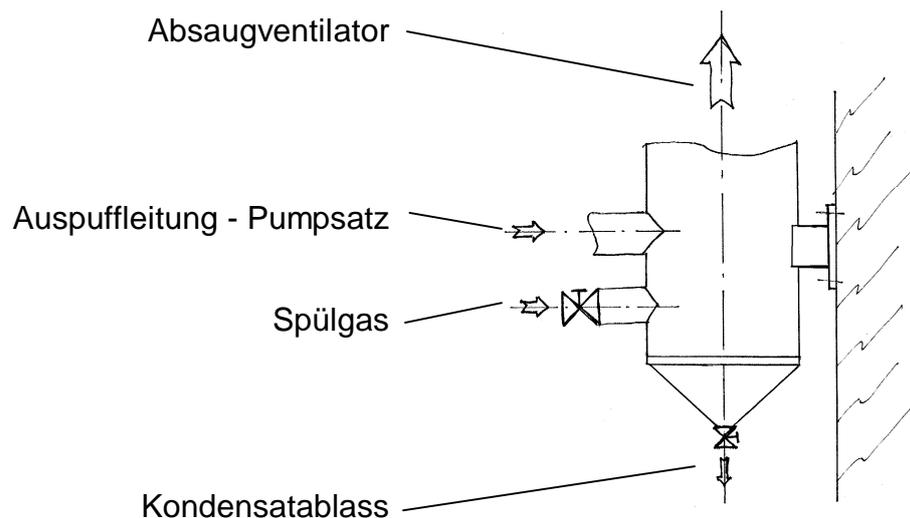
3.4 Abgasleitung

Folgende Informationen sollen dem Kunden mitgeteilt werden:

- Mit welchen gefährlichen Abgasen ist zu rechnen
- Auswahl der beständigen Materialien
- Menge der Abgase

Anhand dieser Informationen soll dem Kunden die Möglichkeit gegeben werden, die bauseitig zu verlegenden Auspuffleitungen richtig zu dimensionieren.

Anschlusskizze:



4. Maßnahmen für die Anlagen – Aufstellung

4.1 Die Objektabsaugung

Wegen möglicher Freisetzung von Gefahrstoffen bzw. unkontrollierte Umfeldbelastung ist nach TRG 280 der Betrieb (hier speziell: Bereitstellung/Entleerung) von Druckgasflaschen mit giftigen und brennbaren Gasen nur unter Einhaltung eines großzügig bemessenen Schutzbereichs ($r \geq 2 \text{ m}$) bzw. Sicherheitsabstandes ($r \geq 5 \text{ m}$) erlaubt. Dazu müssen die Flaschen unter Aufsicht betrieben werden, d. h. jedes Mal nach Beendigung der Arbeit gelöst und in ein geschütztes Lager gebracht werden.

Da diese Anforderung in der Praxis nur schwer umzusetzen ist, wird der Einsatz von Sicherheitsschranken nach DIN 12925 Teil 2 als Ersatzsicherungsmaßnahme zugelassen. Siehe Pkt. 3.1.2.

Achtung: Die Sicherheitsschranke müssen in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch ein Mal jährlich auf Funktionstüchtigkeit geprüft werden.

4.2 Zusätzliche Hinweise zu den Luftwechselzahlen

4.2.1 Die natürliche Lüftung

In Räumen oberhalb der Erdgleiche ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen ist nach BGR 104 bzw. ZH 1/104 normalerweise durch Witterungseinflüsse und bauliche Gestaltung ein Luftwechsel von mindestens 1 pro Stunde gegeben, die Luftwechselzahl beträgt somit 1 h^{-1} . In Kellerräumen ist mit geringerer natürlicher Lüftung zu rechnen, weil meist nur kleinere Öffnungen (Kellerfenster) vorhanden sind und durch kleinere Temperaturdifferenzen im Raum geringere Konvektion herrscht. Für den Luftwechsel ist bei allseits unter Erdgleiche liegenden Kellerräumen als Richtwert etwa $0,4 \text{ h}^{-1}$ anzunehmen.

Durch Zu- und Abluftöffnungen lassen sich die angegebenen Werte für die Luftwechselzahl bis auf ungefähr das Doppelte erhöhen. Die Öffnungen haben in der Regel die beste Wirkung, wenn sie sich raumdiagonal gegenüber befinden.

Falls größere Tore und Oberlichter vorhanden sind, kann sogar erfahrungsgemäß mit einer Luftwechselzahl von 3 h^{-1} in den Produktionshallen gerechnet werden.

4.2.2 Die technische Lüftung

Technische Lüftung ermöglicht in der Regel im Vergleich zur natürlichen Lüftung den Durchsatz größerer auf das Volumen des Raumes bezogener Luftmengen (Luftwechselzahl $\geq 3 \text{ h}^{-1}$) und eine gezieltere Luftführung in umschlossenen Räumen oder an den Apparaturen. Dabei sind folgende Erfordernisse zu beachten:

- Die Wirksamkeit der Lüftung muss überwacht werden. Sofern die Überwachung der Lüftung automatisch erfolgt, muss sie sich auf das Auftreten gefährlicher Atmosphäre selbst (z.B. durch Gaswarngeräte) oder zumindest auf den zu überwachenden Luftstrom (z.B. durch Strömungswächter) richten. Eine Überwachung des Betriebes von Teilen der Lüftungsanlage (z.B. Überwachung der Ventilator Drehzahl) ist in der Regel nicht ausreichend.
- Fördern die Ventilatoren Abluft aus explosionsgefährdeten Bereichen, so sind an und in den Ventilatoren entsprechend den dort vorhandenen Zonen Maßnahmen gegen Zündgefahren zu treffen.
- Die brennbaren Gase und Dämpfe haben eine von Luft verschiedene Dichte (z.B. sind Methan und Wasserstoff leichter, die meisten brennbaren Dämpfe und Gase jedoch schwerer als Luft) und können sich daher in Bodennähe bzw. im Deckenbereich und insbesondere an Stellen ausbreiten, an denen die von der Lüftungsanlage erzeugte Strömung nur relativ gering oder nicht vorhanden ist.

Achtung: Bei höheren Luftwechselzahlen entstehen automatisch Zuglufterscheinungen, diese können aus Sicht der Arbeitssicherheit problematisch erscheinen, falls Mitarbeiter in diesem Bereich tätig sind.

Bezeichnung nach IUPAC-Regeln	Bezeichnung nach TRG 100	Einstufungskriterien											
		O	F	T+	T	Xn	K	C	Xi	I	Cl	N	W
Acetylen, gelöst	Acetylen	*									*		*
Ammoniak	Ammoniak		8		*								
Argon	Argon									*			
Arsin		*			*								*
Bortrichlorid	Bortrichlorid			*									
Bortrifluorid	Bortrifluorid			*									
Bromchlordifluormethan	Bromchlordifluormethan (R 12B1)									*			
Bromchlorid					*						*		
Brommethan	Methylbromid (R 40B1)		8		*		2a						
Bromtrifluorethen		*			3						5		
Bromtrifluormethan	Bromtrifluormethan (R 13B1)									*			*
Bromwasserstoff	Bromwasserstoff							*					
Butadien-1,2	Butadien-1,2	*									5		
Butadien-1,3	Butadien-1,3	*					*				5		
n-Butan	Normal-Butan	*											
Buten-1	Butylen-1	*											
cis-Buten-2	Cis-Butylen-2	*											
trans-Buten-2	Trans-Butylen-2	*											
Butin-1		*									5		
Carbonylchlorid	Chlorkohlenoxid (Phosgen)			*									
Carbonylfluorid					3							*	
Carbonylsulfid		*			*								
Chlor	Chlor				*								*
Chlorcyan	Chlorcyan			*							5		
1-Chlor-1,2-difluoethan		*										*	
1-Chlor-1,1,2,2-tetrafluoethan	Chlordifluoräthan (R 142 b)	*											
Chlordifluormethan	Chlordifluormethan (R 22)									*			
Chlorethan	Äthylchlorid (R 160)	*											
Chlormethan	Methylchlorid (R 40)	*			*		2a 1b						*
Chlorpentafluorethan	Chlorpentafluoräthan (R 115)									*			
Chlorpentafluorid		*		*									
1-Chlor-1,1,2,2-tetrafluoethan	Chlortetrafluoräthan (R 124 a)									*			
1-Chlor-2,2,2-trifluoethan	Chlortrifluoräthan (R 133 a)									*			
Chlortrifluorethen	Chlortrifluoräthylen (R 1113)	*			*						5		
Chlortrifluorid				*									
Chlortrifluormethan	Chlortrifluormethan (R 13)									*			
Chlorwasserstoff	Chlorwasserstoff							*					*
Cyanwasserstoff	Cyanwasserstoff (Blausäure)	*		*							5		*
Cyclobutan		*											
Cyclopropan	Cyclopropan	*											
Deuterium	Deuterium (Schwerer Wasserstoff)	*											
Diboran		*		*							5		

O = brandfördernd F = Brennbar T+ = Sehr giftig T = Giftig Xn = Gesundheitsschädlich
K = Krebs erzeugend C = Ätzend Xi = Reizend I = Sonstige Gase Cl = Chemisch instabil
N = Noch einzustufen W = Wassergefährdend

Normung M-Technik	Bearbeitet: Böll	Ausgabe			WMNLHH-N
	Geprüft	Sept. 00			090217.docx

Bezeichnung nach IUPAC-Regeln	Bezeichnung nach TRG 100	Einstufungskriterien											
		O	F	T+	T	Xn	K	C	Xi	I	CI	N	W
Dichlordifluormethan	Dichlordifluormethan (R 12)								*				
Dichlorfluormethan	Dichlorfluormethan (R 21)								*				
Dichlorsilan	Dichlorsilan		*					*					
1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan	Dichlortetrafluoräthan (R 114)								*				
Dicyan	Dicyan		*		*						5		
1,1-Difluorethan	1,1-Difluoräthan (R 152 a)		*								5		
1,1-Difluorethen	1,1-Difluoräthylen (R 1132 a)		*		3		2a				5		*
Dimethylamin	Dimethylamin		*					*					*
Dimethylether	Dimethyläther		*										
Dimethylsilan	Dimethylsilan		*		3								
Distickstoffoxid	Distickstoffoxid (Stickoxydul)	1			4						6		
Ethan	Äthan		*										
Ethen	Äthylen		*								5		
Ethylamin	Äthylamin		*					*					*
Ethylenoxid	Äthylenoxid		*		*		*				*		*
Ethylmethylether			*										
Fluor	Fluor			*				*					
Fluorethan			*										
Fluormethan			*										
Fluorwasserstoff			*	*									
German			*	*									
Helium	Helium									*			
Heptafluorpropan	Heptafluorpropan (R 227)									*			
Hexafluoraceton					*					*			
Hexafluorethan										*			
Hexafluorisobuten	Hexafluorisobuten											*	
Hexafluorpropen	Hexafluorpropylen					*							
Hexafluorpropylenoxid	Hexafluorpropylenoxid										*		*
Iodwasserstoff								*			5		*
Isobutan	Iso-Butan		*										
Isobuten	Iso-Butylen		*										
Kohlendioxid	Kohlendioxid (Kohlensäure)									*			
Kohlenmonoxid	Kohlenoxid		*		*		2b						
Krypton	Krypton									*			
Luft	Druckluft (Pressluft)	7								*			
Methan	Methan		*										
Methylamin	Methylamin		*					*					*
Methylmercaptan	Methylmercaptan		*		*								*
Methylnitrit			*		*						*		
Methylsilan	Methylsilan		*		3								
Methylvinylether	Vinylmethyläther		*								5		
Neon	Neon									*			
Neopentan			*										
Nitrosylchlorid								*					*
Octafluorbuten-2									*				

0 = brandfördernd F = Brennbar T+ = Sehr giftig T = Giftig Xn = Gesundheitsschädlich
K = Krebserzeugend C = Ätzend Xi = Reizend I = Sonstige Gase CI = Chemisch instabil
N = Noch einzustufen W = Wassergefährdend

Normung
M-Technik

Bearbeitet: Böll
Geprüft

Ausgabe

Sept. 00

WMNLHH-N/
090217.docx

Bezeichnung nach IUPAC-Regeln	Bezeichnung nach TRG 100	Einstufungskriterien											
		O	F	T+	T	Xn	K	C	Xi	I	CI	N	W
Octafluorocyclobutan	Octafluorocyclobutan (R C31 8)									*			
Octafluoropropan										*			
Ozon		*		*				*			*		
Perchlorylfluorid		*		*									
Phosphin	Phosphorwasserstoff (Phosphin)		*	*									*
Phosphorpentafluorid					3							*	
Phosphortrifluorid					3							*	
Propadien			*								5		
Propan	Propan - rein		*										
Propen	Propylen - rein		*										
Propin			*								5		
Sauerstoff	Sauerstoff	*											
Sauerstoffdifluorid		*		*									
Schwefeldioxid	Schwefeldioxid				*								*
Schwefelhexafluorid	Schwefelhexafluorid									*			
Schwefeltetrafluorid				*									
Schwefelwasserstoff	Schwefelwasserstoff		*	*									*
Selenhexafluorid			*	*									*
Selenwasserstoff			*	*									*
Silan	Siliziumwasserstoff (Monosilan)		*			*							
Siliciumtetrafluorid					3							*	
Stibin			*	*							*		
Stickstoff	Stickstoff									*			
Stickstoffdioxid	Stickstofftetroxid	1		*									*
Stickstoffmonoxid	Stickstoffoxid			*							5		
Stickstofftrifluorid	Stickstofftrifluorid				3							*	
Sulfurylfluorid					3							*	
Tellurhexafluorid				*								*	
1,1,1,2-Tetrafluorethan	Tetrafluorethan (R 134 a)									*		*	
Tetrafluorethen			*		3						5	*	
Tetrafluorhydrazin					3						5	*	
Tetrafluormethan	Tetrafluormethan (R 14)									*		*	
Trifluoracetylchlorid	Trifluoracetylchlorid							*				*	
1,1,1-Trifluorethan	1,1,1-Trifluoräthan (R 143 a)		*									*	
Trifluormethan	Trifluormethan (R 23)									*		*	
Trimethylamin	Trimethylamin		*						*			*	
Trimethylsilan	Trimethylsilan		*		3							*	
Vinylbromid	Vinylbromid (R 1140B1)		*								5		
Vinylchlorid	Vinylchlorid (R 1140)		*				*				5		*
Vinylfluorid	Vinylfluorid (R 1141)		*		3						5		
Wasserstoff	Wasserstoff		*										
Wolframhexafluorid	Wolframhexafluorid			*						*			
Xenon	Xenon												

O F T+ T Xn K C Xi I CI N W

0 = brandfördernd F = Brennbar T+ = Sehr giftig T = Giftig Xn = Gesundheitsschädlich
K = Krebs erzeugend C = Ätzend Xi = Reizend I = Sonstige Gase CI = Chemisch instabil
N = Noch einzustufen W = Wassergefährdend

Normung
M-Technik

Bearbeitet: Böll
Geprüft

Ausgabe

Sept. 00

WMNLHH-N/
090217.docx