

3 - GSG-Grenzwerte wichtiger Gase/Dämpfe

[Stichwörter: Atemgifte, Explosionsbereich, Gase, Dämpfe, Maximale Arbeitsplatzkonzentration, MAK, Technische Richtkonzentration, TRK, Einsatztoleranzwert, ETW, ERPG, Emergency Response Planning Guideline, AEGL, Acute Exposure Guideline Levels, Dichte, Spezifische Gewichte Gase/Dämpfe, AGW, Arbeitsplatzgrenzwerte]

Allgemeines

Die Tabelle enthält einsatzrelevante Informationen zu den jeweiligen Stoffen. Angegeben werden auch in der als Basis dienenden vfdb-RL 10/01 nur noch die auch mit Geräten der Feuerwehr messbaren Stoffe.

Die MAK- AGW- bzw. TRK-Werte dienen dabei i.d.R. nur als Vergleichsdaten!

Hinweis:

Mit Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung zum 1.1.2005 wurden die bisherigen Begriffe MAK, TRK und BAT durch den einheitlichen Begriff „Arbeitsplatzgrenzwert“ (AGW) ersetzt. Die TRGS 900, in der die bisherigen Werte definiert sind, wurde aber noch nicht geändert. Es bleibt daher hier zunächst bei den alten Bezeichnungen.

- At-gift: Atemgift
B = Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen
R = Reizend
E = Erstickend
- Ex: Gefahr explosibler Gas-/Dampf-Luft-Gemische.
Gehen von Schadstoffen mit toxischen Eigenschaften auch Explosionsgefahren aus, ist dies bei der Gefahrenbeurteilung mit zu berücksichtigen. Die Explosionsgrenzen liegen im Bereich von Vol.-%, also immer höher als die ETW.
- UEG: Untere Explosionsgrenze in Vol.-%, angegeben soweit verfügbar die Werte von BAM/PTB.
- H: Hautresorptiver Gefahrstoff (d.h. Schutzkleidung tragen!)
- G: Gefahr der Gewöhnung des Geruchssinns (d.h. ständig messen!), es gibt aber auch Menschen die z.B. Schwefelwasserstoff gar nicht riechen können.
- ERPG 2: Emergency Response Planning Guideline sind Richtwerte für die Vorbeugende Gefahrenabwehr.
Zugrunde gelegt wird:
- Expositionszeit: 1 h

- Exposition ohne Schutzausrüstung
- Kurzfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen, ohne irreversible oder ernsthafte Gesundheitsschäden zu erzeugen, werden in Kauf genommen.
- Fähigkeit, selbst Schutzmaßnahmen einleiten zu können wird nicht geschwächt.

Künftig werden die ERPG-Werte nach und nach durch AEGL-Werte ersetzt!

AEGL: Acute Exposure Guideline Levels sind Störfall-Konzentrationsleitwerte nach Störfall-VO.

Zugrunde gelegt:

- Allgemeinbevölkerung inkl. empfindlicher Personengruppen.
- Anwendung unterscheidet 5 Expositionsdauern (zwischen 10 Minuten und 8 Stunden) und 3 Schweregraden in der Auswirkung (zwischen Wahrnehmbarkeit und lebensbedrohlicher Wirkung). In der Tabelle ist wegen des Vergleichs mit den ETW und der Übersichtlichkeit nur der 4 h-Wert angegeben.
- AEGL 1 (Schwelle zum Unwohlsein), **darunter** (= unterhalb des Wertes)
 - Personen können evtl. Geruch noch wahrnehmen oder fühlen oder sehr leichte Reizungen erfahren.
 - Keine direkten Auswirkungen der Exposition auf die Gesundheit.
- AEGL 2 (Schwelle zur Einschränkung), **darunter**
 - Personen fühlen sich unwohl oder erleiden leichte, reversible Effekte auf die Gesundheit oder Geruchsbelästigungen.
 - Keine Einschränkung der Fluchtmöglichkeiten.
 - Keine dauerhaften oder langwierigen Einschränkungen der Gesundheit.
- AEGL 3 (Schwelle zur tödlichen Wirkung), **darunter** (in der Tabelle unten nicht mehr angegeben)
 - Einschränkung der Fluchtmöglichkeiten.
 - Dauerhafte oder langwierige Einschränkungen der Gesundheit, jedoch noch keine Todesfälle.

ETW: Einsatztoleranzwert nach vfdb RL 10/01.

Zugrunde wird gelegt:

- Expositionszeit: 4 h
- Exposition ohne Schutzausrüstung in Umgebungsluft mit ausreichender Sauerstoffkonzentration
- Uneingeschränkte Leistungsfähigkeit aller Einsatzkräfte
- Keine Gesundheitsgefährdung für alle Gruppen der Bevölkerung
- Gilt nicht für Brandrauch(analysen)!

MAK: Maximale Arbeitsplatzkonzentration

TRK: Technische Richtkonzentration

AGW: Arbeitsplatzgrenzwert wurde mit der Novellierung der Gefahrstoffverordnung eingeführt und wird durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales festgelegt. Bis der AGW für alle Stoffe ermittelt und überall eingeführt ist, können auch die MAK- und TRK Werte benutzt werden. Angabe in den Tabellenwerken erfolgt in ml/m^3 (Volumenkonzentration) oder mg/m^3 (Massekonzentration). Angegeben hier ist die Volumenkonzentration, da i.d.R. niedriger.

Die Buchstaben A und E bedeuten:

A alveolengängige Fraktion

E einatembare Fraktion

Angegeben wird hier nur der Momentanwert!

Bemerkungen

H = hautresorptiv

Y = Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des AGW und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden

Z = Risiko der Fruchtschädigung kann auch bei Einhaltung des AGW und des BGW nicht ausgeschlossen werden

TLV: Threshold Limit Values („US-MAK-Wert“)

ErkKW: Mit der Ausrüstung des serienmäßigen Erkundungskraftwagen des Bundes meßbar.

ppm (Parts per Million)

1 ppm (parts per million) = 1 Millionstel = 0,000.1% = 1 mg/kg bzw. 1 Milliliter pro Kubikmeter ml/m^3

1 ppb (parts per billion) = 1 Milliardstel = 0,000.000.1% = 1 $\mu\text{g/kg}$ bzw. 1 $\mu\text{l/m}^3$

1 ppt (parts per trillion) = 1 Billionstel = 0,000.000.000.1% = 1 ng/kg bzw. 1 nl/m^3

Ob die Angaben in ppx gewichts- oder volumenbezogen sind, hängt vom jeweiligen Kontext ab.

Rel. Gasdichte:

- Stoffe mit einer relativen Gasdichte von knapp über bzw. unter 1 sinken nicht ab bzw. steigen nicht auf (nur minimale Horizontalbewegungen!), sondern mischen sich homogen mit der Umgebungsluft!
- Hohe Luftfeuchtigkeit (z.B. bei NH₃) und/oder große Temperaturunterschiede zwischen Medium und umgebender Luft können die Sachlage umkehren (z.B. bildet auch tiefkaltes Helium zunächst einen Kriechnebel!)

Im Feuerwehreinsatz ist aufgrund der verfügbaren Meßtechnik der Wert ggf. zu runden! (Vgl. vfdb-RL 10/05)

Stoffgemische

Stoffgemische sind zuerst auf Leitsubstanzen zu untersuchen, die zur Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden können. Werden bei einem Einsatz die ETW mehrerer Schadstoffe erreicht bzw. bei einem Schadstoff deutlich überschritten, sollte eine Beratung durch einen Toxikologen oder den → 6-4.5 GIFTNOTRUF erfolgen.

Brandrauch - Leitsubstanzen (vgl. vfdb-RL 10/03):

CO	Kohlenstoffmonoxid
HCN	Cyanwasserstoff („Blausäure“)
HCl	Chlorwasserstoff („Salzsäure“)

Hinweise:

- Das früher auch noch enthaltene Formaldehyd wurde auf der 50. Sitzung des Ref. 10 der vfdb für den Feuerwehreinsatz als Leitsubstanz für den Brandrauch gestrichen.
- Es gibt allerdings in der medizinischen Fachliteratur bereits einige Einsätze, wo es weit unter der „Gefährdungsgrenze“ von 200 ppm schon merkbare Vergiftungseffekte durch CO gab. Wir raten daher weiter zu den deutlich niedrigeren Werten der vfdb!
- Stoffliste für den PID des ErkKW: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/ABC-Schutz/Stoffliste_PID.pdf?__blob=publicationFile
- Übersicht der AEGL-Werte vieler Stoffe: <http://www.epa.gov/opptintr/aegl/pubs/final.htm>

- Der AK G der AGBF folgt Anfang 2015 der Empfehlung aus 2013 des Giftinformationszentrum Nord (www.giz-nord.de) und hat folgende Grenzwerte für einsatztaktische Beurteilungen für CO empfohlen, die abweichend von denen der vfdb sind:

- Aufmerksamkeitsgrenzwert 30 ppm
- Gefährdungsgrenze 200 ppm
- Einsatzgrenze 500 ppm

Relative Dichten von Gasen bzw. Dämpfen bezogen auf Luft sowie wichtige Grenzwerte

Stoffname (Chem. Formel)	At- gift	Ex	UEG Vol. %	H	G	AGW (ppm)	MAK TRK (ppm)	ERPG -2 -Wert (ppm)	AEGL-1 - Wert (ppm)	AEGL-2 - Wert (ppm)	ETW- 4 (ppm)	ETW- 1 (ppm)	Rel. Gas- dichte	Erk- KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-		8 h	1 h	4 h	4 h	Bis 4 h	Bis 1 h	-	
Aceton ((CH ₃) ₂ CO)	B	X	2,5			500	500	-	200	1400	500	-	2,00	*
Acetylen (C ₂ H ₂)	B	X	2,3			-	-	-	-	-	-	-	0,90	
Acrolein (C ₄ H ₃ O)	R	X	2,8			0,09	0,09	0,5	0,03	0,1	0,1	0,1	2,30	
Acrylnitril (CH ₂ CHCN)	B	X	3	H		-	3 (T)	35	-	-	0,48	1,7	1,80	
Ammoniak (NH ₃)	R	X	15,4			20	20	150	25	110	110	160	0,60	*
Anilin (C ₆ H ₅ NH ₂)	B/R	0		H		2			2	3	3	12	3,20	*
Arsenwasserstoff (AsH ₃)	B	0				0,005				0,04	0,04	0,17	2,70	
Benzin (Normalb.)	B	X	1,1	H		-	-	-	-	-	-	-	2,90	
Benzol (C ₆ H ₆)	B	X	1,2	H		-	1 (T)	150	18	400	20	-	2,70	*
Blausäure (HCN)	B	X	5,4	H	G		10	10	1,3	3,5	3,5	7,1	0,90	*

Stoffname (Chem. Formel)	At- gift	Ex	UEG Vol. %	H	G	AGW (ppm)	MAK TRK (ppm)	ERPG -2 -Wert (ppm)	AEGL-1 - Wert (ppm)	AEGL-2 - Wert (ppm)	ETW- 4 (ppm)	ETW- 1 (ppm)	Rel. Gas- dichte	Erk- KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-		8 h	1 h	4 h	4 h	Bis 4 h	Bis 1 h	-	
Butan (C ₄ H ₁₀)	B	X	1,4			1000	1000	-	-	-	-	-	2,10	
Carbonylchlorid (Phosgen, COCl ₂)	R	0	-			0,1	0,1	0,2	-	0,08	0,08	0,30	3,40	*
Chlor (Cl ₂)	R	0	-			0,5	0,5	3	0,5	1	1	2	2,50	*
Chlorbenzol (C ₆ H ₅ Cl)	B	X	1,3			10	10	-	-	-	150	150	3,90	*
Chlorcyan (ClCN)	B/R	0	-			-	2	0,4	-	-	0,3	-	2,00	
Chloroform (CHCl ₃)	B			H		0,5			-	40	40	64	4,12	
Chlorwasserstoff (Salzsäure, HCl)	R	0	-			2	2	20	1,8	5,4	5,4	22	1,25	
Cyanwasserstoff (Blausäure, HCN)	B	X	5,4	H	G	-	10	10	1,3	3,5	3,5	7,1	0,90	*
Cyclohexylamin (C ₆ H ₁₁ NH ₂)	R/B			H		-			1,8	5,4	5,4	8,6	3,40	
Diethylether ((C ₂ H ₅) ₂ O)	B	X	1,7			400	400	-	-	-	-	-	2,60	
Epichlorhydrin (C ₃ H ₅ ClO)	B/R	X		H		-			1,7	14	16	24	3,20	*
Essigsäure (CH ₃ COOH)	R	X	4			10	-	-	-	-	20	-	2,10	*
Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	B	X	3,1			500	500	3300	-	-	3000	-	1,60	*
Ethylen		X	2,4			-								
Ethylendiamin (H ₂ NCH ₂ CH ₂ NH ₂)	R/B					-			-	6,1	6,1	9,7	2,10	*

Stoffname (Chem. Formel)	At- gift	Ex	UEG Vol. %	H	G	AGW (ppm)	MAK TRK (ppm)	ERPG -2 -Wert (ppm)	AEGL-1 - Wert (ppm)	AEGL-2 - Wert (ppm)	ETW- 4 (ppm)	ETW- 1 (ppm)	Rel. Gas- dichte	Erk- KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-		8 h	1 h	4 h	4 h	Bis 4 h	Bis 1 h	-	
Ethylenoxid (C ₂ H ₄ O)	B/R	X	2,6	H		-			-	14	14	45	1,52	*
Fluor (F ₂)	R			H		1			1,7	2,3	2,3	5	1,30	
Fluorwasserstoff (HF)	R	0	-	H		1	1	20	0,5	12	12	24	0,70	
Formaldehyd (CH ₂ O)	R	X	7			-	0,5	10	-	-	1	-	1,00	*
Helium (He)	E	0	-			-	-	-	-	-	-	-	0,10	
n-Hexan (C ₆ H ₁₄)	B	X	1,1			50	50	-	-	2900	2900	2900	>3,00	*
Hydrazin (H ₂ N- NH ₂)	R/B	X	4	H		-	0,1 (T)	-	0,1	3,1	3,1	13	1,10	
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	E/B	0	-			5000	5000	-	-	-	10000	-	1,50	
Kohlenstoffdisulfid (Schwefelkohlen- stoff, CS ₂)	B	X	1	H		10	10	50	2,5	100	100	160	2,60	
Kohlenstoff- monoxid (CO)	B	X	13			30	30	50	-	33	33	83	0,96	*
Luft	-	0	-			-	-	-	-	-	-	-	1,00	
Methan (CH ₄)	E	X	4,4			-	-	-	-	-	-	-	0,55	
Methanol (CH ₃ OH)	B	X	6,0	H		200	200	1000	340	720	720	-	1,10	
Methylmercaptan (CH ₃ SH)	B					0,5	0,5			14	14	23	1,70	*

Stoffname (Chem. Formel)	At- gift	Ex	UEG Vol. %	H	G	AGW (ppm)	MAK TRK (ppm)	ERPG -2 -Wert (ppm)	AEGL-1 - Wert (ppm)	AEGL-2 - Wert (ppm)	ETW- 4 (ppm)	ETW- 1 (ppm)	Rel. Gas- dichte	Erk- KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-		8 h	1 h	4 h	4 h	Bis 4 h	Bis 1 h	-	
Neon (Ne)	E	0	-			-	-	-	-	-	-	-	0,70	
Phosgen (COCl ₂)	R	0	-			0,1	0,1	0,2	-	0,08	0,08	-	3,40	*
Phosphin (PH ₃)	B	X	1			0,1	0,1	-	-	0,5	0,5	2	1,20	
Propan	E	X	1,7			1000	1000				-	-		
Salpetersäure (HNO ₃)	R	0	-			1	2	-	0,53	6	6	24	2,10	
Salzsäure (Chlorwasserstoff, HCl)	R	0	-			2	2	20	1,8	5,4	5,4	22	1,25	
Schwefeldioxid (SO ₂)	R	0	-			-	0,5	3	0,25	0,75	0,75	0,75	2,30	*
Schwefelkohlenstoff (CS ₂)	B	X	1	H		10	10	50	2,5	100	-	-	2,60	
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	B	X	4,3		G	-	5	30	0,36	20	10	27	1,20	
Stickstoff (N ₂)	E	0	-			-	-	-	-	-	-	-	0,90	
Stickstoffdioxid (NO ₂) (Nitrose Gase)	R	0	-			-	5	25	0,5	8,2	8,2	12	1,60	
Styrol (C ₆ H ₅ C ₂ H ₃)	B	X	1,1		G	20	20	250	-	-	40	-	3,60	*
Tetrachlorethen (Per) (C ₂ Cl ₄)	B	0	-	H		20	50	-	18	120	120	230	5,00	*
Tetrachlorkohlensto ff (Tetra) (CCl ₄)	B	0	-	H					25	100	7,6	13	1,58	*

Stoffname (Chem. Formel)	At- gift	Ex	UEG Vol. %	H	G	AGW (ppm)	MAK TRK (ppm)	ERPG -2 -Wert (ppm)	AEGL-1 - Wert (ppm)	AEGL-2 - Wert (ppm)	ETW- 4 (ppm)	ETW- 1 (ppm)	Rel. Gas- dichte	Erk- KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-		8 h	1 h	4 h	4 h	Bis 4 h	Bis 1 h	-	
Toluol (C ₆ H ₅ CH ₃)	B	X	1,1			1 (BGW)	50	300	67	310	310	560	3,20	*
Toluyldiisocya- nate (TDI) (CH ₃ C ₆ H ₃ (NCO) ₂)	R	X	0,9			-	0,01	-	0,01	0,021	0,021	0,083	6,00	**
1,1,1-Trichlorethan (C ₂ H ₃ Cl ₃)	B	(X)	8	H		200	200	700	230	380	380	600	4,50	**
1,1,2-Trichlorethan (C ₂ H ₃ Cl ₃)	B	0	-	H		10	10	-	-	-	25	-	4,50	*
Trichlorethen (CHClCCl ₂)	B	0	7,9	H		5 (BGW)	50	500	-	-	100	-	4,50	*
Vinylchlorid (C ₂ ClH ₃)	B	X	3,8	H	G	-	2 (T)	-	140	820	820	1200	2,15	*`
Wasserstoff (H ₂)	E	X	4				-	-	-	-	-		0,06	

Literaturhinweise:

- AGBF: AK G vom 17./18.März 2015
- Auer (Hrsg.): Auer-Technikum
- Bergdoll, Roy und Rudolph, Dr. Ralf: Welcher UEG-Wert ist der Richtige?, in: Brandschutz 12/2007, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2007
- Buff, Dr. Klaus: Abschätzung der gesundheitlichen Folgen bei Großbränden, BZS-Bericht, Band 25, Bonn, 1997.
- DGUV: GESTIS: www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank
- FoBiG: Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH, Freiburg, 2001, www.fobig.de
- Giftinformationszentrum-Nord: Hinweise und Empfehlungen zu Kohlenstoffmonoxid-Messungen im Rettungsdienst, 19.02.2013: http://www.giz-nord.de/cms/images/stories/Science/PCYAN/CO-Gaswarner_RD_130219.pdf
- Sorbe: Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe, ecomed, Landsberg, 7/2010
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Informationssystem Gefährliche Stoffe IGS-Fire
- vfdb, Ref. 10: Stand ETW vom Herbst 2013

Aktuelle AEGL-Werte sind abrufbar über: www.umweltbundesamt.de

Autor: U. Cimolino, Dr. A. Bräutigam