FKS CSSP CSP

ABC

Handbuch für ABC-Einsätze

Version 04/2014
Copyright © by
Feuerwehr Koordination Schweiz FKS
Christoffelgasse 7
CH-3011 Bern
Tel. +41 31 50 51 118
www.feukos.ch

Gestaltung und Druckvorstufe:
Gebäudeversicherung Zürich (GVZ)
Thurgauerstrasse 56
CH-8050 Zürich
Tel. +41 44 308 21 31
www.gvz.ch

© by FKS: 04/2014

01 | Allgemeines	1.001 -	1.007
02 | ABC-Wehr	2.001 -	2.117
03 | A-Wehr	3.001 -	3.047
04 | B-Wehr	4.001 -	4.027
05 | C-Wehr	5.001 -	5.157
06 | Tabellen und Einsatzhilfen	6.001 -	6.075
07 | Spezialeinsatzmittel	7.001 -	7.017
08 | Abkürzungen / Glossar	8.001 -	8.023
09 | Sachregister	A -	Z
10 | Literaturverzeichnis		
11 | Kantonale Ergänzungen		
12 | Persönliche Unterlagen		

© by FKS: 04/2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		8
Hinweise		8
Erlass und Inkrafttreten		9
Copyright		9
Sicherheitsrelevante Punkte / Informationen		9
1	**Allgemeines**	**1**
1.1	Einsatz	2
1.2	Eigene Sicherheit	3
1.3	Dringliche Einsatzfahrt	4
1.3.1	Rechtsgrundlagen	4
1.4	Gefahren für Einsatzkräfte	5
1.5	Schadenplatzorganisation	6
2	**ABC-Wehr**	**1**
2.1	Grundsätzliches	2
2.1.1	Fachberatung	3
2.1.2	Phasenplan „ABC-Wehr-Einsatz”	4
2.1.3	Polizeiliche Aspekte	6
2.2	Alarmierung bei ABC-Ereignissen	7
2.3	ABC-Einsatzautomatik	8
2.4	Standardeinsatzregeln	9
2.4.1	„Die 4-A-Regel”	10
2.4.2	Ablauf Feuerwehr „GAMS-Regel”	11
2.5	Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	12
2.5.1	Standards für ABC-Einsätze	15
2.5.2	Augenschutz und Atemschutz	19
2.5.3	Handschutz	23
2.5.4	Körperschutz / Schutzanzüge	26
2.5.5	Fussschutz	31
2.5.6	An-/Ausziehen der persönlichen Schutzausrüstung	33
2.6	Feststellen der Gefahren (Gefahrenerkennung)	35
2.6.1	Feststellen durch Sinnesorgane (subjektive Erkennung)	36
2.6.2	Spezifische Gefahrenerkennung (objektive Erkennung)	37
2.7	Beurteilen der Gefahren	38
2.7.1	Umwelteinflüsse	40
2.7.2	Freisetzung	41
2.8	Gefahrstoff- und Gefahrguterkennung	43
2.8.1	Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr (Gefahrnummer)	48
2.8.2	UN-Nummer	49
2.8.3	Der Hazchem-Code	50
2.8.4	Der Gefahrendiamant	51
2.8.5	Produktekennzeichnung	52
2.9	Gefahrensymbole für die Lagerung und den Umgang mit Gefahrstoffen	55
2.10	Warnzeichen im Bereich der ABC-Wehr bei stationären Anlagen	56
2.11	Gefahrzettel und Begleitpapiere für den Transport gefährlicher Güter	57
2.11.1	Beförderungspapiere und schriftliche Weisungen	67
2.11.2	Ausnahmeregelung ADR / SDR für Einsatzkräfte	70

© by FKS: 04/2014

2.12	Schadenplatzorganisation im Freien	71
2.13	Schadenplatzorganisation im Gebäude	72
2.14	Erste Hilfe	73
2.14.1	Der Weg des Patienten	73
2.14.2	Personenerfassung / Patientenleitsystem (PLS)	76
2.15	Dekontamination von betroffenen Personen (Einsatzkräfte und Zivilpersonen)	78
2.15.1	Grobdekontamination	79
2.15.2	Feindekontamination	81
2.16	Dekontamination von Schutzanzügen, Material und Fahrzeugen	83
2.17	Dekontamination von Anlagen und Gebäuden (Sanierung)	85
2.18	Dreifacher Brandschutz / Löschangriff	86
2.18.1	Dreifacher Brandschutz	87
2.18.2	Dreifacher Löschangriff	89
2.19	Löschwasser und Entwässerung	96
2.19.1	Löschwasserrückhaltung	98
2.19.2	Kanalisationssysteme	99
2.19.3	Kanalisationspläne	101
2.19.4	Sonderbauwerke (Abwasser / Kanalisation)	103
2.19.5	Ölabscheidersysteme	105
2.19.6	Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA)	109
2.20	Stoffverhalten von verschiedenen Aggregatzuständen	111
2.21	Messen von ABC-Gefahrstoffen	112
2.21.1	Messgrundsätze	113
2.22	ABC-Terror	114
2.23	Einsatzpläne	115

3	**A-Wehr**	**1**
3.1	Grundsätzliches	2
3.1.1	Radioaktivität und Strahlungsarten	2
3.1.2	Wirkung auf den Menschen	6
3.1.3	Quadratisches Abstandsgesetz	7
3.1.4	Zuständigkeiten im Strahlenschutz	8
3.2	Persönliche A-Schutzausrüstung	10
3.3	Ereignis in stationärer Anlage	12
3.3.1	Kernkraftwerkunfall	16
3.4	Ereignis bei Gütertransport / -umschlag	19
3.4.1	Transportverpackungen	21
3.4.2	Versandstücke	22
3.4.3	Transportindex bei Versandstücken	23
3.5	Kriminelles / Terroristisches Ereignis	25
3.6	Erste Hilfe	28
3.7	Dekontamination	30
3.8	Umgang mit Abfällen und Abwässern	33
3.9	Probenahmen bei A-Ereignissen	33
3.10	Messungen vor Ort bei A-Ereignissen	34
3.10.1	Messen von Kontaminationen	36
3.10.2	Messen von Ortsdosisleistungen (ODL)	38
3.10.3	Messen der Dosis	39
3.11	Hilfsmittel	41
3.11.1	Klassifizierung von Quellen für die Einsatzplanung	42
3.11.2	Umrechnungstabellen	43
3.11.3	Meldeformular für radiologische Ereignisse	44
3.11.4	Kontaminationsprotokoll für radiologische Ereignisse	46

© by FKS: 04/2014

4	**B-Wehr**	**1**
4.1	Grundsätzliches	2
4.2	Persönliche B-Schutzausrüstung	3
4.3	Ereignis in stationärer Anlage	5
4.4	Ereignis bei Gütertransport / -umschlag	8
4.5	Kriminelles / Terroristisches Ereignis	13
4.6	Hoch ansteckende Tierseuchen	16
4.7	Erste Hilfe	17
4.8	Dekontamination / Desinfektion	18
4.8.1	Dekontamination von Personen	18
4.8.2	Desinfektion von Gerätschaften, Fahrzeugen und Flächen	19
4.9	Umgang mit Abfällen und Abwässern	22
4.10	Probenahmen bei B-Ereignissen	23
4.11	Messungen vor Ort bei B-Ereignissen	25
4.12	Trockeneis / Flüssiger Stickstoff	26
5	**C-Wehr**	**1**
5.1	Grundsätzliches	2
5.2	Persönliche C-Schutzausrüstung	5
5.3	Ereignis in stationärer Anlage	7
5.3.1	Explosionsschutz und Ex-Zonen / Ex-Betriebsmittel	10
5.4	Ereignis bei Gütertransport / -umschlag	20
5.5	Kriminelles / Terroristisches Ereignis	22
5.6	Erste Hilfe	25
5.7	Dekontamination / Neutralisation	28
5.7.1	Dekontamination von Personen	28
5.7.2	Dekontamination / Neutralisation von Gerätschaften	29
5.8	Umgang mit Abfällen und Abwässern	30
5.9	Probenahmen bei C-Ereignissen	36
5.10	Messungen vor Ort bei C-Ereignissen	40
5.10.1	Messen von brennbaren Gasen, Dämpfen und von Sauerstoff	42
5.10.2	Messen von (giftigen) Gasen und Dämpfen	44
5.10.3	Messen von Säuren und Basen (pH-Messung)	49
5.10.4	Messen von Feststoffen, Gelen und Flüssigkeiten	51
5.10.5	Messen von chemischen Kampfstoffen	53
5.10.6	Toxikologische Grenzwerte	55
5.11	Auffangen / Abdichten	61
5.12	Binden und Neutralisieren	66
5.12.1	Binden von Flüssigkeiten	66
5.12.2	Neutralisation von Chemikalien	70
5.13	Umgang mit Gasen und Dämpfen	74
5.13.1	Gasbehälter	75
5.13.2	Gasflaschenkennzeichnung	78
5.13.3	Gefahrenarten von Gasen	80
5.13.4	Komprimierte Gase	84
5.13.5	Unter Druck verflüssigte Gase	85
5.13.6	Unter Druck gelöste Gase (Acetylen)	91
5.13.7	Tiefkalte Gase	93
5.13.8	Erdgas	96
5.13.9	Brand- und Zersetzungsgase	110
5.13.10	Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt	118
5.14	Umpumpen	122
5.14.1	Pumpentypen	127

© by FKS: 04/2014

5.14.2	Elektrostatische Aufladung und Potentialausgleich	129
5.14.3	Notentleerung Mineralölfahrzeuge	139
5.15	Sperren auf Gewässern	147
5.15.1	Ölsperren mit Einwegmaterial	148
5.15.2	Ölsperren mit Mehrwegmaterial	150
5.15.3	Mobile Ölabscheider	151
5.16	Hilfsmittel	153
5.16.1	Reaktionsmatrix von Säuren und Laugen	154
5.16.2	Periodensystem der Elemente	155

6 Tabellen und Einsatzhilfen 1

6.1	Grundsätzliches	2
6.2	Nachschlagewerke / ABC-Datenbanken	3
6.3	Sicherheits- und Gefahrenhinweise	13
6.3.1	H-Sätze / EUH-Sätze / P-Sätze	14
6.3.2	R- und S-Sätze	23
6.4	Kombinationen der Gefahrnummern	30
6.5	Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET)	33
6.6	Beständigkeitslisten	68
6.6.1	Chemikalienbeständigkeit verschiedener Materialien	69
6.7	Wichtigste VeVA-Abfall-Codes in der ABC-Wehr	72
6.8	Reko-Blatt für ABC-Einsätze	74

7 Spezialeinsatzmittel 1

7.1	Bundesmittel	2
7.1.1	Bundesstab ABCN	3
7.1.2	Einsatzmittel Bund	5
7.2	Kantonsmittel	11

8 Abkürzungen / Glossar 1

8.1	Abkürzungen deutsch (*französisch)*	2
8.2	Glossar	11

9 Sachregister A - Z

10 Literaturverzeichnis

11 Kantonale Ergänzungen

12 Persönliche Unterlagen

© by FKS: 04/2014

Vorwort

Feuerwehreinsätze haben sich in den letzten Jahren gewandelt. Die Brandbekämpfung ist im Einsatzspektrum der Feuerwehr eher abnehmend, hingegen nimmt der Bereich ABC einen nicht zu vernachlässigenden Anteil ein, die Tendenz ist eher steigend. Trotz dieser Umstände gehören Einsätze im ABC-Bereich für die Einsatzkräfte nicht zur Tagesordnung. Gut visualisierte und umfassende Einsatz- und Ausbildungsunterlagen sind deshalb für die Einsatzkräfte unabdingbar.

Mit dem vorliegenden Handbuch für ABC-Einsätze will die Feuerwehr Koordination Schweiz (FKS) übersichtliche, dem Stand der Technik angepasste Ausbildungs- und Einsatzunterlagen zur Verfügung stellen. Sie sollen im Bereich der ABC-Wehr für die Anwendung in der ganzen Schweiz gelten und ebenfalls den Partnerorganisationen, Rettungsdienst und Polizei, sowie den Fachberatern zur Verfügung stehen. Ein separater Behelf soll wesentliche Elemente des Inhalts auf die Stufe der Einsatzkräfte bringen. Die FKS folgt damit einer Anregung der Schweizerischen Feuerwehrinspektoren-Konferenz SFIK und erfüllt den entsprechenden Auftrag der Instanzenkonferenz IK FKS.

Die Projektgruppe wurde breit abgestützt und setzte sich aus Vertretern von Feuerwehrinspektoraten, Feuerwehrinstruktoren, des Schweizerischen Feuerwehrverbands, der Polizei, des Koordinierten Sanitätsdienstes, der KP ABC, des Nationalen ABC-Schutzes, des BABS, der Suva sowie von ABC-Fachschulen und Fachberatern des A-, B-, C-Bereiches zusammen.

Das Handbuch für ABC-Einsätze bildet die Grundlage für die Bewältigung von ABC-Ereignissen in Kantonen, Regionen, Gemeinden und Betrieben; es kann durch Weisungen der zuständigen kantonalen Feuerwehrinstanzen und den Instanzen der Partnerorganisationen ergänzt werden.

Leitsätze

- Kundenorientiert
- Ansprechend, zeitgerecht
- Vernetzt mit Reglement Einsatzführung / Basiswissen
- Analog / digital
- Einsatzakten = keine Betriebsanleitungen
- Prozess- und einsatzorientiert
- Grundlage für die Ausbildung
- Nachschlagewerk für Fachinformationen

Hinweise

- Im Text werden die heute im Feuerwehrwesen gebräuchlichen Fachausdrücke und Begriffe verwendet.
- Hinweise auf „Kantone" sind sinngemäss auch für das Fürstentum Liechtenstein anwendbar.
- Angehörige der Feuerwehren (AdF) sind Frauen und Männer. Wo im Text der Begriff AdF nicht anwendbar ist, wird im Interesse der besseren Lesbarkeit die männliche Form verwendet.
- Zwecks guter Lesbarkeit wird mit Piktogrammen gearbeitet.
- Dieses Dokument ist in den Sprachen Deutsch, Französisch und Italienisch sowie in elektronischer Form erhältlich.
- Der Sicherheit der Einsatzkräfte ist stets Rechnung zu tragen; das Anwenden dieses Reglements hilft, Unfälle zu vermeiden, aber kann sie nicht ausschliessen.
- Weitere Ausbildungsunterlagen wie Reglemente „Einsatzführung", „Basiswissen" usw. ergänzen dieses Werk. Die Auflistung ist nicht abschliessend; es gibt weitere Anlagen gemäss Stand der Technik.

© by FKS: 04/2014

Erlass und Inkrafttreten

Die Schweizerische Feuerwehrinspektoren-Konferenz SFIK, operatives Führungsorgan der Feuerwehr Koordination Schweiz FKS, hat dieses Handbuch am 4.12.2013 beschlossen. Das Handbuch tritt am 1.1.2014 in Kraft, nachdem es durch die Instanzenkonferenz IK FKS, als strategisches Führungsorgan der FKS, am 3.12.2013 genehmigt wurde. Dieses Handbuch gilt für die ganze Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein und wird den Kantonen zur Einführung und Umsetzung empfohlen. Das Reglement „Oel-, Chemiewehr, Strahlenwehr Feuerwehr" (RKKF 2005), der „ABC-Wehr Behelf für Einsatzkräfte" (FKS 2008), die „Richtlinien für die Chemiewehr im Feuerwehrdienst" (SFV 1997), der „Behelf Dekontamination nach Chemieereignissen" (SFV 1999), der „Behelf Verhalten von Ortsfeuerwehren bei radiologischen Ereignissen" (SFV 2006) und der „Behelf für das Verhalten von Ortsfeuerwehren bei Chemiewehrereignissen" (SFV 1999) werden mit dem Inkrafttreten dieses Handbuchs – in Absprache mit dem SFV – aufgehoben.

Copyright©

Nachdrucke und Vervielfältigungen jeglicher Art sowie das Erfassen auf elektronische Datenträger für kommerzielle Zwecke, auch auszugsweise, sind strikt untersagt. AdF und Angehörige der Partnerorganisationen sind ermächtigt, einzelne Seiten zu kopieren.

Sicherheitsrelevante Punkte / Informationen

■ **Sicherheitsrelevante Punkte, die verbindlich sind**

■ **Zusätzliche Informationen**

■ **Medizinische Massnahmen**

■ **Spezifischer Hinweis für die A-Wehr**

■ **Spezifischer Hinweis für die B-Wehr**

■ **Spezifischer Hinweis für die C-Wehr**

Erarbeitung

Das Handbuch für ABC-Einsätze wurde von einer von den Feuerwehrinstanzen eingesetzten Arbeitsgruppe, mit Beteiligung der Partnerorganisationen und Fachberatern des ABC-Bereichs, erarbeitet.

Folgende Mitglieder gehörten der Arbeitsgruppe an:

Christian Spörri, ZH	OSFIK (Projektleiter)
Rolf Karlen, ZH	FKS (Projektleiter Stv.)
Christoph Keller, ZH	GVZ (Protokoll)
Thomas Ramseier-Schmitz, BE	MINOWE
Patrick Müller, LU	ZFIK
Thierry Hofer, VS	LATIN
Roland Schneitter, BS	SFV (bis 2011)
Thomas Hochuli, BS	SFV (ab 2011)
Hans Imholz, ZH	Polizei
André Künzler, FR	KSD
Béatrice Balsiger, BE	BABS (bis 2011)
Daniel Rebetez, BE	BABS (ab 2011)
Marc Dumas, GE	KP ABC
Marc Kenzelmann, VS	Geschäftsstelle Nationaler ABC-Schutz
Kurt Friderich, AG	Chemiewehrschulen, Bilfinger Academy Zofingen
Peter Häberling, AG	Strahlenschutzschule PSI Villingen
Erwin Sigrist, ZH	Fachberatung Gefahrgutvorschriften, Wirtschaftsverband Chemie Pharma Biotech
Hans-Peter Bühler, BE	B-Fachberatung, Kantonales Laboratorium Bern, Umweltsicherheit
Thomas Rhomberg, ZH	B-Fachberatung (bis 2012), AWEL
Carmen Spycher, LU	B-Fachberatung, Suva

Übersetzungsteam für die französische Ausgabe:

André Künzler, FR	KSD
Thierry Hofer, VS	LATIN
Marc Dumas, GE	KP ABC
Daniel Rebetez, BE	BABS

Grafische Umsetzung:

Bruno Schmid, ZH	GVZ

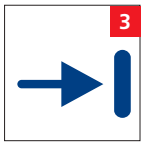
© by FKS: 04/2014

1 | Allgemeines

1.1 | Einsatz

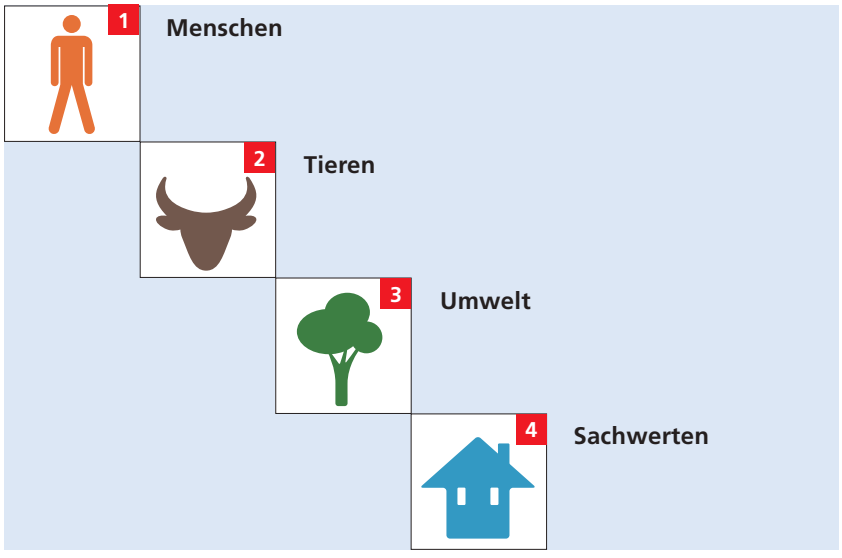
Es sind sämtliche Massnahmen zu treffen, um das Ereignis erfolgreich zu bewältigen.

Ständiger Auftrag

	Sichern	■ Eigene Sicherheit geht vor ■ Sichern von Menschen und Tieren
	Retten	■ Mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln müssen Menschen und Tiere aus den Gefahrenzonen gebracht werden
	**Halten**	■ Eskalation verhindern ■ Ereignis begrenzen und Lage stabilisieren
	Schützen	■ Noch Intaktes vor Schaden bewahren ■ Folgeschäden verhindern
	Bewältigen	■ Weitere Ereignisbewältigung mit den zur Verfügung stehenden Mitteln

Prioritäten

Wir setzen Prioritäten, um Schaden zu vermeiden an:



■ In der B-Wehr können sich die Prioritäten im Einsatz ändern, z.B. kann der Schutz der Umwelt höher gewichtet sein, als der Schutz der (GVO-)Tiere

© by FKS: 04/2014

1.2 | Eigene Sicherheit

- Sicherheitsvorschriften müssen, unabhängig von Funktion und Grad, eingehalten und durchgesetzt werden
- Grundsätzliches Einhalten von Bedienungs-, Prüfungs- und Wartungsvorschriften der Geräte gemäss Herstellerangaben
- Einsatzstellen / Arbeitsplätze müssen gesichert sein
- Richtiges Heben von Lasten

- Es gilt das Strassenverkehrsgesetz
- Es ist der körperlichen und psychischen Verfassung Rechnung zu tragen
- Beim Einsatz von Zivilpersonen in Übungen muss die Versicherungsfrage vorher abgeklärt werden
- Bei Arbeiten am Wasser und auf Gewässern müssen die Einsatzkräfte über eine entsprechende Ausbildung sowie Ausrüstung verfügen
- Bei Einsätzen in explosiver Umgebung darf nur explosionsgeschütztes Material (EX / ATEX) eingesetzt werden
- Bei Arbeiten in Höhe / Tiefe sind entsprechende Sicherungen zu verwenden (z.B. Absturzsicherung, Atemschutz)

© by FKS: 04/2014

1.3 | Dringliche Einsatzfahrt

Als dringliche Einsatzfahrt wird das Fahren mit Blaulicht und Wechselklanghorn (Sondersignale) bezeichnet. Das Risiko, in einen Unfall verwickelt zu werden, ist auf einer dringlichen Einsatzfahrt bedeutend höher, da der Fahrer unter einem gewissen Stress steht.

Die Verwendung der Sondersignale soll primär nicht zum schnelleren Fahren verleiten, sondern ein Durchkommen im Strassenverkehr sicherstellen. Ein guter Retter ist derjenige, der sicher am Einsatzort ankommt.

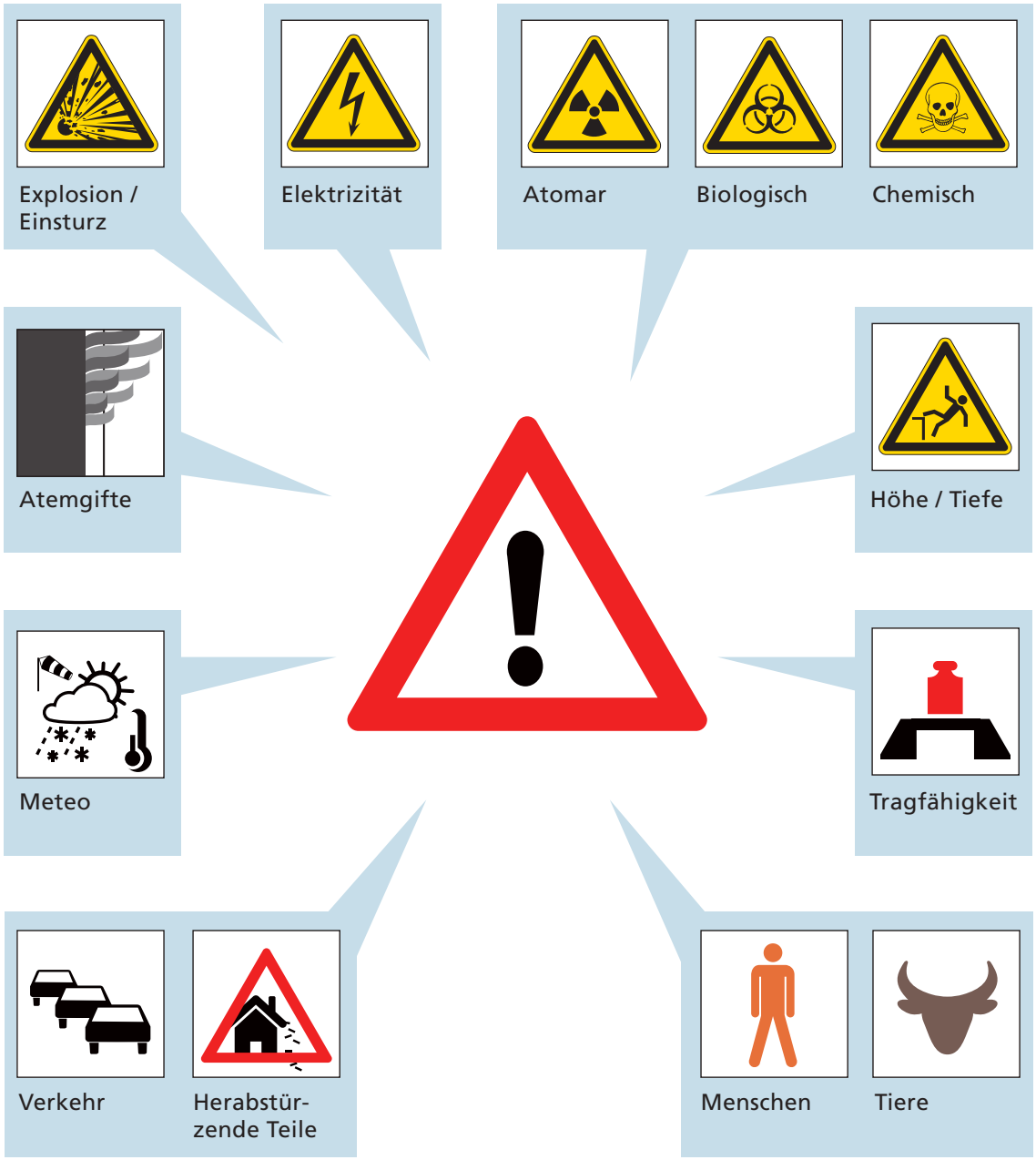
1.3.1 | Rechtsgrundlagen

Es gelten die Weisungen zur Ausrüstung von Fahrzeugen mit Blaulicht und Wechselklanghorn mit integriertem Merkblatt zu deren Verwendung vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

- Ungeachtet der Alarmmeldung, gelten Fahrten mit Fahrzeugen ohne Sondersignale, wie z.B. Einrücken ins Feuerwehrdepot oder an den Einsatzort, nie als dringliche Einsatzfahrt
- Es gilt das Strassenverkehrsgesetz

© by FKS: 04/2014

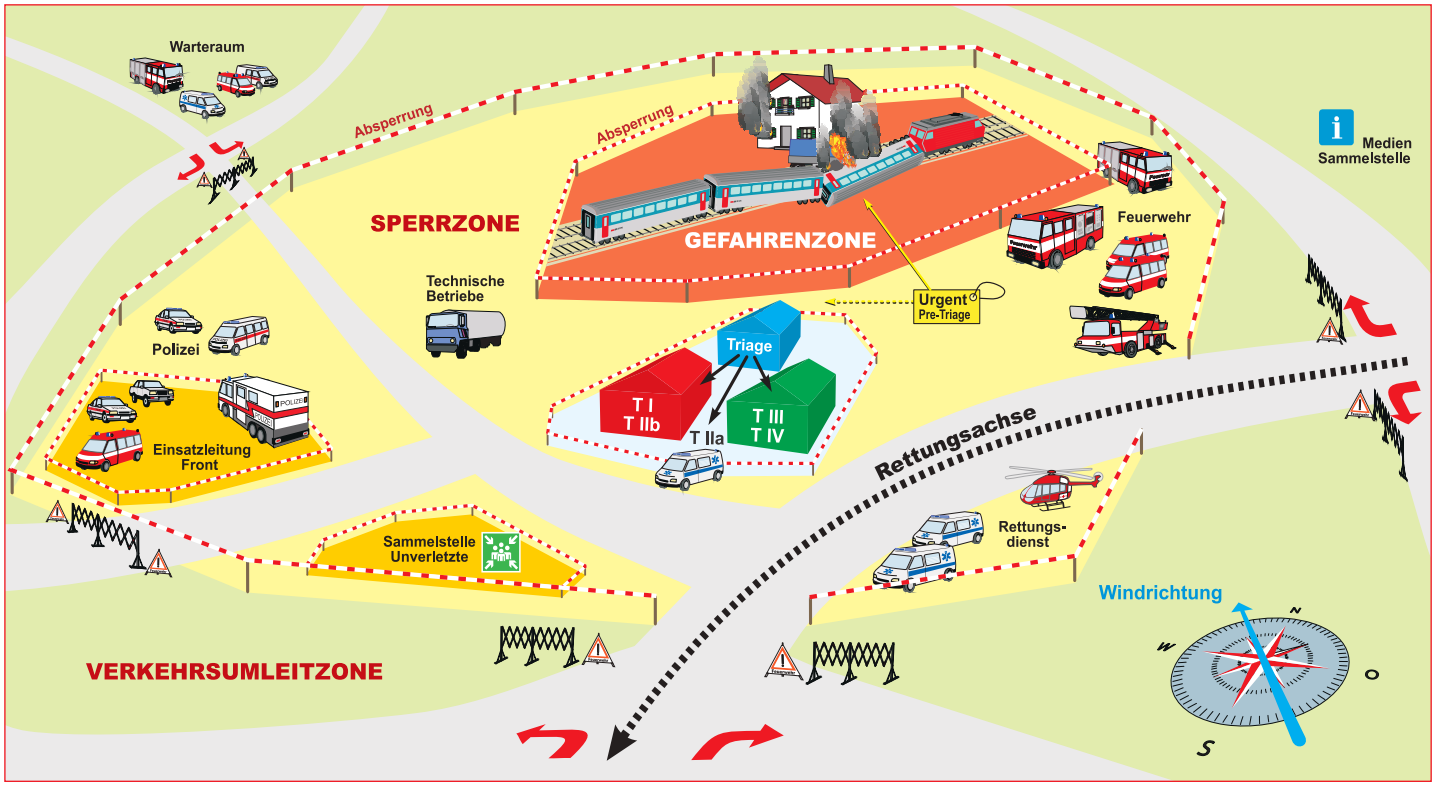
1.4 | Gefahren für Einsatzkräfte



Die Auflistung der Gefahren im Ereignis ist nicht abschliessend.

© by FKS: 04/2014

1.5 | Schadenplatzorganisation



Gefahrenzone

Wird in der Regel von der Feuerwehr ereignisbezogen erstellt und darf nur von Einsatzkräften in angepasster Schutzausrüstung betreten werden.

Sperrzone

Wird in der Regel von der Feuerwehr oder Polizei erstellt. In dieser Zone befinden sich die Einsatzorganisationen, die Einsatzleitung Front und die Sanitäts-Hilfsstelle mit Ambulanzsammelplatz.

Verkehrsumleitzone

Wird in der Regel von der Polizei erstellt. Vor dieser Zone wird der Verkehr umgeleitet. In der Zone befinden sich die Warteräume von Stützpunkten und weiteren Organisationen.

Triagekategorien

T I	Sofort Notbehandlung vor Ort
T IIa	Sofort Transport
T IIb	Transport 2. Priorität
T III	Minimale Versorgung im Schadenraum
T IV	Abwarten (hoffnungslose Patienten)

Pre-Triage

Findet entweder am Ereignisort oder in der Patientensammelstelle statt

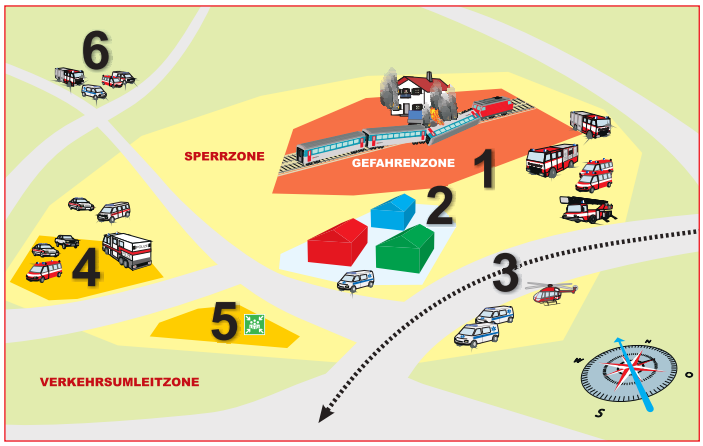
Sammelstelle Unverletzte

Registrierung von Betroffenen (PLS / IES)

Sanitäts-Hilfsstelle

Registrierung von Patienten durch Sanität (PLS / IES)

■ Absprachepunkte



1 Standort Patientensammelstelle (Verwundetennest)

2 Standort San-Hist (ca. 1'500 m²)

3 Rettungsachsen (Zu- und Wegfahrt)

4 Standort Einsatzleitung Front (ebenfalls Zeitpunkt 1. Rapport definieren)

5 Standort Sammelstelle Unverletzte

6 Warteraum weitere Fahrzeuge (Stützpunkte, Nachaufgebote etc.)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Notizen

© by FKS: 04/2014

2 | ABC-Wehr

2.1 | Grundsätzliches

Unter dem Begriff ABC-Einsatz werden alle Einsätze zusammengefasst, bei denen atomare (radiologische), biologische oder chemische Gefahren das Leben von Menschen / Tieren oder die Umwelt bedrohen. Die Ölwehr wird als Teil der Chemiewehr behandelt. ABC-Ereignisse werden zu Beginn oftmals bezüglich Gefahren, Ausmass und Dynamik unterschätzt. Das Primärereignis ist oft kein ABC-Ereignis, sondern ein Brand, Verkehrsunfall, Elementarereignis etc. Fast alle Ereignisse beginnen auf lokaler Ebene, auch A-Ereignisse. Nicht immer liegt ein Ereignis als reines A-, B- oder C-Ereignis vor. Beliebige Kombinationen sind denkbar und gilt es daher, z.B. mithilfe von Messgeräten, zu überprüfen.

Ein Ereignis – insbesondere in der A- und B-Wehr – kann internationale Dimensionen annehmen (z.B. KKW-Störfall, Seuchen etc.).

Gemäss Konzeption „Feuerwehr 2015" ist die Kernaufgabe der Feuerwehr die Intervention bei Bränden, Naturereignissen, Explosionen, Einstürzen, Unfällen oder ABC-Ereignissen zum Schutz von Mensch, Tier, Umwelt und Sachwerten. Den Feuerwehren obliegt die Aufgabe des unverzüglichen, befristeten Ersteinsatzes in Kooperation mit Polizei und Sanität. Die Feuerwehr ist die einzige Ersteinsatzformation, die über entsprechende Schutzausrüstung verfügt, um sich in der Gefahrenzone zu bewegen.

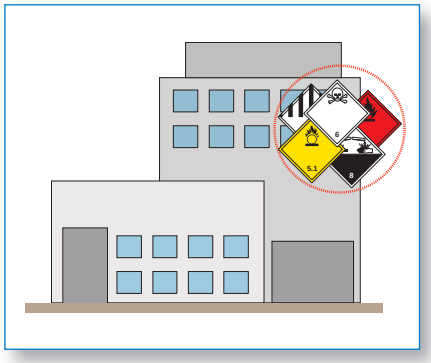
Die ersten Einsatzmassnahmen werden somit durch die Ortsfeuerwehr durchgeführt. Sind weitere Massnahmen nötig, erhält die Ortsfeuerwehr Unterstützung durch die entsprechenden Spezialisten (regionale, kantonale, interkantonale oder gar nationale Unterstützung (siehe Punkt 7.1)).

Wichtigste ABC-Grundsätze für die Ortsfeuerwehr

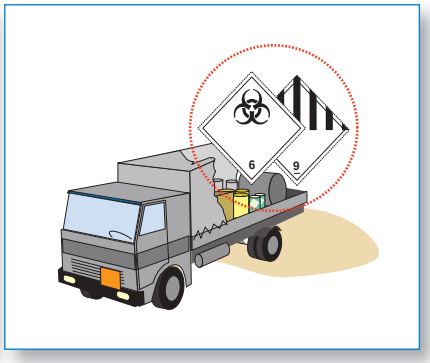
- Die Ortsfeuerwehr ist das Ersteinsatzelement, insbesondere für die unverzügliche Rettung von Personen.
- Die richtigen Massnahmen der Ortsfeuerwehr sind entscheidend für den gesamten Einsatz!
  - Gefahr erkennen (siehe Punkt 2.6)
  - Standardeinsatzregeln einhalten (siehe Punkt 2.4)
  - Berührung mit dem Gefahrstoff vermeiden
  - Inkorporation verhindern (siehe Punkt 2.5)
  - Erste Hilfe / Personen-Grobdekontamination (siehe Punkte 2.14 und 2.15)
  - etc.
- Unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen ist die Brandschutzausrüstung inkl. Atemschutz für die Aufgaben auf Stufe Ortsfeuerwehr ausreichend.

- Die Ortsfeuerwehr schafft die Voraussetzungen für die gemeinsame, erfolgreiche Einsatzbewältigung mit den zuständigen Spezialisten

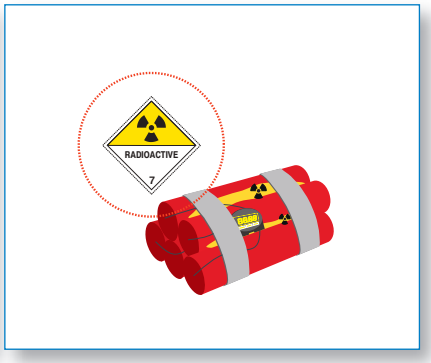
Folgende Ereignistypen stehen für ABC-Ereignisse im Vordergrund:



- Ereignis in stationärer Anlage



- Ereignis bei Gütertransport / -umschlag



- Kriminelles / Terroristisches Ereignis

© by FKS: 04/2014

2.1.1 | Fachberatung

So früh wie möglich, sollte der Einsatzleiter weitere Informationen einholen. Die Fachberatung kann bei einem ABC-Wehr-Ereignis für die Bewältigung vor Ort wertvolle Hilfe im Beantworten von spezifischen Fragen leisten.

Es werden primär folgende Fachberatungsbereiche unterschieden:

- A-Fachberatung
- B-Fachberatung
- C-Fachberatung
- Gewässerschutz- / Umweltschutzpikettdienst (Fachberatung Gewässerschutz)

Während der Gewässerschutzpikettdienst zumeist von einer Amtsstelle abgedeckt wird, kann die Fachberatung auch aus der Miliz kommen. Je nach Ereignis kann der Beizug weiterer Spezialisten zur Fachberatung sinnvoll sein.

Mögliche Aufgaben einer Fachberatung:

- Beratung der Einsatzleitung
- Beratung betreffend Schutzmassnahmen für die Bevölkerung, Absperrung
- Unterstützung bei Identifikation der Gefahrstoffe
- Fachliche Gefahrenbeurteilung (physikalisch-chemisch-toxikologische Eigenschaften und Gefahren, mögliche Reaktionen, Ausbreitungsrechnung mit MET etc.)
- Überprüfung und Beratung hinsichtlich der Schutzmassnahmen / Schutzgrad für Einsatzkräfte
- Beratung hinsichtlich Materialbeständigkeit
- Beratung betreffend Massnahmen, weitere Aufgebote
- Beratung, Anordnung (in Absprache mit EL) und Interpretation von Messungen
- Beratung hinsichtlich allfälliger Probenahme
- Fachtechnische Beratung betreffend Handling Medium, Dekontamination, Binden, Neutralisation, Entsorgung etc.

- Die Fachberatung hat keine Befehls- oder Weisungsbefugnisse und greift nicht unmittelbar in die Einsatzführung ein!
- Vertreter von Amtsstellen / Aufsichtsbehörden können in ihrem Bereich Anordnungen treffen

Die Fachberatung erfüllt im Idealfall folgende Ausbildungsanforderungen:

- Hochschulabschluss im entsprechenden Fachbereich, höhere Fachprüfung oder entsprechende Berufserfahrung
- Aktiver Angehöriger der Feuerwehr, vorzugsweise mit Kaderausbildung auf Stufe Offizier
  Alternativ: Bereitschaft, sich Feuerwehrwissen anzueignen
- Bereitschaft, sich weiterzubilden sowie an Ausbildungskursen und Übungen teilzunehmen

© by FKS: 04/2014

2.1.2 | Phasenplan „ABC-Wehr-Einsatz"

Der Phasenplan gliedert den ABC-Einsatz in sechs verschiedene Einsatzphasen. Der Ersteinsatz – durchgeführt durch die Ortsfeuerwehr – zieht sich über die ersten beiden Phasen bis knapp in die dritte Phase hinweg. Bis zu diesem Zeitpunkt sollte zur Unterstützung ein ABC-Wehr-Stützpunkt eintreffen.

Ablauf nach Phasenplan

Phase I

Anfahrt
- Windrichtung
- Abstand

Eigenschutz
- Atemschutz
- Abschirmung
- Aufenthaltszeit
- Einsatzausrüstung

Feststellen / Beurteilen
- Erkunden
- Stoffidentifikation / Warntafeln / Gefahrzettel
- Transportpapiere
- Aggregatzustand

Phase II

Sichern (Absperren)
- Gefahren- und Sperrzone errichten
- Ein- und Ausgang erstellen

Retten / Grobdekontamination
- Retten gefährdeter, verletzter, kontaminierter Personen aus der Gefahrenzone
- Grobdekontamination von Patienten

Halten
- Aufbau des dreifachen Brandschutzes / Löschangriffs
- Niederschlagen von Gasen und Dämpfen

Phase III

Auffangen / Eindämmen
- Vollschutz, leichter Chemieschutz, Atemschutz
- Chemiebeständige Behälter, Grundsatz: Auffangen vor Dichten

Messen / Stoffverifikation
- Messgeräte

Phase IV

Abdichten
- Vollschutz, leichter Chemieschutz, Atemschutz
- Geeignetes Dichtungsmaterial

Phase V

Umpumpen / Bergen
- Vollschutz, leichter Chemieschutz, Atemschutz
- Chemietaugliche Pumpe
- Bergebehälter

Phase VI

Dekontamination
- Dekontamination von Personal und Material mit geeigneten Mitteln

Binden / Neutralisieren / Inaktivieren
- Geeignetes Binde-, Neutralisations- und Desinfektionsmittel

Entsorgen
- Entsorgung durch geeignete Unternehmung

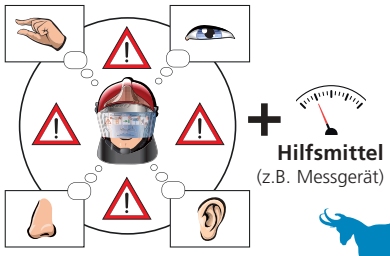
Nach diesem Phasenplan können alle Ereignisse abgearbeitet werden. Bei den Havarien mit brennbaren Flüssigkeiten wird zusätzlich zwischen „Havarie ohne Brand" und „Havarie mit Brand" unterschieden. Beim Brand erfolgt ein dreifacher Löschangriff (siehe Punkt 2.19.2).

© by FKS: 04/2014

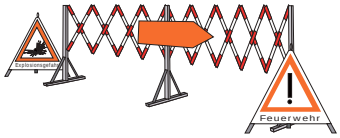
GAMS-Regel Feuerwehr

Phase I Anfahrt / Eigenschutz / Feststellen / Beurteilen

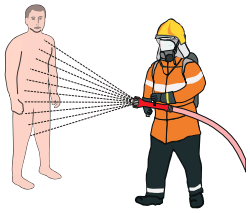
Ausrüstung



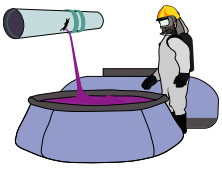
Phase II Sichern (Absperren) / Retten / Grobdekontamination

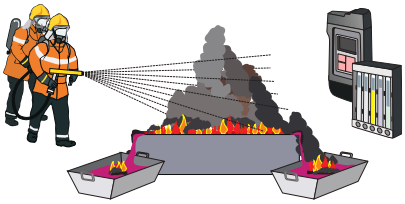


3-facher Brandschutz

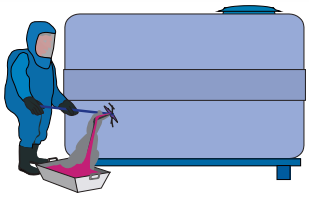


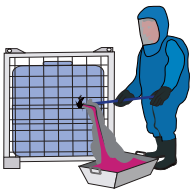
Phase III Auffangen / Eindämmen / Binden / Messen



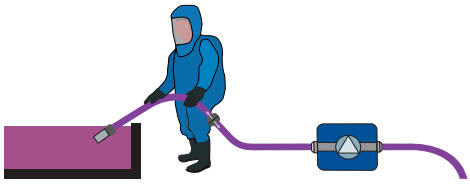


Phase IV Abdichten





Phase V Umpumpen / Bergen



Phase VI Aufnehmen / Binden / Neutralisieren / Inaktivieren / Reinigen / Entsorgen

DEKO ABC-Wehr

© by FKS: 04/2014

2.1.3 | Polizeiliche Aspekte

Bei jedem ABC-Ereignis besteht der Verdacht auf ein strafrechtlich relevantes Verhalten.

Der Verursacher (die Täterschaft) kann den eingetretenen Schaden entweder bewusst gewollt haben (Vorsatz) oder diesen durch ein sorgfaltswidriges Verhalten fahrlässig herbeigeführt haben. In jedem Fall muss die Polizei abklären, ob eine Straftat begangen wurde.

Infrage kommen z.B.

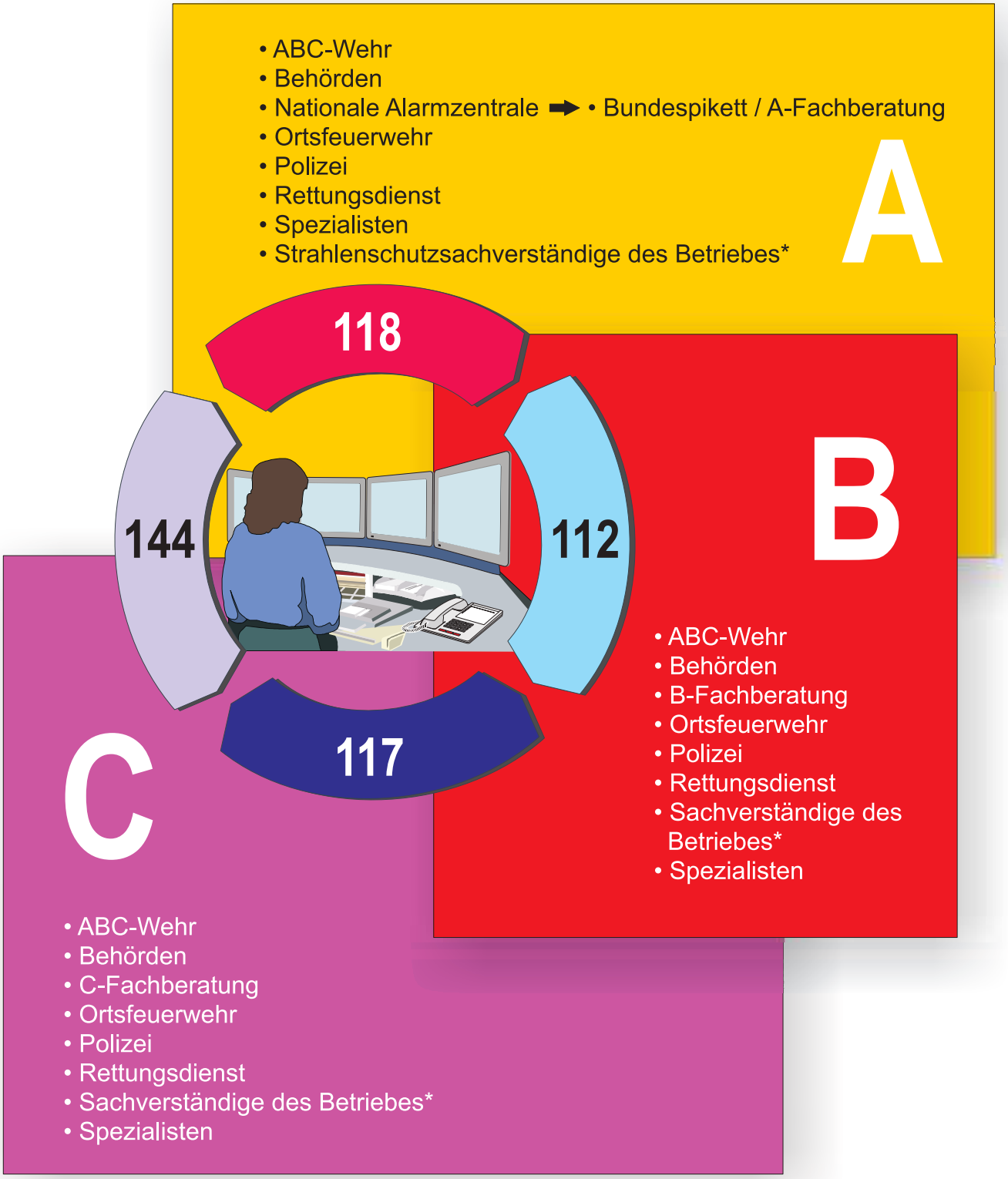
- Delikte gegen Leib und Leben
- Gemeingefährliche Verbrechen, Vergehen
  - Brandstiftung
  - Verursachen einer Explosion
  - Gefährdung durch Sprengstoff, giftige Gase
  - Gefährdung durch Radioaktivität
- Delikte gegen die öffentliche Gesundheit
  - Unerlaubte Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) oder pathogenen Organismen
  - Verbreitung von menschlichen Seuchen
  - Verbreitung von tierischen Seuchen
  - Verbreitung von Schädlingen
  - Verunreinigung von Trinkwasser
- Schreckung der Bevölkerung (Drohung)
- Delikte gegen das Vermögen (Beschädigung von Anlagen etc.)
- Umweltdelikte
- Strassenverkehrsdelikte
- etc.

- Bei allen ABC-Ereignissen muss die Polizei beigezogen werden zwecks Feststellung des Sachverhaltes (Rapportierung) und Abklärung möglicher Straftaten
- Spurenschutz beachten

© by FKS: 04/2014

2.2 | Alarmierung bei ABC-Ereignissen

- Das Aufgebot erfolgt spezifisch auf den Fall bezogen, anhand der eingehenden Alarmmeldungen



* bei stationären Ereignissen

© by FKS: 04/2014

2.3 | ABC-Einsatzautomatik

- Massnahmen der (Orts-)Feuerwehr bei ABC-Ereignissen

Feststellen

- Gefahrerkennung
- Einsatzpläne konsultieren
- Windrichtung und Topografie beachten

Einsatzablauf „Hilfsregel"
G efahr erkennen
A bsperren
M enschen / Tiere retten
S pezialkräfte einbeziehen

Erste Massnahmen

- Zutritt verhindern, Zündquellen fernhalten
- Gelände- und einsatzbezogene Absperrung (Richtwert: Gefahrenzonenradius 60 m + Sperrzone 30 m)
- Reichen die Mittel? Zusatzaufgebote (eigene Wehr, Stützpunkte, ABC-Wehr, Sanität, Polizei, Fachberatung, Fachfirmen etc.)
- Standort Sammelplatz / EL oben nicht unten (sinkende Dämpfe)
- Angriff mit dem Wind
- **AAAA**-Regel bei allen ABC-Einsätzen beachten (**A**temschutz tragen, **A**bstand halten, **A**ufenthaltszeit kurz halten, **A**bschirmung / Deckung nutzen)

Rettungen

nein → **Weitere Massnahmen**

ja

- Rettungen unter Atem- und Brandschutz ausführen
- Kontakt mit den ABC-Stoffen vermeiden
- Eingeklemmte Personen mit Selbstrettungsgerät und einer Rettungsfolie schützen
- Erste Hilfe leisten
- **KVVV** (**K**ontrolle auf **V**erätzung, **V**ergiftung und **V**erbrennung)

Patienten-Grob-dekontamination (Entkleiden, Abspülen)

- Kontaminierte Kleider in der Gefahrenzone liegen lassen
- Mit viel Wasser waschen (Augen vor Haut!)
- Ruhe, Wärme, Arzt

Transport (wenn medizinisch dringend)

- Verfügbare Informationen an Rettungsdienst / 144 mitgeben bzw. weiter-leiten

Weitere Massnahmen

- Anwohner warnen
- Gefährdete Gebäude räumen
- Messungen durchführen

A/B-Ereignis | **C-Ereignis**

Wenn erforderlich: **Brandschutz** | **3-facher Brandschutz**

Dekostelle vorbereiten

Dekontamination Einsatzkräfte / Material

- Gaswolke aus sicherer Entfernung (ausserhalb Gefahrenzone) mit Wasser niederschlagen

Folgeschäden vermeiden (ausserhalb der Gefahrenzone)

- Flüssigkeiten nicht in Kanalisation / Gewässer laufen lassen
- Bach-, Ölsperre
- ARA informieren etc.

Unterstützung Stützpunkt, ABC-Wehr, Fachberatung

- Einsatz- und Kanalisationspläne bereithalten
- Einweisung, Ortskenntnisse, Personal

Brand

- Halten / Schützen
- Brand nur löschen, wenn nötig
- Grundsätzlich keine Löschmittel direkt in brennende Chemikalien spritzen

Wenn nötig:

- 3-facher Löschangriff (bei A- und B-Ereignissen Pulver nur im Notfall, z.B. bei Metallbränden, verwenden)!

Allgemeine Gefahr bei ABC-Stoffen:
Aufnahme über Haut, Atemwege, Einnahme (Verschlucken)

Radioaktive Stoffe:

- Strahlung kann nicht direkt wahrgenommen werden
- Akute Symptome (selten sofort): Übelkeit, Erschöpfung, Rötungen, Verbrennungen

Ansteckungsgefährliche Stoffe:

- Bei Erkrankung (Tage nach Ereignis) Arzt aufsuchen, Meldung an Einsatzorganisation

Chemische Stoffe:

- Vergiftungen, Verätzungen, Atembeschwerden, Reizungen ungewöhnlicher Geruch, Zuckungen, Zittern, Krämpfe, Augenreizungen, Tränenfluss, Speichelfluss, Übelkeit, Erbrechen, Atemnot

© by FKS: 04/2014

2.4 | Standardeinsatzregeln

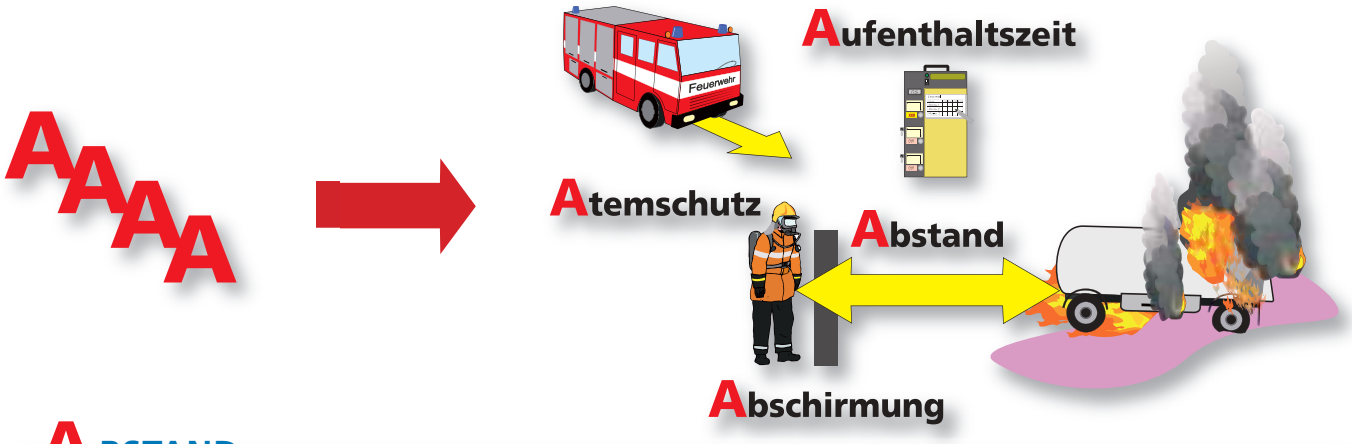
Bei allen ABC-Wehr-Ereignissen

- ist immer vom grössten Gefahrenpotential auszugehen
- ist immer mit der Windrichtung vorzurücken
- ist die Topografie stets zu beachten (Flüssigkeiten und gefährliche Gase / Dämpfe fliessen meistens bergab)
- ist im Voraus nie auszuschliessen, dass es sich um beliebige Kombinationen aus dem A-, B- und C-Bereich handeln kann
- ist immer die Fachberatung beizuziehen
- ist immer die Polizei beizuziehen
- sind bei möglicher Umweltbeeinträchtigung, die entsprechenden Fachstellen beizuziehen
- ist immer mit Folgeereignissen zu rechnen (z.B. Panik, Verkehrschaos, Folgeanschläge)
- müssen die Personalien aller Betroffenen und der Einsatzkräfte festgehalten werden (Spätfolgen)
- ist eine Information der Bevölkerung via ICARO zu prüfen (Verhaltensmassnahmen für Bevölkerung)
- sind in Zonen mit Explosionsgefahr nur Ex-geschützte Geräte einzusetzen
- sind in der Gefahrenzone nur die dringend benötigten Einsatzkräfte und Mittel einzusetzen
- sind grundsätzlich keine Löschmittel direkt in flüssige oder feste Gefahrstoffe zu spritzen
- ist in der Gefahrenzone das Essen, Trinken und Rauchen verboten

- Das Vermeiden von Kontamination ist immer einfacher, weniger aufwendig und weniger gefährlich als eine nachträgliche Dekontamination

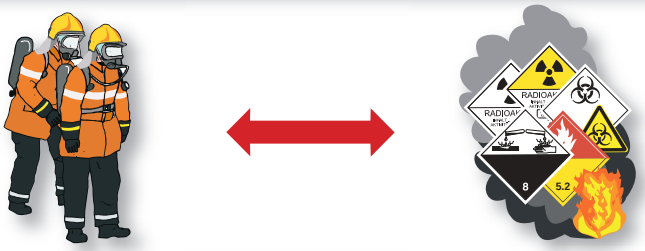
© by FKS: 04/2014

2.4.1 | „Die 4-A-Regel"



ABSTAND

- zu den Gefahrenquellen möglichst gross halten!



AUFENTHALTSZEIT

- in der Gefahrenzone möglichst kurz halten!

ABSCHIRMUNG

- Deckung (z.B. Mauer) möglichst ausnutzen!

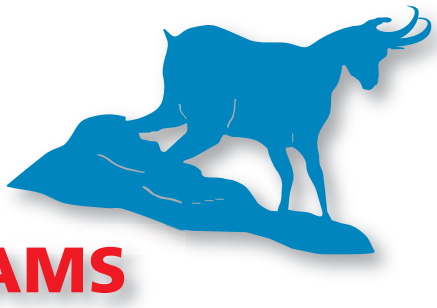
ATEMSCHUTZ

- tragen ist obligatorisch!

- SICHERN, RETTEN, HALTEN, SCHÜTZEN, BEWÄLTIGEN nur mit Einsatzausrüstung, Handschuhen und Atemschutz!
- Nur so viele Feuerwehrleute wie unbedingt nötig in der Gefahrenzone einsetzen!
- Bevor nicht das Gegenteil bewiesen ist, muss alles innerhalb der Gefahrenzone als kontaminiert betrachtet werden!

© by FKS: 04/2014

2.4.2 | Ablauf Feuerwehr „GAMS-Regel"



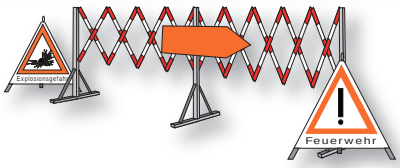
Im deutschsprachigen Raum hat sich vielfach die GAMS-Regel-Anwendung durchgesetzt:

G EFAHR ERKENNEN

- Eigene Wahrnehmungen (Rauch, Flammen, Gase / Dämpfe etc.)
- Kennzeichnung von Behältern und Verpackungen wie Gefahrzettel und Warntafeln
- Erkundung (Gefahrgutlenker bzw. Unfallzeugen befragen etc.)
- Beförderungspapiere (schriftliche Weisung, Lieferscheine)
- Sicherheitsdatenblätter, Einsatzpläne
- Messen z.B. Ex / Ox

A BSPERREN

- Einsatzdistanzen und Absperrungen stets der örtlichen Situation (z.B. Gefälle) und den Windverhältnissen anpassen



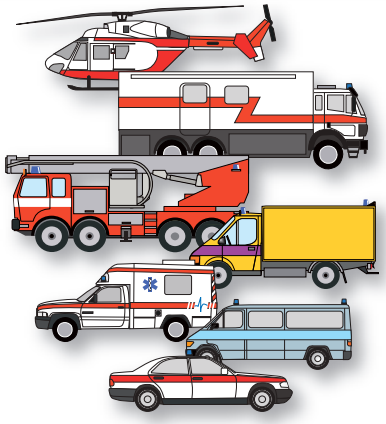
M ENSCHEN / T IERE RETTEN

- Unter Beachtung der eigenen Sicherheit – Atemschutz und vorhandene Schutzbekleidung – wenn erforderlich, von der ersten am Einsatzort eintreffenden Feuerwehr so schnell wie möglich, unter Brandschutz, durchführen (Crash-Rettung)
- Nur unbedingt notwendiges Einsatzpersonal darf sich dabei in der Gefahrenzone aufhalten; die Aufenthaltsdauer ist so kurz wie möglich zu halten und jeder Kontakt mit dem Medium ist nach Möglichkeit zu vermeiden
- Bei Bedarf, Grobdekontamination durchführen (entkleiden, abduschen)

S PEZIALKRÄFTE EINBEZIEHEN

Als Spezialkräfte sind u.a. zu verstehen:

- ABC-Wehr
- Rettungsdienst / Notarzt
- Polizei
- Fachberatung und Fachspezialisten
- Betriebsverantwortliche / Sicherheitsbeauftragte
- Behörden
- Fachfirmen (z.B. Saugwagenunternehmen)



© by FKS: 04/2014

2.5 | Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Bei einem ABC-Wehr-Einsatz ist stets die Aufnahme des Gefahrstoffs in den Körper (Inkorporation) zu verhindern.

Stoffe können dabei mit der Atmung (Inhalation), mit der Nahrung (Ingestion) oder nach einer Kontamination durch die Haut (Wunden, aber auch durch Diffusion) in den Körper gelangen.

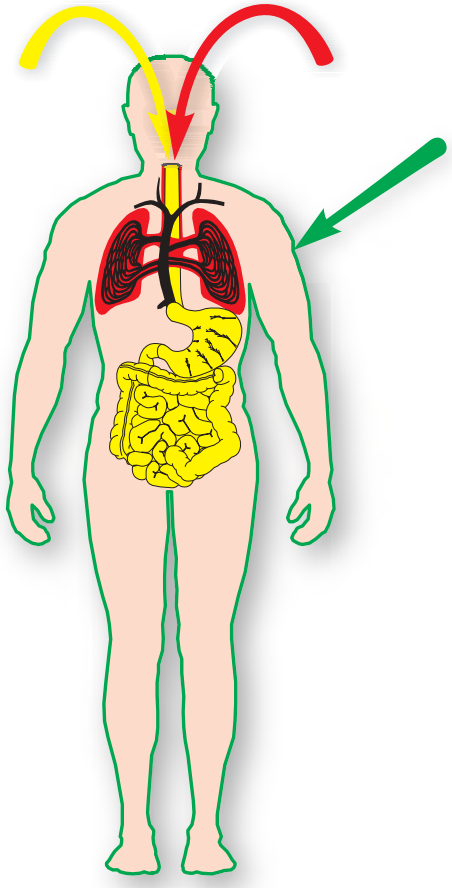
Somit bestehen nach dem Freiwerden gefährlicher Güter drei Möglichkeiten der Gesundheitsgefährdung:

- **Einatmen** (Gase, Dämpfe, Stäube, Aerosole)
- **Verschlucken** (feste Stoffe, Flüssigkeiten)
- **Hautresorption** (Gase, Flüssigkeiten, Stäube)

Einatmen (Inhalation)

Verschlucken (Ingestion)

Eindringen durch Haut / Wunde (Diffusion)



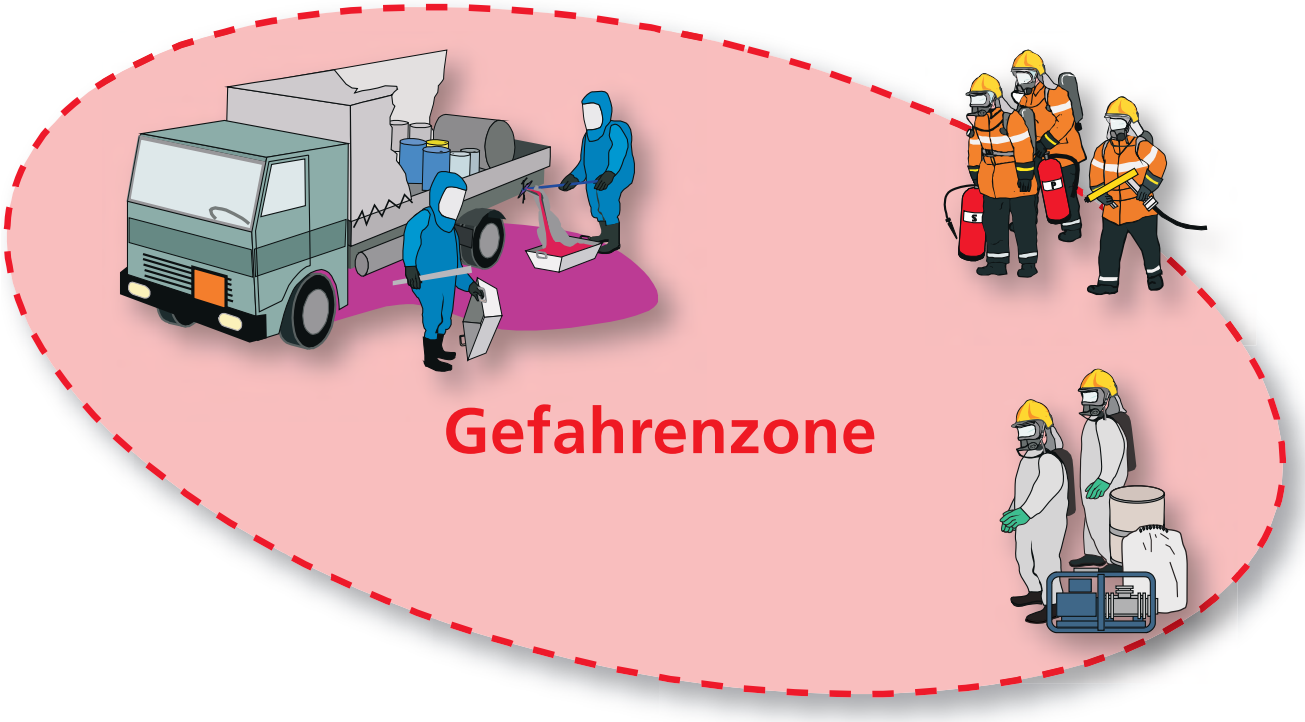
Meistens ist die Aufnahme über die Atemwege gefährlicher als über die Haut, weshalb der Atemschutz gegenüber dem Hautschutz Vorrang hat.

- Mit der kompletten Brandschutzausrüstung sowie einem Aussenluft unabhängigen Pressluftatmer ist die Gefahr einer Inkorporation äusserst gering

© by FKS: 04/2014

Der notwendige Schutzgrad wird aufgrund:

- der Gefährdung durch die vermuteten oder bekannten ABC-Gefahrstoffe
- der individuellen Tätigkeit
- des Arbeitsbereiches / Standortes festgelegt (risikobasiert)



Somit sind innerhalb der gleichen Zone, je nach Tätigkeit, verschiedene Schutzstufen möglich.

- Je höher der Schutzgrad, desto höher ist die physische Belastung und desto eingeschränkter die Einsatzzeit

© by FKS: 04/2014

Primär richtet sich die persönliche Schutzausrüstung nach folgenden Gefahren in der ABC-Wehr:

Mögliche Gefahren			
Partikel, Stäube (Aerosole)	X*	X	X
Wässrige Lösungen	X*	X	X
Gasförmige Schadstoffe	X*		X
Aggressive Chemikalien			X

*Keine Schutzausrüstung gegen Direktstrahlung durch γ (und teilweise β)

- Anpassung Schutzstufe (höher / tiefer) durch Fachberatung möglich
- Im Zweifelsfall, grundsätzlich die höchste Schutzstufe gemäss Nachschlagewerk (z.B. Hommel, EriCards, IGS etc.) wählen
- Zur Sicherstellung der Schutzqualität müssen die Vorschriften und Empfehlungen des Herstellers bezüglich Lagerung und Wartung beachtet werden

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

2.5.1 | Standards für ABC-Einsätze

Bei den in diesem Kapitel angegebenen Schutzstufen handelt es sich jeweils um Minimumstandards.
Die abgebildeten Fotos sind Beispiele.

Brand / Explosion / Feuer, „unabhängig von Stoff und Klasse A-B-C"

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		■ **Atemschutz** Aussenluft unabhängiger Pressluft-atmer mit Überdruck --- ■ **Körperschutz** Brandschutzkleidung, inkl. Helm mit Nackenschutz --- ■ **Fussschutz** Feuerwehreinsatzstiefel --- ■ **Handschutz** Feuerwehrhandschuhe; situativ mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) ---

© by FKS: 04/2014

Crash-Rettung, „unabhängig von Stoff und Klasse A-B-C"

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
	     oder 	■ **Atemschutz** Aussenluft unabhängiger Pressluft-atmer mit Überdruck --- ■ **Körperschutz** Brandschutzkleidung, inkl. Helm mit Nackenschutz --- ■ **Fussschutz** Feuerwehreinsatzstiefel --- ■ **Handschutz** Feuerwehrhandschuhe; idealer-weise mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) oder optimalerweise: Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) ---

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Dekontaminationsstelle

Atemschutz / Gesichtsschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		ARBEITSBEREICH „ROT" ■ **Atemschutz** Schwerer Filteratemschutz (Vollmaske mit ABEK2-Hg-P3-Filter) ■ **Körperschutz** Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3) ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)
	 oder	**ARBEITSBEREICH „GELB"** ■ **Atemschutz** Leichter Filteratemschutz (FFP3-Halbmaske und Schutzbrille) ■ **Körperschutz** Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 4, 5, 6) ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel oder Feuerwehrgummistiefel ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) oder zwei Einweg-Handschuhe übereinander (Nitril oder Chloropren)

■ In der Praxis kann im Dekoarbeitsbereich „GELB" auf dem Schadenplatz auch der gleiche Schutzgrad wie im Arbeitsbereich „ROT" verwendet werden

© by FKS: 04/2014

Dekontaminationsstelle

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		ARBEITSBEREICH „GRÜN" ■ **Körperschutz** Einsatzkleidung (Tenueerleichterung auf Befehl der Einsatzleitung möglich)
		■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel oder Feuerwehr-(Gummi-)Stiefel
		■ **Handschutz** Feuerwehrhandschuhe oder Einweg-Handschuhe (Nitril oder Chloropren)

Schutzgrad für Dekontaminationsbereiche gemäss KSD-Empfehlung „ABC-Dekontamination für Akut- und Dekospitäler" sowie gemäss KSD-Konzepten „ABC-Dekontamination von Personen im Hospitalisationsraum" und „ABC-Dekontamination von Personen im Schadenraum" (siehe Punkt 2.15).

■ Bei Strahlenschutzeinsätzen ist im „ROTEN" und „GELBEN" Bereich als Körperschutz, anstelle von Einweg-Chemieschutzoverall, auch ein Arbeiten in der Brandschutzausrüstung möglich

■ Bei der Dekostelle können, anstelle von Gummistiefeln, auch chemikalienbeständige Einweg-Überziehschuhe verwendet werden (dies gilt für alle Arbeitsbereiche)

© by FKS: 04/2014

2.5.2 | Augenschutz und Atemschutz

Schutzbrillen / Masken	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Schutzbrille	EN 166	Eine Schutzbrille schützt auf alle Seiten gegen verspritzende Flüssigkeiten und herumfliegende Teile. Bei einigen Helmen ist eine Schutzbrille integriert.
■ Hygienemaske	EN 14683 I (R) oder II (R) R: Spritzfest I: ≥ 95 % BFE II: ≥ 98 % BFE BFE: Bakterielle Filtereffizienz	Hygienemasken schützen den Tragenden nur sehr beschränkt. Sie dienen vor allem als Kontaminations- oder Berührungsschutz für exponierte Personen.
■ Filtrierende Halbmaske	EN 149	Bei der Verwendung von filtrierenden Halbmasken, sind die Augen zusätzlich zu schützen. Dies ist möglich durch - Schutzbrille, - in Helm integrierte Schutzbrille. Es sind verschiedene Schutzstufen (FFP1 - FFP3) erhältlich.
■ Vollmaske	EN 136-2, CL 2 EN 136-3, CL 3 CL 2: Allg. Einsätze (Klasse 2) CL 3: Spez. Einsätze mit thermischer Belastung (Klasse 3)	Bei Vollmasken ist der Augenschutz stets gewährleistet. Verschiedene Filtertypen und Kombinationen sind erhältlich.
■ Umluft unabhängiger Atemschutz	EN 137 Typ 2 Typ 1: Industriebereich Typ 2: Brandbekämpfung	Bester Schutz vor Schadstoffen.

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Gasfiltertypen für Vollmasken (nach EN 14387)

	Typ	Farbe	Anwendung gegen	Klassen / Schutzgrad
Gasfilter	A	braun	Organische Gase und Dämpfe mit Siedepunkt > 65 °C: z.B. Nitroverdünner, Benzin, Toluol, Xylol, Terpentin, MEK, Formaldehyd	1 0,1 Vol.-% / Tiefe Kapazität 2 0,5 Vol.-% / Mittlere Kapazität 3 1,0 Vol.-% / Hohe Kapazität
Gasfilter	B	grau	Anorganische Gase und Dämpfe: z.B. Chlor, Brom, Schwefelwasserstoff (H_2S), Blausäure (HCN)	1 0,1 Vol.-% / Tiefe Kapazität 2 0,5 Vol.-% / Mittlere Kapazität 3 1,0 Vol.-% / Hohe Kapazität
Gasfilter	E	gelb	Saure Gase und Dämpfe: z.B. Schwefeldioxid (SO_2), Salzsäure (HCl)	1 0,1 Vol.-% / Tiefe Kapazität 2 0,5 Vol.-% / Mittlere Kapazität 3 1,0 Vol.-% / Hohe Kapazität
Gasfilter	K	grün	Ammoniak und organische Ammoniakderivate (Amine etc.)	1 0,1 Vol.-% / Tiefe Kapazität 2 0,5 Vol.-% / Mittlere Kapazität 3 1,0 Vol.-% / Hohe Kapazität
Gasfilter	AX	braun	Niedrigsiedende organische Verbindungen (Siedepunkt < 65 °C): Methanol	1 0,1 Vol.-% / Tiefe Kapazität 2 0,5 Vol.-% / Mittlere Kapazität 3 1,0 Vol.-% / Hohe Kapazität
Gasfilter	CO	schwarz	Kohlenmonoxid	- Herstellerangaben
Gasfilter	SX	violett	Bestimmter und bezeichneter Schadstoff	- 0,5 Vol.-%
Kombinationsfilter	NO P3	blau/weiss	Nitrose Gase / Stickoxide z.B. NO, NO_2, NO_X und Partikel	- Herstellerangaben
Kombinationsfilter	Hg P3	rot/weiss	Quecksilber, saure Gase und Partikel	- Herstellerangaben
Kombinationsfilter	Reaktor P3	orange	Radioaktives Iod, Iodmethan und radioaktive Partikel	- Herstellerangaben
Partikelfilter	P		Staub, Feinstaub, Partikel	1 Feste Partikel, tiefer Abscheidegrad > 80 % 2 Feste und flüssige Partikel, mittlerer Abscheidegrad > 94 % 3 Feste und flüssige Partikel, Abscheidegrad > 99,95 %

- Grundsätzlich sind beliebige Kombinationen möglich (je nach Hersteller)
- Gasfilter mit hoher Kapazität (Kennziffer „3“) existieren nicht für Vollmasken, sondern nur für besondere Filter-Atemschutzsysteme

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Kombinationsfilter (Beispiele)

- A2B2E2 / ABE2 — Gasfilter: organische, anorganische und saure Gase und Dämpfe, mittlere Kapazität
- ABEK2-Hg-P3 — Kombinationsfilter (Gase und Partikel): organische, anorganische und saure Gase und Dämpfe, Ammoniak und organische Ammoniakderivate, Quecksilber, feste und flüssige Partikel (mit maximalem Abscheidegrad)

ABEK2-Hg-P3-Kombinationsfilter

- Schutzfilter 90 — Der ABC-Schutzfilter 90 (SF90) der Schweizer Armee ist vergleichbar mit einem A2B2E1-P3-Filter

SF90-Filter

Einsatzbereich ABC-Wehr

- Aufräum- und Dekontaminationsarbeiten (Flächen, Gebäude etc.)
- ABC-Dekontamination (Bereich „ROT“)
- ABC-Einsätze ohne Brand
- C-Einsätze bei Festlegung Schutzgrad durch C-Fachberatung

Empfehlung „Filtertyp für Vollmasken“

- ABEK2-Hg-P3-Kombinationsfilter

- Schutzfilter dürfen nur an Orten mit genügend Sauerstoff eingesetzt werden
- Schutzfilter bieten keinen Schutz vor radioaktiven Edelgasen
- Die Ablagerung von Staub oder Aufnahme von Feuchtigkeit erhöht den Atemwiderstand und begrenzt die Einsatzdauer. Wird ein Partikelfilter nass, kann er sich vollständig verschliessen.
- Bei zu grossem Atemwiderstand, infolge Verstopfung oder bei Auftreten von ersten Geruchs-, Geschmacks- oder Reizerscheinungen, ist die Filterkapazität auf jeden Fall erschöpft oder der Filtertyp ungeeignet. Die Wirkungsdauer eines Atemfilters richtet sich nicht nur nach der Benutzungszeit, sondern nach der aufgenommenen Gasmenge.

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Filtrierende Halbmasken

Filtertyp	Geeignet	Nicht geeignet
FFP1	Bis zum 4-fachen des MAK-Wertes für Feinstaub; nur für feste gesundheitsschädliche fibrogene Partikel; z.B. Textilfaser, Marmor, Schwefel, Kieselsäure	Gegen Tröpfchenaerosole, Partikel krebserregender und radioaktiver Stoffe sowie gegen Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze, Sporen)
FFP2	Bis zum 10-fachen des MAK-Wertes für feste und rauchförmige, mindergiftige Partikel, z.B. Kohle, Kupfer, Aluminium, Zinn, Baumwolle, Metall, Textilfaser, Mangan, Schweissrauch, Schwefel	Für Partikel krebserregender und radioaktiver Stoffe, Viren
FFP3	Bis zum 30-fachen des MAK-Wertes für Feinstaub / Aerosole	Bei grösser als 30-fachem MAK-Wert für Feinstaub / Aerosole

Zunahme der Schutzstufe

Zusatzbezeichnung	Bedeutung
V	Mit Ausatemventil, um den Atemwiderstand zu verringern
D	Erfolgreiche Dolomitstaubeinlagerungsprüfung (= auch bei hoher Partikeldichte in der Luft, Atmung mit geringem Atemwiderstand möglich)
R	Reusable (wiederverwendbar)
NR	Not reusable (zum einmaligen Gebrauch)

- **Einsatzbereich ABC-Wehr**
  - Aufräumarbeiten (als Schutz vor Staub und Aerosolen) und Dekontaminationsarbeiten (Zone „GELB")
  - B-Einsätze bei unbekannter Substanz
- **Empfehlung**
  - Ausschliesslich FFP3-Masken

- Filtrierende Halbmasken sind nur in Kombination mit Augenschutz zu verwenden
- Filtrierende Halbmasken schützen vor Feinstaub und Aerosolen und nicht vor Dämpfen und Gasen

- Ausatemventile bieten bei geringem Atemwiderstand mehr Tragekomfort und reduzieren das Beschlagen von Brillen. Die Maske wird zudem weniger schnell feucht.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

2.5.3 | Handschutz

Handschuhe	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Feuerwehrhandschuhe	EN 659	Geeignet bei ABC-Einsätzen mit Brand Nicht dekontaminierbar Kein Schutz vor Flüssigkeiten Nur beschränkter Kontaminationsschutz
■ Chemieschutzhandschuhe	EN 374 Kategorie III	Nitril, Hypalon oder Viton Empfehlung: Stärke mind. 0,3 mm Antistatisch / elektrisch ableitfähig
■ Einweg-Schutzhandschuhe	EN 374 Kategorie III	Nitril oder Chloropren

- Im Feuerwehr- / ABC-Wehr-Dienst wird von der Verwendung von Latex-Handschuhen abgeraten (Allergie, eingeschränkte chemische Beständigkeit)

Kategorien bei Einweg-Schutzkleidungen:

- Kategorie I: Schutz vor geringen Risiken
- Kategorie II: Schutz vor mittleren Risiken
- Kategorie III: Schutz vor hohen Risiken

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Handschuhe, die gemäss EN 374 zugelassen sind, werden mit den entsprechenden Piktogrammen bezeichnet:

Normen bei Schutzhandschuhen

Piktogramm	Norm	Schutz
	■ **EN 374-2**	Schutz gegen bakteriologische Kontamination.
A-L	■ **EN 374-3**	Schutz gegen chemische Stoffe (geprüfte Beständigkeit von > 30 Minuten für mindestens drei oder mehr Stoffe). Die Stoffe sind mit den Buchstaben A - L anzugeben.
	■ **EN 374-3**	Eingeschränkter Chemikalienschutz. Handschuhe nur gering chemikalienbeständig oder flüssigkeitsdicht, da sie zwar den Penetrationstest, nicht aber bei mindestens drei Chemikalien eine Mindestdurchbruchzeit von 30 Minuten erreicht haben.

Weitere Kennzeichnungen für Schutzhandschuhe

Piktogramm	Norm	Schutz
abcd*	■ **EN 388**	Mechanische Festigkeit **a**: Abriebfestigkeit **b**: Schnittfestigkeit **c**: Weiterreissfestigkeit **d**: Durchstichfestigkeit
abcdef*	■ **EN 407**	Schutz vor thermischen Risiken **a**: Brennbarkeit **b**: Kontakthitze **c**: Konvektionshitze **d**: Strahlungshitze **e**: Kleine Schmelzmetallsplitter **f**: Grosse Mengen Schmelzmetall
abc*	■ **EN 511**	Kälteschutz **a**: Konvektionsschutz **b**: Kontaktkälte **c**: Wasserfestigkeit (0 = Wasserpenetration, 1 = keine Wasserpenetration)
	■ **EN 1149**	Schutz vor statischer Aufladung

* Die Schutzfunktion gegen mechanische und thermische Risiken werden durch Ziffern unterhalb des Piktogramms dargestellt. Je höher die Zahl – beginnend bei 0 – desto besser der Schutz. X bedeutet keine Prüfung.

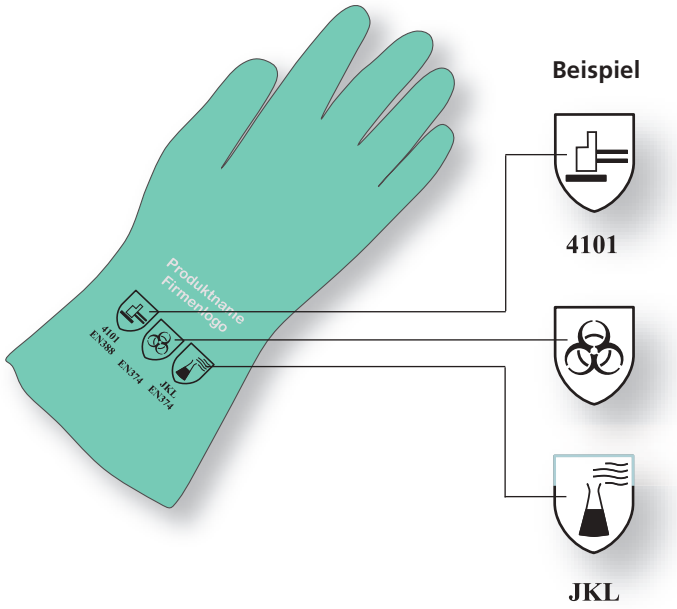
© by FKS: 02/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Beständigkeit gegen Permeation durch Chemikalien „EN 374-3"

Piktogramm	Kennzeichen	Beständigkeit gegen	
		Stoff	Stoffklasse
A - L (max. 3 Buchstaben)	**A**	Methanol	Primärer Alkohol
	B	Aceton	Keton
	C	Acetonitril	Nitril
	D	Dichlormethan	Chlorierter Kohlenwasserstoff
	E	Kohlendisulfid	Schwefelhaltige organische Verbindung
	F	Toluol	Aromatischer Kohlenwasserstoff
	G	Diethylamin	Amin
	H	Tetrahydrofuran	Heterozyklische Etherverbindungen
	I	Ethylacetat	Ester
	J	n-Heptan	Aliphatischer Kohlenwasserstoff
	K	Natriumhydroxid 40 %	Anorganische Base
	L	Schwefelsäure 96 %	Anorganische Säure



- Geprüfte mechanische Festigkeit
  - **4:** Sehr gute Abriebfestigkeit
  - **1:** Beschränkte Schnittfestigkeit
  - **0:** Schlechte Weiterreissfestigkeit
  - **1:** Beschränkte Durchstichfestigkeit
- Schutz gegen bakteriologische Kontamination
- Geprüfte Chemikalienbeständigkeit (> 30 Minuten) gegen:
  - **J:** n-Heptan
  - **K:** Natriumhydroxid 40 %
  - **L:** Schwefelsäure 96 %

- Bei der Kombination mit C-Schutzanzügen müssen die Handschuhe mindestens die an den Schutzanzug gestellten Leistungsanforderungen erfüllen

© by FKS: 04/2014

2.5.4 | Körperschutz / Schutzanzüge

Anzüge	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Feuerwehr-Brandschutzkleidung 	EN 469	Einsatzbereiche: - Brand - Crash-Bergung Begrenzter Kontaminationsschutz Begrenzt chemikalienbeständig Schwer dekontaminierbar
■ Flammschutzunterwäsche 	EN 533	Schutz gegen Hitze und Flammen Einsatzbereich: - Bei möglicher Brandgefahr unter CSA tragen

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Anzüge	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Leichter Einweg-Schutzanzug, „nicht flüssigkeitsdicht“ 	PSA-Kat. III Typ 4, 5, 6 EN 14605 (Typ 4) EN 13982 (Typ 5) EN 13034 (Typ 6) EN 1073-2 EN 14126 EN 1149-1	Sprühdicht, partikeldicht, begrenzt spritzdicht, antistatisch, Kontaminationsschutz gegen radioaktive Partikel, Infektionsschutz gegen Blut und Bakterien, atmungsaktiv Einsatzbereiche: - Aufräum- / Dekontaminationsarbeiten bei Ölunfällen - Arbeitsbereich „GELB“ bei ABC-Dekontamination - Auffinden von toten Wildvögeln *Grundsätzlich können auch ausschliesslich leichte CSA-Anzüge Typ 3 benutzt werden; diese sind universell geeignet und dekontaminierbar, dafür teurer und mit deutlich verringertem Tragekomfort (Einsatzzeit!)*
■ Leichter Einweg-Schutzanzug, „wasserdicht“ 	PSA-Kat. III Typ 3, 4, 5, 6 EN 14605 (Typ 3, 4) EN 13982 (Typ 5) EN 13034 (Typ 6) EN 1073-2 EN 14126 EN 1149-1	Flüssigkeitsdicht, sprühdicht, partikeldicht, begrenzt spritzdicht, antistatisch, Kontaminationsschutz gegen radioaktive Partikel, Infektionsschutz gegen Blut und Bakterien Einsatzbereiche: - Aufräum-/ Dekontaminationsarbeiten nach Öl-/ABC-Unfällen - Arbeitsbereich „ROT“ bei ABC-Dekontamination - Breiter Einsatz bei C-Einsatz mit beschränkten Gefahren (statt Vollschutz) - Universeller Einsatz bei A-/B-Einsätzen

Kategorien bei Einweg-Schutzkleidungen:

- Kategorie I: Schutz vor geringen Risiken
- Kategorie II: Schutz vor mittleren Risiken
- Kategorie III: Schutz vor hohen Risiken

© by FKS: 04/2014

Anzüge	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Schutzanzug 99 (SA 99) des Bevölkerungsschutzes ■ Leichter Schutzanzug CSA 2000 der Schweizer Armee 	SA 99 / CSA 2000 würde einem Typ 3 entsprechen, hat aber kein Zertifikat, da es sich um militärisches Material handelt!	Der Schutzanzug kann in erster Linie als Kontaminationsschutz bei radiologischen Ereignissen getragen werden. Der baugleiche CSA 2000 der Schweizer Armee wird vorwiegend bei Dekontaminationsarbeiten eingesetzt. Die Hülle des Schutzanzuges besteht aus drei Schichten einer Polyethylenfolie. Der Schutzanzug ist wiederverwendbar.
■ C-Schutzanzug 90 (CSA 90) der Schweizer Armee ■ C-Schutzanzug Cesar-S3P 	Vollständiger Schutz gegen: - flüssige Kampfstoffe während 12 Stunden - dampfförmige chemische Kampfstoffe während 24 Stunden	Der Schutzanzug 90 bietet nur gegen flüssige und dampfförmige chemische Kampfstoffe einen guten Schutz. Er besteht aus drei miteinander verklebten Schichten: - Wasser- und kampfstoffabweisender imprägnierter Oberstoff - Filterschicht aus Aktivkohlekugeln - Futterstoff aus Polyester auf der Innenseite Der Anzug ist nicht flammhemmend ausgerüstet. Organische Flüssigkeiten, wie Benzin, Dieselöl, Lösungsmittel, sättigen die Filterschicht und müssen vom Anzug ferngehalten werden. Für eine gute Haltbarkeit wird der Anzug meist in einer verschweissten vakuumierten Verpackung eingelagert.

© by FKS: 04/2014

Anzüge	Norm / Anforderung	Bemerkungen
■ Belüfteter Filterschutzanzug (Beispiel: FSA06) 	PSA-Kat. III EN 1073-1 EN 12941 Typ 3, 4, 5, 6 (EN 14605) Filter ABEK3-P3 mit Gebläse	Einsatzbereich: - Nur bei Personen-Dekontamination im Hospitalisationsraum (Arbeitsbereich „ROT“) *Ein FSA06 ersetzt keinesfalls einen gasdichten Chemie-Vollschutzanzug (Typ 1)!*
■ Gasdichter Anzug 	Typ 1-ET EN 943-1 (ohne Flammschutz) EN 943-2 (mit Flammschutz EN 14126 (B-Einsätze)	Chemie-Vollschutzanzug mit Umluft unabhängigem Atemschutz und Überdruck Einsatzbereiche: - Unbekannte ABC-Gefahren mit höchster Gefährdungsannahme - Einsatz mit besonders aggressiven oder korrosiven Chemikalien (Gase, Dämpfe) bzw. austretenden Flüssigkeiten (absoluter Flüssigkeitsschutz beim Abdichten!) - B-Einsätze mit Organismen der Stufen 3 und 4 Die Hülle dieser Anzüge besteht, je nach gewünschtem Schutz, aus mehrschichtigen, chemikalienbeständigen Materialien.

Typisierung bei Chemikalienschutzanzügen:

- Typ 1: Gasdicht
- Typ 2: Nicht gasdicht
- Typ 3: Flüssigkeitsdicht
- Typ 4: Sprühdicht
- Typ 5: Partikeldicht
- Typ 6: Begrenzt sprühdicht

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Normen bei Einweg-Schutzkleidung

Piktogramm	Norm	Schutz
	■ **EN 14605** Typ 3	Schutzkleidung gegen flüssige Chemikalien – Leistungsanforderung an Chemikalienschutzanzüge mit flüssigkeitsdichten Verbindungen zwischen den Teilen der Kleidung
	■ **EN 14605** Typ 4	Schutzkleidung gegen flüssige Chemikalien – Leistungsanforderung an Chemikalienschutzanzüge mit spraydichten Verbindungen zwischen den Teilen der Kleidung
	■ **EN 13982** Typ 5	Schutzkleidung – Schutz gegen feste Partikel – Teil 1: Schutz gegen luftgetragene feste Partikel
	■ **EN 13034** Typ 6	Schutzkleidung gegen flüssige Chemikalien – Leistungsanforderung an Chemikalienschutzkleidung mit eingeschränkter Schutzleistung gegen flüssige Chemikalien
	■ **EN 1073-2**	Schutzkleidung gegen radioaktive Kontamination – Anforderungen und Prüfverfahren für Schutzkleidung gegen radioaktive Kontamination durch feste Partikel
	■ **EN 14126**	Schutzkleidung – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren für Schutzkleidung gegen Infektionserreger (zusätzliche optionale Prüfung Typ 1 - 6)
	■ **EN 1149-1**	Schutzkleidung – Elektrostatische Eigenschaften – Teil 1: Oberflächenwiderstand (Prüfverfahren und Anforderungen) (zusätzliche optionale Prüfung)
	■ **EN 533**	Schutzkleidung – Schutz gegen Hitze und Flammen – Materialien und Materialkombinationen mit begrenzter Flammenausbreitung

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

2.5.5 | Fussschutz

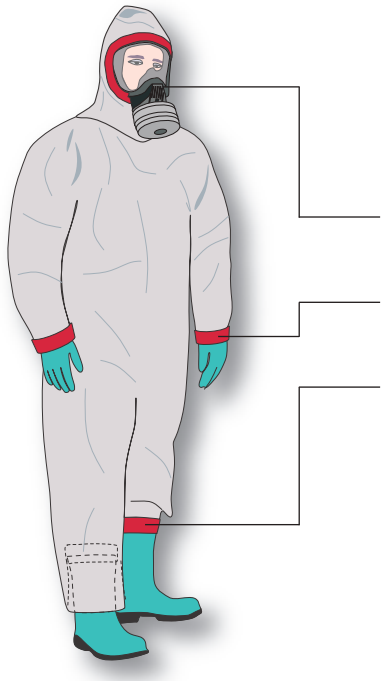
Stiefel	Norm	Bemerkungen
■ Feuerwehrstiefel aus Leder	EN 15090	Nur geringer und kurzzeitiger Schutz vor Chemikalien Kein Schutz vor aggressiven Flüssigkeiten Kein Kontaminationsschutz Sicherheitsstiefel mit Stahlkappe und Stahlzwischensohle, ableitfähig Schwer dekontaminierbar
■ Feuerwehrstiefel aus Gummi	EN 20345	Öl-, säuren- und laugenbeständig Beschränkter Schutz vor Chemikalien Sicherheitsstiefel mit Stahlkappe und Stahlzwischensohle, ableitfähig Dekontaminierbar
■ Industrie- / Chemie-gummistiefel	EN 345, S5	Öl-, säuren- und laugenbeständig Chemikalienbeständig Beschränkte Hitzebeständigkeit Sicherheitsstiefel mit Stahlkappe und Stahlzwischensohle, ableitfähig Dekontaminierbar
■ Einweg-Überziehschuhe	CE Kategorie III Typ 3, 4, 5, 6	Einweg-Überziehschuhe dienen als Kontaminationsschutz Eigenschaften analog Schutzanzug

© by FKS: 04/2014

Weiterer Fussschutz	Norm	Bemerkungen
■ Kanalhose 	EN 354, S5	Ölbeständig Modelle mit Stahlkappe und Stahl-zwischensohle verwenden, ableitfähig Dekontaminierbar Einsatzbereich: - Bei Ölsperren oder Umwelt-einsätzen mit Ölverschmutzung (z.B. Heizöl im Keller)
■ Stiefel am gasdichten Anzug 	EN 345, S5	Öl-, säuren- und laugenbeständig Chemikalienbeständig Beschränkte Hitzebeständigkeit Sicherheitsstiefel mit Stahlkappe und Stahlzwischensohle, ableitfähig Dekontaminierbar

© by FKS: 04/2014

2.5.6 | An-/Ausziehen der persönlichen Schutzausrüstung



Beim An- und Ausziehen der persönlichen Schutzausrüstung sind stets die Herstellerangaben zu beachten. Damit ein Einweg-Schutzanzug im Einsatz den bestmöglichen Schutz bietet, sind folgende drei Übergänge bestmöglich abzukleben:

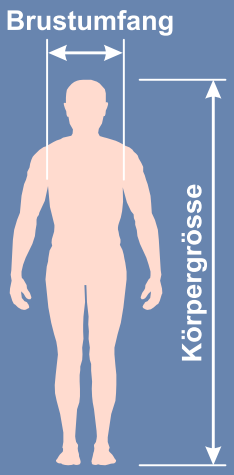
- Schutzanzug auf Maske
- Schutzanzug auf Handschuhen
- Schutzanzug auf Gummistiefel

- Beim Tragen von Schutzanzügen, kann eine durch Bewegung hervorgerufene Volumenänderung zum Ansaugen von Gasen und Aerosolen aus der Umgebung, durch nicht abgedichtete Stellen des Anzuges, führen (Pump-Effekt)

Anziehen von Schutzanzügen

- Auf passende Grösse achten. Zu kleine Anzüge schränken in der Bewegung ein, zudem besteht – insbesondere beim Bücken – Reissgefahr entlang der Nähte. Die Luft in zu grossen Anzügen wirkt als Isolator, womit die Temperatur im Anzug steigt. Ausserdem besteht die Gefahr, dass man mit dem zu grossen Anzug hängen bleibt oder beim zu kleinen Anzug in der Beinfreiheit eingeschränkt ist („Pinguinschritt").
- Bei Klebestellen, Falten vermeiden!
- Anzug vorzugsweise auf dem Rücken und Oberschenkel beschriften (z.B. Name, Zeit Einsatzbeginn und evtl. Funktion/Aufgabe)

Grössentabelle für Einweg-Schutzanzüge (Beispiel Firma DuPont)



Grösse	Körpergrösse	Brustumfang
S	162 - 170 cm	84 - 92 cm
M	168 - 176 cm	92 - 100 cm
L	174 - 182 cm	100 - 108 cm
XL	180 - 188 cm	108 - 116 cm
XXL	186 - 194 cm	116 - 124 cm
XXXL	192 - 200 cm	124 - 132 cm

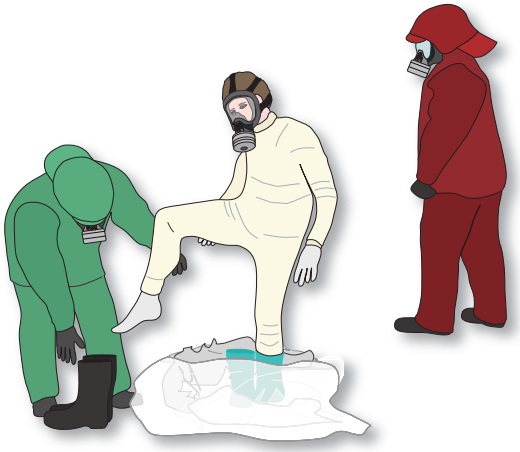
© by FKS: 04/2014

Ausziehen von Schutzanzügen

Kontaminierte Chemikalienschutzanzüge sind vor dem Ausziehen soweit zu reinigen, dass ein gefahrloses Ablegen möglich ist. Für eine allfällige weitere Reinigung oder die Entsorgung, sind die Anzüge direkt in einem Plastiksack auszuziehen. Hierbei muss mit grösstmöglicher Vorsicht vorgegangen werden, damit der Anzugträger oder die Helfer nicht kontaminiert werden. Es darf niemals mit der dreckigen Hand in den sauberen Anzug gegriffen werden. Daher wird beim Ausziehen, wie auch bei der Dekontamination (siehe Punkt 2.15), nach dem Prinzip „Schmutzmann und Saubermann" vorgegangen: Der „Schmutzmann" berührt den Anzug nur auf der gereinigten Aussenseite, der „Saubermann" berührt nur innen liegende Teile (z.B. Atemschutz, Funk etc.) sowie die Innenseite des Anzuges.

Ausziehen von Einweg-Schutzanzügen

- Nachdem der „Schmutzmann" (braun) den Anzug im Schulterbereich kreuzförmig aufgeschnitten hat, wechselt er vor den Anzugträger, jetzt kommt der „Saubermann" (grün) an die aufgeschnittene Stelle.



- Der „Saubermann" (grün) hilft dem Anzugträger, aus den Anzugstiefeln zu steigen. Erst danach wird an einem sicheren Ort der Atemschutz abgelegt und verpackt.

- Um Inkorporation zu vermeiden, Atemschutz möglichst spät ausziehen, Unterziehhandschuhe zuletzt

Ausziehen von Mehrweg-Schutzanzügen

- Nachdem der „Schmutzmann" (braun) den Reissverschluss geöffnet hat, wechselt er seine Position auf die reissverschlussabgewandte Seite und macht damit dem „Saubermann" (grün) Platz.

- Der Schutzanzug muss immer geschlossen verpackt werden, womit eine allfällige Kontamination im Anzuginneren verhindert werden kann

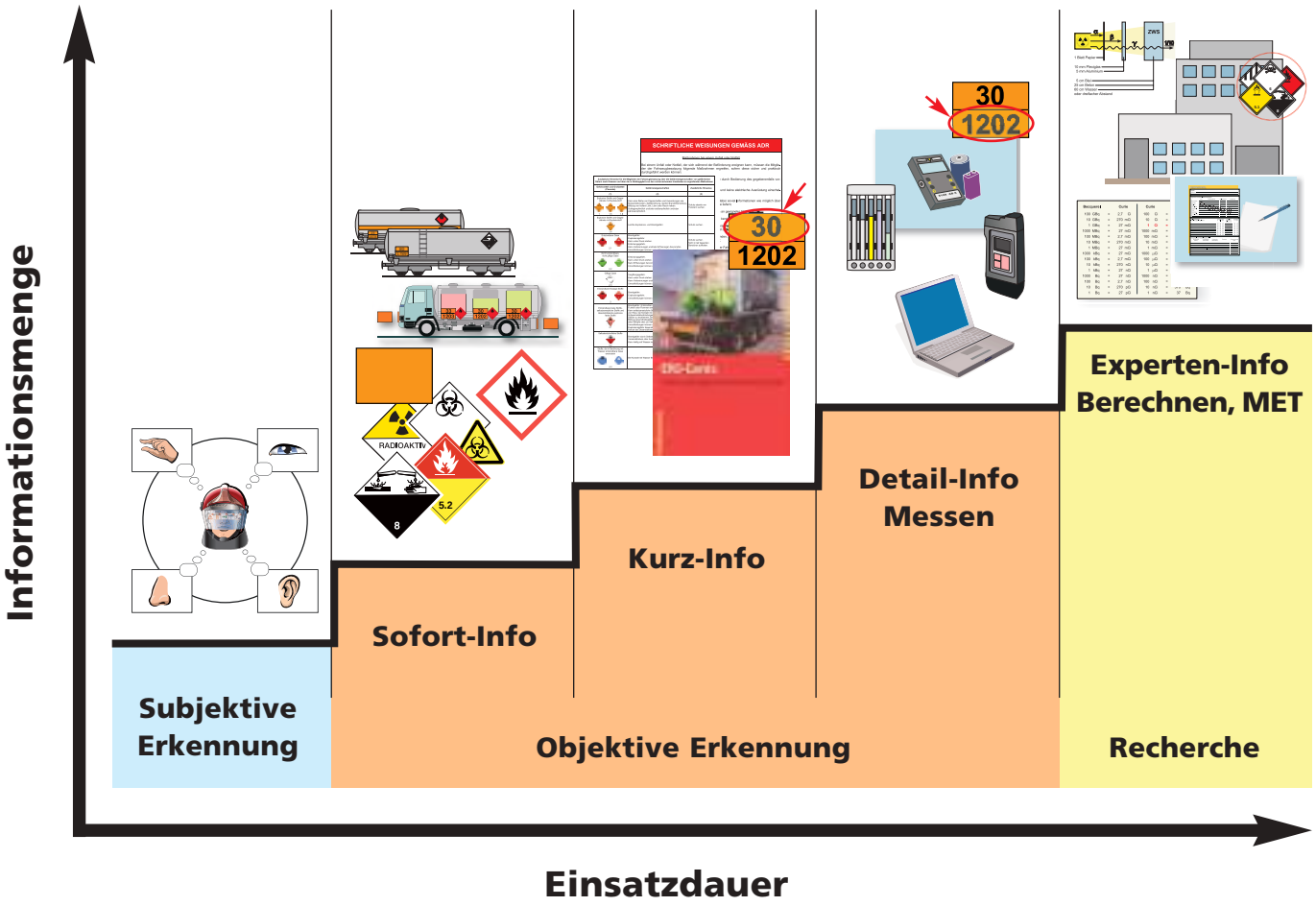
Die Reinigung der Anzüge soll möglichst, gemäss den Weisungen der Fachberatung, substanzspezifisch erfolgen (siehe auch Punkt 2.16).

© by FKS: 04/2014

2.6 | Feststellen der Gefahren (Gefahrenerkennung)

Am Anfang jedes Einsatzes steht immer die Gefahrenerkennung. Zu diesem Zeitpunkt hat man – abgesehen von der Feststellung, dass eine Gefahr vorhanden ist – zumeist noch nicht viele Informationen. Erst mit der Zunahme der Einsatzdauer steigt auch die Informationsmenge, sodass eine sinnvolle Ereignisbewältigung vorgenommen werden kann.

Abstufung von Informationsschritten



© by FKS: 04/2014

2.6.1 | Feststellen durch Sinnesorgane (subjektive Erkennung)

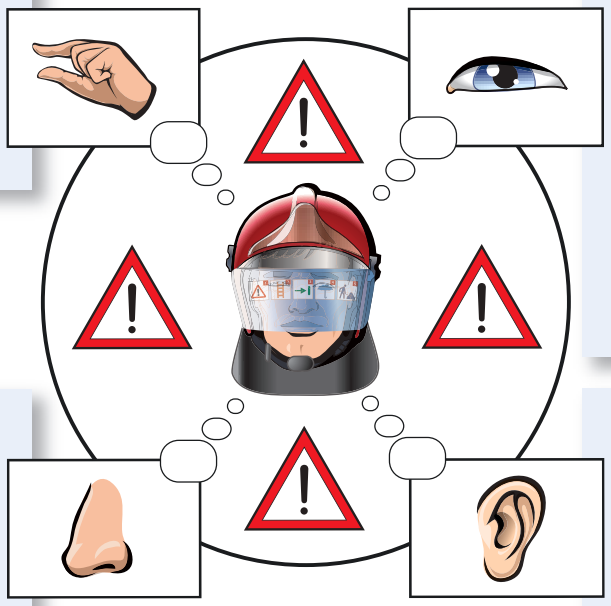
Die Wahrnehmung durch unsere Sinne, wie Sehen, Riechen, Fühlen und Hören, ist in einem Ereignis oft die erste Feststellung.

Natürlich müssen wir uns primär der Unvollkommenheit unserer Sinnesorgane bewusst werden (verschiedene Gase sowie ionisierende Strahlung sind beispielsweise überhaupt nicht auf diese Weise wahrnehmbar!).

Beispiele für eine praxisbezogene Gefahrstoffsensorik sind:

Fühlen
- Hitzestrahlung
- Druckwelle
- Hautreizungen
- etc.

Sehen
- Verhalten von Mensch und Tier (Verletzungsmuster, Symptome)
- Flammen, Flammenfarbe
- Ausbreitende Gefahrstoffe (Aggregatzustand, Mobilität, Mischbarkeit)
- Sinkender oder steigender Rauch bzw. Dämpfe (Windrichtung)
- Gasschwaden
- etc.



Riechen
- Dämpfe
- Düfte (Odorierungsmittel im Erdgas)
- etc.

Hören
- Explosions- bzw. Detonationsknall
- Ausströmen eines Gases
- Pfeifen
- Knallen
- etc.

- Gewisse Stoffe (z.B. Schwefelwasserstoff) übersättigen oder lähmen die Geruchsrezeptoren, sodass nach einer kurzen Geruchswahrnehmung nichts mehr oder nicht mehr vollständig wahrgenommen werden kann
- Nicht alle Gefahren sind mit unseren Sinnesorganen wahrnehmbar

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

2.6.2 | Spezifische Gefahrenerkennung (objektive Erkennung)

Für die spezifische Gefahrenerkennung existiert eine Vielzahl von Kennzahlen und Merkmalen, die eine objektive Gefahrenerkennung ermöglicht. Nicht alle sind in der Schweiz gleich relevant. So werden z.B. der Gefahrendiamant und der Hazchem-Code primär im englischen Raum angewendet.

Stoffnummer
siehe Punkt 2.8.2

Gefahrentafel
siehe Punkt 2.8

Gefahrensymbole
siehe Punkt 2.9

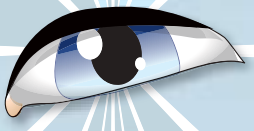
Messen
siehe Punkt 2.21

Gefahrzettel / Placard
siehe Punkt 2.11

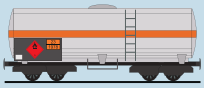
Gefahrnummer
siehe Punkt 2.8.1

Verpackungen,
Gebindegrössen
siehe Punkt 2.7

Gefahrendiamant
siehe Punkt 2.8.4



Oranger Streifen
(verflüssigte Gase
Bahntransport)
siehe Punkt 2.8



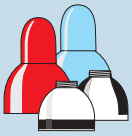
Wagenpapiere
(Begleitpapiere und
schriftliche Weisungen)
siehe Punkt 2.11.1

Reaktionen mit Wasser, Luft, Metallen,
Verpackungsmaterialien,
Chemikalien, Strassenbelägen
siehe Punkt 5.16.1

Warnzeichen
siehe Punkt 2.10

Etikettentexte, H- und P-Sätze
siehe Punkt 2.8.5

Gasflaschenkennzeichnung
siehe Punkt 5.13.2



Hazchem-Code
siehe Punkt 2.8.3

Ungewöhnliches
Verhalten von Personen,
Tieren und Pflanzen

Wenn möglich, Feststellungen dokumentieren (siehe Punkt 6.8).

© by FKS: 04/2014

2.7 | Beurteilen der Gefahr

Sobald eine Gefahr festgestellt wurde, muss diese möglichst korrekt beurteilt werden.

Beispiele von Faktoren, die in die Gefahrenbeurteilung einfliessen:

- **Situation / Lage:** Ort, Zeit, Umgebung, Wind, Wetter, politische Lage
- **Aggregatzustand:** Fest, flüssig, gasförmig (siehe Punkt 2.20)
- **Austrittsgeschwindigkeit / Menge:** (siehe Punkt 2.7.2)
- Spezifische **Stoffeigenschaften:**
  - Flammpunkt und Zündtemperatur (siehe Punkt 5.1)
  - Explosionsgrenzen (siehe Punkt 5.10.1)
  - Giftigkeit (siehe Punkt 5.10.6)
  - Reaktionen (siehe Punkt 5.16.1)
  - Dichte (Gas und Dämpfe bezüglich Luft; Flüssigkeit bezüglich Wasser (siehe Punkt 5.1))

Die Verpackung kann erste Informationen über die Art des Inhalts geben (Pulverfass, Flüssigkeitskanister, Druckbehälter etc.) und zeigt, wie der Stoff gelagert werden sollte.

Von der Verpackung können u.a. ebenfalls gewisse Gefahren ausgehen. Zum Beispiel bei

- **Glasverpackung:** Berstgefahr, Bruchgefahr
- **Kartonverpackung:** Gefahr der Brennbarkeit, Gefahr der Instabilität bei nassen Gebinden
- **Plastikverpackung:** Gefahr der Brennbarkeit, Schmelzgefahr
- **Metallverpackung:** Berstgefahr

Beispiele von handelsüblichen Gefahrgutverpackungen:

- **Glasverpackungen**

- **Kartonverpackungen**

- Die Bezeichnung UN-Verpackung hat für die Gefahrenbeurteilung keine Bedeutung. Sie weist lediglich darauf hin, dass es sich um eine geprüfte und zugelassene Aussenverpackung für den Versand gefährlicher Güter handelt.

© by FKS: 04/2014

- **Kunststoffverpackungen**

- **Metallverpackungen**

- **Aggregatzustände und deren Gefährlichkeit**

  Ohne genaue Stoffkenntnis lässt sich bei Chemikalien die Gefahr anhand des Aggregatzustands einschätzen.

Aggregatzustände

Gefahr für	fest	flüssig	gasförmig
Einsatzkräfte	gering	gross	sehr gross
Bevölkerung	gering	mittel	sehr gross
Umwelt	mittel	gross	mittel

© by FKS: 04/2014

2.7.1 | Umwelteinflüsse

Viele Faktoren prägen ein Ereignis. Einen grossen Einfluss haben u.a. folgende Umwelteinflüsse:

- **Temperatur**

  Die Umgebungstemperatur bei einem Ereignis spielt eine wichtige Rolle bei der Ereignisbewältigung. Ist es warm oder gar heiss, ist die Gefährdung – insbesondere bei entzündbaren Stoffen – viel grösser.

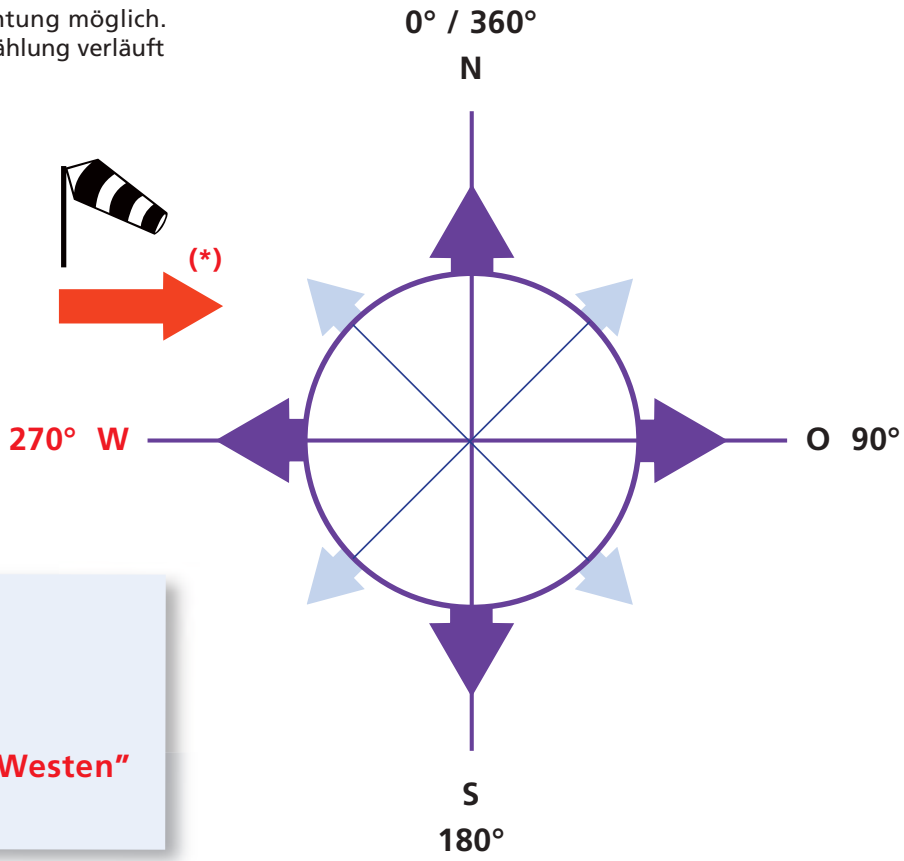
- **Topografie**

- Brennbare und giftige Dämpfe / Gase sind zumeist schwerer als Luft. Der Standort der Einsatzkräfte ist daher, wenn immer möglich, erhöht zu wählen. Standorte in Senkungen sind zu vermeiden.

- **Wetter / Wind**

  Auch die Wetterbeurteilung (Regen bis Sonnenschein) und die Jahreszeit (Hochsommer oder eiskalter Winter) können die Einsatzmassnahmen sehr stark beeinflussen.

  Eine Angabe ist in Grad oder Himmelsrichtung möglich. Die Windrose wird in 360° eingeteilt, die Zählung verläuft im Uhrzeigersinn, beginnend bei Norden.



Beispiel (rechts)

(*) Wind 270° heisst:

„Der Wind bläst aus Richtung Westen"

- Es gilt die Regel:
  Mit Windrichtung ist immer diejenige Richtung gemeint, aus der der Wind bläst

© by FKS: 04/2014

2.7.2 | Freisetzung

Die individuellen Beobachtungen müssen ergänzt werden mit der Beurteilung der austretenden, (Leckrate in Liter/Minute) betroffenen (ausgelaufene oder maximal auszulaufende) Menge.

Je nach Aggregatzustand des Stoffes (fest, flüssig, gasförmig) ist die Verbreitung und Gefährdung unterschiedlich (siehe Punkt 2.20).

Volumenabschätzung

Das vorliegende Hilfsmittel soll eine Hilfe für die Abschätzung von Freisetzungen, insbesondere auch bezüglich allfälliger Berechnungen mit MET (siehe Punkt 6.5) darstellen. Für die Abschätzung einer Freisetzung sind insbesondere die Menge des Stoffes sowie dessen Freisetzungsgeschwindigkeit (und die daraus resultierende Freisetzungsdauer) von entscheidender Bedeutung.

■ Kleingebinde	1 - 10 Liter
■ Druckgasbehälter	
• Druckgasflaschen	bis 50 Liter
• Druckgastransportbehälter	bis 500 Liter
• Druckgastankwagen – Behälter oder Flaschenbündel	bis 30’000 Liter
• Druckgaskesselwagen	bis 80’000 Liter
■ Fässer	10 - 200 Liter
■ Grossgebinde (IBC)	200 - 4’000 Liter
■ ISO-Tank (Tankcontainer: Strasse, Schiff, Bahn)	15’000 - 30’000 Liter
■ Heizöltank	600 - 20’000 Liter
■ Kammer eines Tankwagens (Strasse)	1’500 - 30’000 Liter
■ Kesselwagen (Eisenbahn)	10’000 - 120’000 Liter
■ Binnenschiff	30’000 - 1’000’000 Liter
■ Tanklager, pro Tank	100’000 - 10’000’000 Liter

© by FKS: 04/2014

Volumenstromabschätzung bei Leckagen (Beispiele)

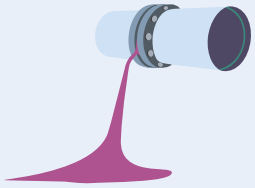
■ **Tropfleckage** an:

- Armaturen (Ventilen, Hähnen, Mess- und Regelgeräten)
- Rohrleitungsflanschen
- Transportbehältnissen wie Flaschen, Kanistern, Deckelbehältern, IBC
- Bodenarmaturen von Strassentankwagen, ISO-Tankcontainern und Bahnkesselwagen

In diesem Fall ist die Grösse der Armatur oder der Nennweite ohne Bedeutung für die Abschätzung.

Bei Tropfleckagen kann von einem Volumenstrom von 1 l/Min. ausgegangen werden.

■ **Flanschleckage**

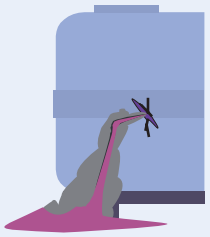


Diese kann auftreten an Rohrleitungen, Flanschen zwischen Ober- und Unterteilen von Armaturen, Pumpen und an Behälterstutzen. Hierbei ist eine Beschädigung der Dichtung zu unterstellen oder aber die Schraubverbindungen haben sich gelockert.

Die Leckagemenge ist in erster Näherung linear zur Nennweite abzuschätzen.

	mm	Norm	Liter pro Minute	Zoll
• Nennweite	25	DN 25	25 l	1"
• Nennweite	50	DN 50	50 l	2"
• Nennweite	100	DN 100	100 l	4"

■ **Undichtigkeit an einer Rohrleitung oder einem Behälter**



Dies kann der Abriss einer Leitung sein oder ein Loch in einer Rohrleitung oder einem Behälter. Hier ist der Volumenstrom proportional zur Fläche der Leckageöffnung, die sich mit dem Quadrat des Durchmessers ändert. Als Wert für die Nennweite DN 50 (2") sind 500 l/Min. anzunehmen.

Alle anderen sind im Verhältnis der Quadrate der Nennweite zu extrapolieren.

- Nennweite DN 25 (1") 125 l/Min.
- Nennweite DN 80 (3") 1'300 l/Min.
- Nennweite DN 100 (4") 2'000 l/Min.
- Nennweite DN 150 (6") 4'500 l/Min.

Die Nennweite einer Leitung oder eines Loches in einer Rohrleitung oder eines Behälters kann mit der Zuordnung:

- Fingerdick Nennweite DN 25
- Armdick Nennweite DN 80 - DN 100
- Faustdick Nennweite DN 100 - DN 125

in erster Näherung abgeschätzt werden.

- Die Leckraten gelten bei Normaldruck (1'013 mbar); bei höheren Drücken steigen die Leckraten
- Bei Medien, die zähflüssiger (viskoser) als Wasser sind, sind die Leckraten geringer

© by FKS: 04/2014

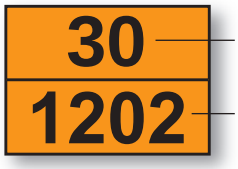
2.8 | Gefahrstoff- und Gefahrguterkennung

Fahrzeuge, die gefährliche Güter oberhalb der Freigrenze transportieren, müssen mit einer rückstrahlenden, orangefarbenen Warntafel und den entsprechenden Gefahrzetteln bezeichnet werden.

Beispiel einer Gefahrentafel

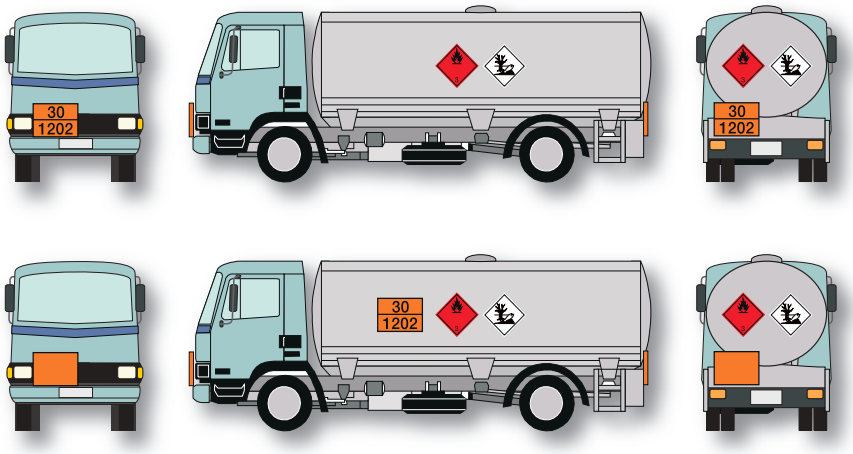
Beispiele von Gefahrzetteln

Das ADR schreibt für orangefarbene Warntafeln, beim Transport auf der Strasse, eine Grösse von 40 x 30 cm vor. Die Tafeln müssen vorne und hinten an der Beförderungseinheit montiert werden.

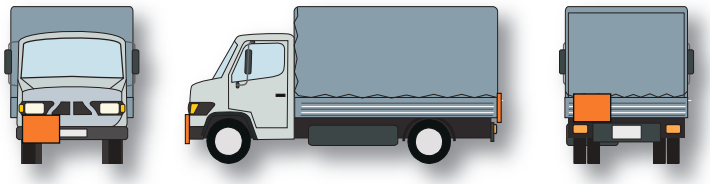


Gefahrnummer (Kemler-Zahl)

Stoffnummer (UN-Nummer)



Tafel für Sammeltransport (verschiedene Gefahrgüter)



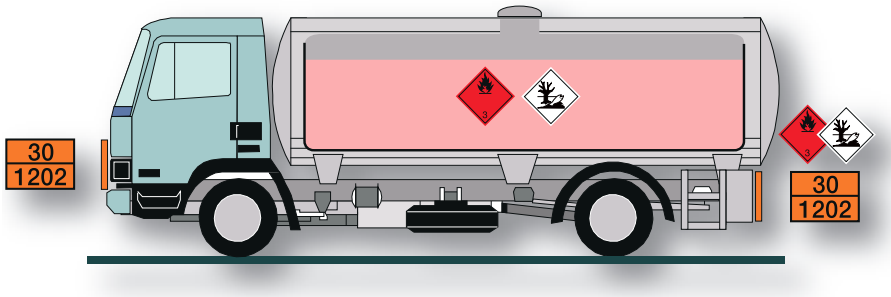
Ist ausschliesslich hinten und vorne eine orange Warntafel, ohne Kennzeichnungsnummern, vorhanden, so handelt es sich um einen Stückguttransport. Dieser kann alle möglichen Gefahrenarten enthalten.

- Ungereinigte, nicht entgaste oder nicht entgiftete leere Verpackungen, leere Tanks, leere Fahrzeuge oder leere Container für Güter in loser Schüttung, die Gefahrgüter enthalten haben, müssen mit den gleichen Kennzeichnungen und Gefahr- oder Grosszetteln (Placards) versehen sein, wie im gefüllten Zustand

© by FKS: 04/2014

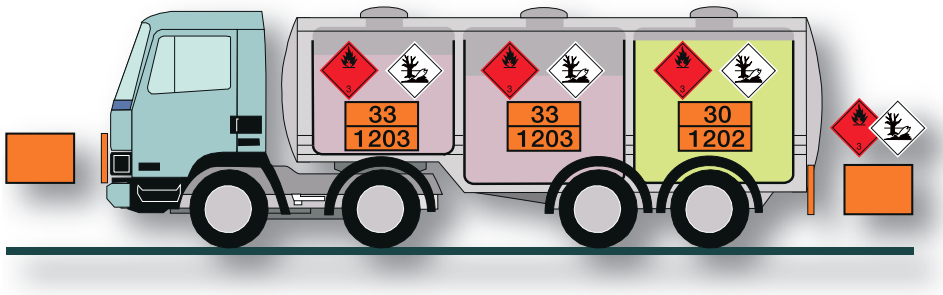
Beispiele von Tankfahrzeugbezeichnungen im Strassenverkehr

- **Tankfahrzeug (1 Kammertank)**
  Beladen mit Heizöl



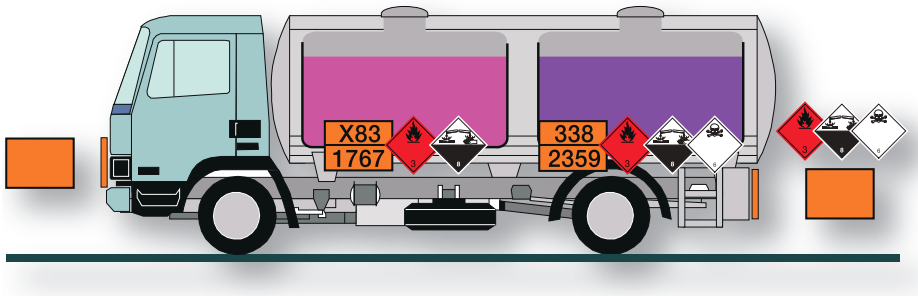
Kennzeichnung:
30 / 1202 = Diesel / Heizöl

- **Tankfahrzeug (3 Kammerntank)**
  Beladen mit Benzin 95, Benzin 98, Diesel



Kennzeichnung:
33 / 1203 = Benzin
33 / 1203 = Benzin
30 / 1202 = Diesel / Heizöl

- **Tankfahrzeug (2 Kammerntank)**
  Beladen mit Diethyldichlorsilan, Diallylamin



Kennzeichnung:
X83 / 1767 = Diethyldichlorsilan
338 / 2359 = Diallylamin

- Bei Tankfahrzeugen für Mineralöltransporte mit mehreren Kammern muss nicht jede Kammer einzeln bezeichnet werden. Es genügt, wenn vorne und hinten der gefährlichste Stoff angegeben wird.

© by FKS: 04/2014

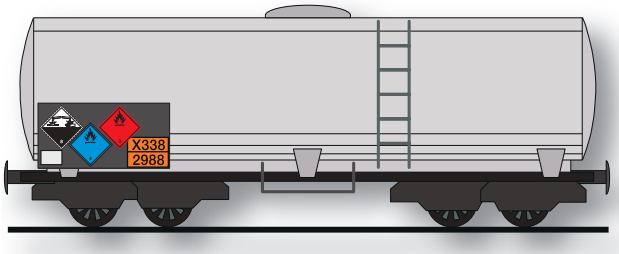
FKS CSSP CSP

Beispiele von Bahnwagenbezeichnungen im Schienenverkehr

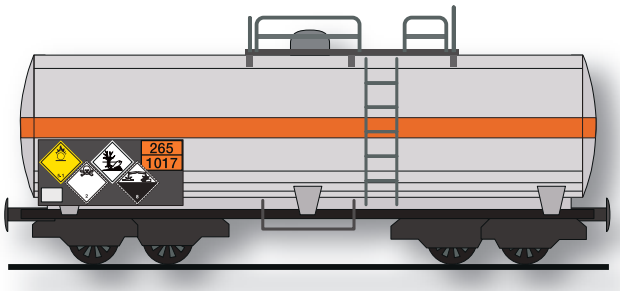
An Kesselwagen, Tankcontainern sowie an Wagen und Containern für Güter in loser Schüttung ist beim Gefahrguttransport, oberhalb der Freigrenze, eine Kennzeichnung gemäss RID notwendig.

Beförderungseinheiten, bestehend aus einem oder mehreren Tankzisternen, sind seitlich, mittels orangefarbener Tafeln, zu kennzeichnen. Zusätzlich ist die Tankkammer mittels entsprechender Grosszettel (Placards) zu kennzeichnen.

- **Tankwagen**
  Beladen mit Trichlorsilan



- **Tankwagen**
  Beladen mit Chlorgas

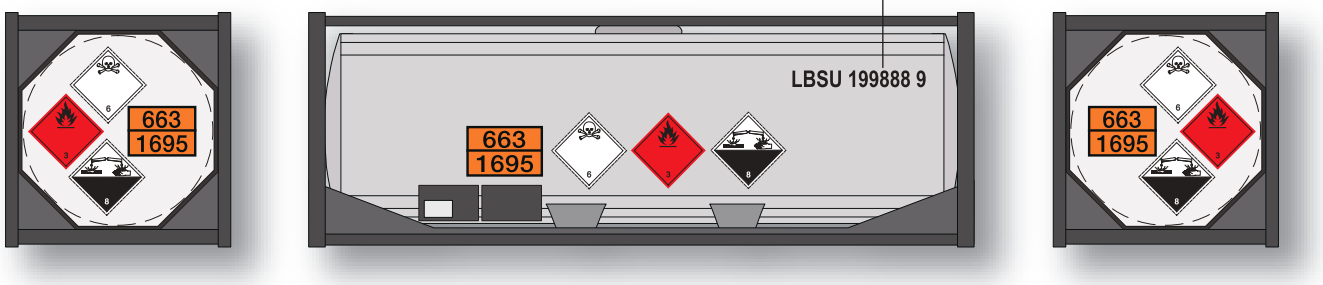


- Beim Transport von verflüssigten Gasen in Bahnkesselwagen ist, als zusätzliche Kennzeichnung, ein orangefarbener Streifen rund um den Kesselwagen vorgeschrieben

Beispiele von kombinierter Bezeichnung Strasse „ADR" und Eisenbahn „RID"

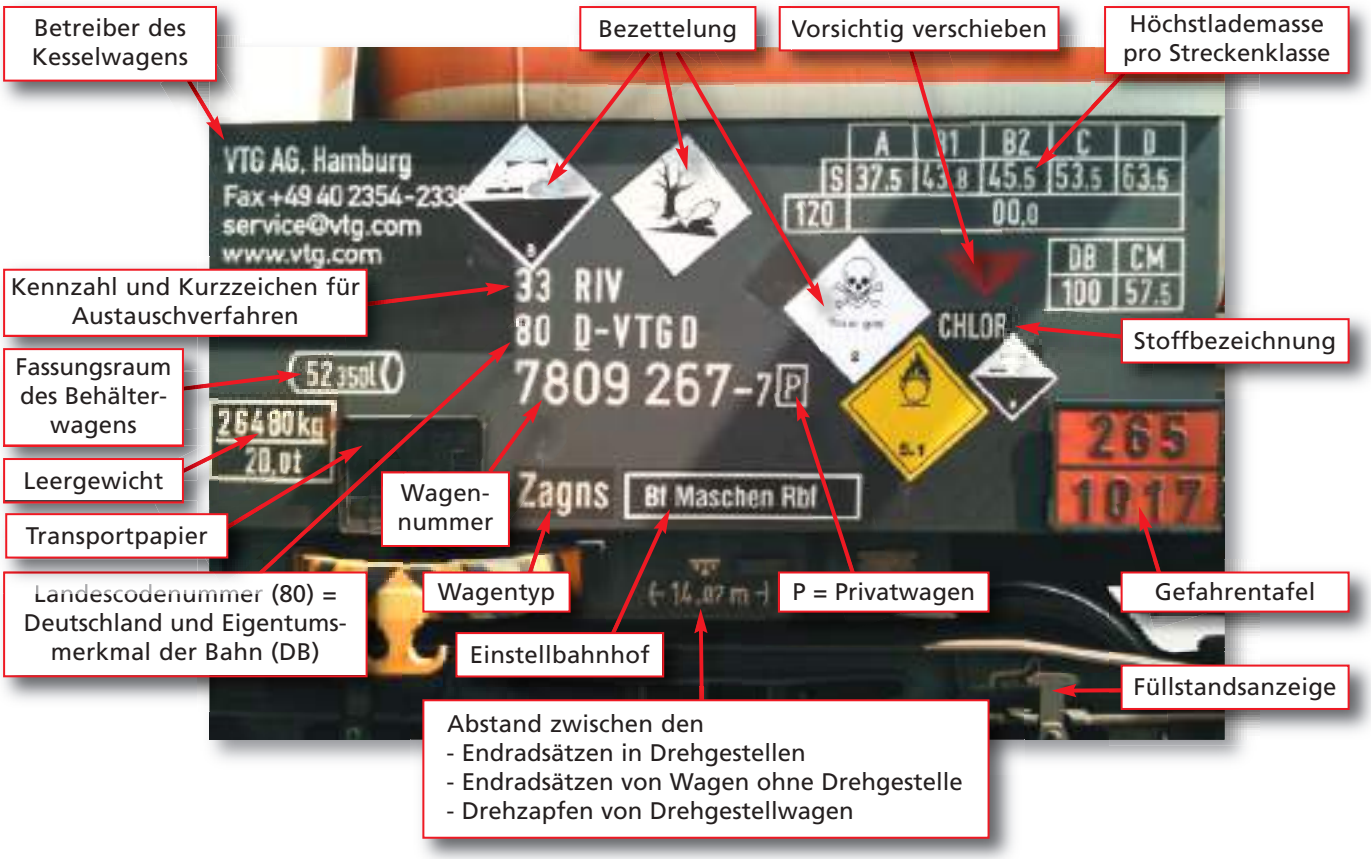
- **Tank für Transport auf Strasse und Schiene**
  Beladen mit Chloraceton, stabilisiert

Containernummer
- 4 Grossbuchstaben = Besitzer
- 6 Ziffern + 1 Kontrollziffer



© by FKS: 04/2014

Beispiel von Informationen auf Kesselwagen



Über die Zug- oder Wagennummer kann, mithilfe des CIS (Cargo Information System), Auskunft eingeholt werden über: Zuglänge, Anzahl Wagons, Ladegut, Gefahrgut und UN-Nummer. Bei der Betriebsleitzentrale des Infrastrukturbetreibers kann, anhand der Zugnummer, der entsprechende Wagen, mit dem jeweilig geladenen Produkt nachgefragt werden. Die Telefonnummern der Betriebszentralen sind, je nach Region, verschieden und können auch über die Einsatzleitzentrale der Polizei angefordert werden.

Beispiel Zugkomposition

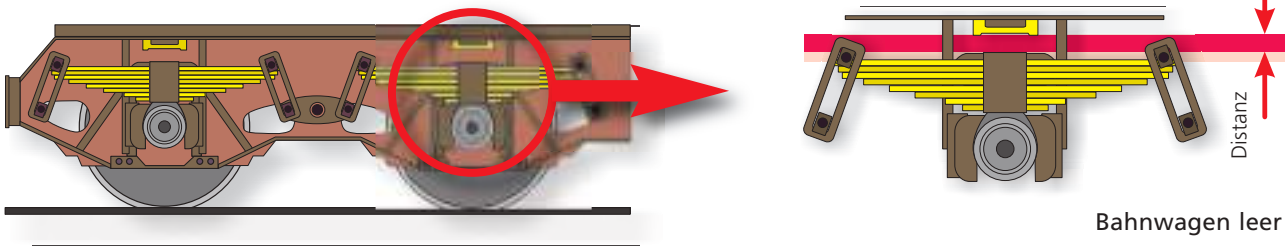
- Zur Überprüfung der Gefahranalyse auch den vorangehenden und nachfolgenden Wagon nachfragen
- Kontaktaufnahme mit ausrückendem Ereignis-manager des Bahnbetreibers

© by FKS: 04/2014

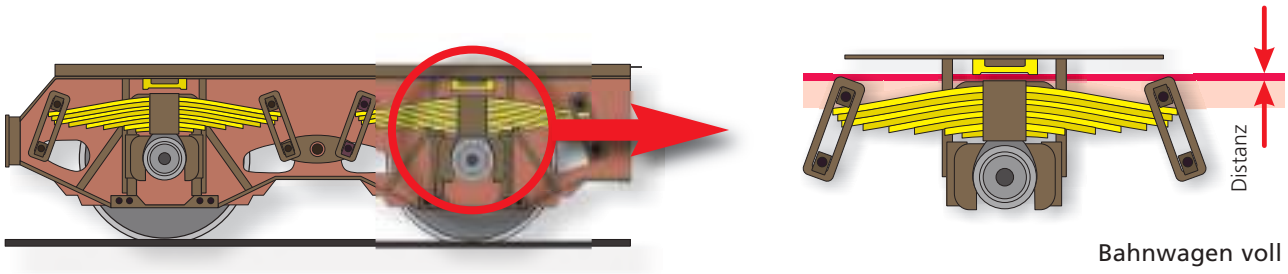
Optische Füllstandsanzeige bei Kesselwagen

Ob ein Kesselwagen gefüllt oder leer ist, kann anhand der Wagenfederung bestimmt werden.
Der exakte Füllgrad eines Kesselwagens kann so nicht ermittelt werden.

Blattfedernanzeige

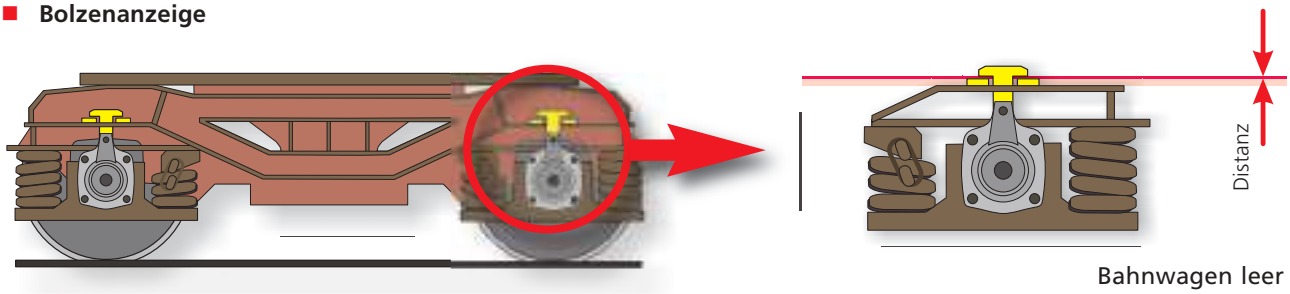


Bahnwagen leer

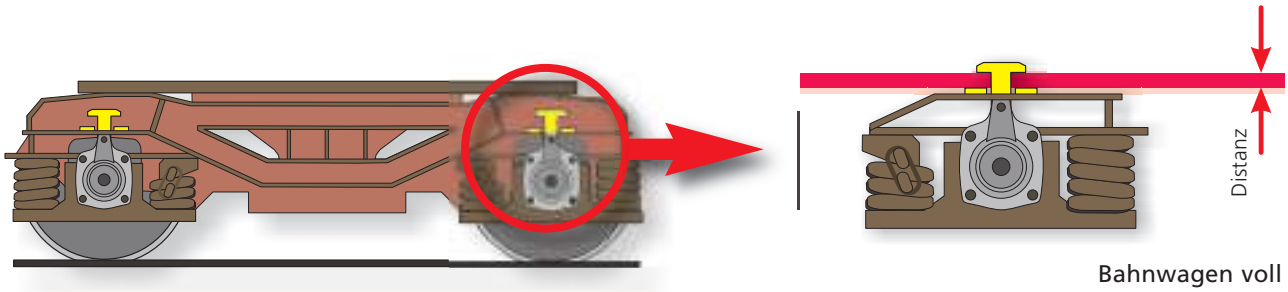


Bahnwagen voll

Bolzenanzeige



Bahnwagen leer



Bahnwagen voll

- Die Bodenanzeige bei luftgefederten Kesselwagen gibt den effektiven Füllstand nur mit gespiesener Luft an. Wird der Kesselwagen von der Luftversorgung getrennt, verändert sich der Füllstandsanzeiger (Bolzen) nicht. Er bleibt fix.
- Da die Flüssigphase im Kesselwagen oft eine andere Temperatur als die Gasphase hat, kann die Füllstandsmenge mittels Wärmebildkamera einfach ermittelt werden. Bei isolierten Kesselwagen funktioniert das nicht.

© by FKS: 04/2014

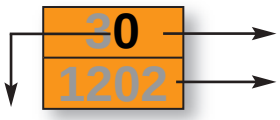
2.8.1 | Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr (Gefahrnummer)

Die **Gefahrnummer** beschreibt die Gefahr, die von dem Transportgut ausgeht. Sie befindet sich immer oben auf der orangefarbenen Warntafel.

1. Ziffer (Gefahrnummer) = **Hauptgefahr**

UN- / Stoffnummer oder Sammelnummer

- **X** Stoff reagiert gefährlich mit Wasser
- **2** Gas
- **3** Entzündbarer flüssiger Stoff
- **4** Entzündbarer oder selbsterhitzungsfähiger fester Stoff
- **5** Oxidierender, brandfördernder, entzündend wirkender Stoff oder organische Peroxide
- **6** Giftiger oder ansteckungsgefährlicher Stoff
- **7** Radioaktiver Stoff
- **8** Ätzender Stoff
- **9** Umweltgefährdender Stoff, verschiedene gefährliche Stoffe, z.B. im erwärmten Zustand. Fehlt die Gefahrnummer oder kann sie nicht gelesen werden, ist die Hauptgefahr anhand des Gefahrzettels zu ermitteln.



2. und weitere Ziffern (Gefahrnummer) = **zusätzliche Gefahren**

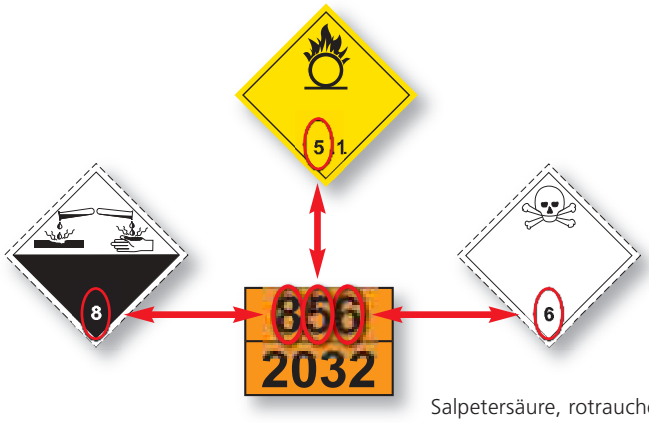
UN- / Stoffnummer oder Sammelnummer

- **0** Ohne Bedeutung, als Ergänzung der ersten Ziffer
- **2** Entweichen von Gas (22 = tiefkaltes Gas)
- **3** Entzündbare Stoffe (Dämpfe)
- **4** Entzündbare Stoffe, die sich bei erhöhter Temperatur verflüssigen
- **5** Oxidierende (brandfördernde) Wirkung
- **6** Giftigkeit oder Ansteckungsgefahr
- **8** Ätzende Wirkung
- **9** Gefahr einer spontanen, heftigen Reaktion

Die **Zifferverdoppelung** weist auf die Zunahme der entsprechenden Gefahr hin

z.B. **33** = **Leicht** entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt unter 23 °C)
66 = **Sehr** giftiger Stoff
88 = **Stark** ätzender Stoff

Die Gefahrnummer korreliert mit den Gefahrzetteln für den Transport gefährlicher Güter (siehe Punkt 2.11).



Salpetersäure, rotrauchend

© by FKS: 04/2014

2.8.2 | UN-Nummer

Die **UN-Nummer** ist immer vierstellig und befindet sich unterhalb der Gefahrnummer auf der orangefarbenen Warntafel.

Jedem Stoff, der in grösseren Mengen transportiert wird, ist eine UN-Nummer zugeordnet. Die Nummer beschreibt das Transportgut, von dem die Gefährdung ausgeht. Sie wird nicht nur für einzelne chemische Verbindungen vergeben, sondern auch für Stoffgruppen und sonstige Güter mit Gefährdungspotential. Sie wird von einem Expertenkomitee der Vereinten Nationen festgelegt.

Zu den meisten UN-Nummern gehört eine festgelegte Gefahrnummer.

Beispiele:

268 1005 Ammoniak, wasserfrei	265 1017 Chlor	263 1040 Ethylenoxid unter Druck verflüssigt	33 1090 Aceton
30 1202 Heizöl oder Diesel	33 1203 Benzin	336 1230 Methanol	80 1789 Salzsäure
X886 1831 Schwefelsäure rauchend	23 1965 Kohlenwasserstoffgas, Propan-/Butangemische, verflüssigt	60 2074 Acrylamid	70 3329 Radioaktive Stoffe

- Über die UN-Nummer können, mithilfe von Datenbanken wie z.B. Hommel, ERI-Cards oder IGS (siehe Punkt 6.2), im Einsatz rasch die ersten Stoffeigenschaften und Massnahmen ausfindig gemacht werden

Stoffe, denen keine eigene UN-Nummer zugeordnet ist, können nur mithilfe des Beförderungspapiers (siehe Punkt 2.11.1) genauer zugeordnet werden.

Beispiel:

33
1993 → Entzündbarer flüssiger Stoff, N.A.G. *(Produktname)*

In der Datenbank „Hommel" sind über 70 Einträge mit der UN-Nummer 1993 vorhanden.

© by FKS: 04/2014

2.8.3 | Der Hazchem-Code

Der **Hazchem-Code** stammt aus dem englischen Raum (**Haz**ardous **Chem**icals, in Deutsch: gefährliche Chemikalien).

Der Hazchem-Code (Hazardous Chemicals Code) liefert über eine Kombination aus Zahlen und Buchstaben in kurzer Form Informationen über:

- das erforderliche Löschmittel (Wasser, Schaum, Trockenlöschmittel)
- die erforderlichen Schutzstufen (Vollschutz, Atemschutz)
- das Vorgehen (Eindämmen, Verdünnen, Evakuieren)
- die möglichen Reaktionen des Stoffes

In der Regel wird der Code hierzulande nicht an der Ladung oder dem Transportfahrzeug zu finden sein, sondern in der entsprechenden Literatur.

Hazchem-Code (Hazchem-Skala)
z.B. 2XE = Löschen mit Wassersprühstrahl, Vollschutzanzug zwingend, Wasserrückhaltung erstellen, Evakuierung in Betracht ziehen

UN- oder Stoffnummer (ERI-Cards)
z.B. 1744 = Brom

Hazchem-Skala „Deutsch"

1		Wasserstrahl	
2		Wassersprühstrahl	
3		Löschschaum	
4		Trockenlöschmittel	
P	V	Vollschutzanzug	Verdünnen
R			
S	V	Atemschutz	
T			
W	V	Vollschutzanzug	Eindämmen
X			
Y	V	Atemschutz	
Z			
E		Evakuierung in Betracht ziehen	

Hazchem-Scala „Englisch"

1		COARSE SPRAY	
2		FINE SPRAY	
3		FOAM	
4		DRY AGENT	
P	V	CPC	DILUTE
R			
S	V	BA & FIRE KIT	
T			
W	V	CPC	CONTAIN
X			
Y	V	BA & FIRE KIT	
Z			
E		PUBLIC SAFETY HAZARD	

- Bei Stoffen mit „V" sind heftige Reaktionen an Luft oder mit Wasser möglich

© by FKS: 04/2014

2.8.4 | Der Gefahrendiamant

Der Gefahrendiamant ist ein System zur Sofortbeurteilung der Gefahren nach Unfällen mit gefährlichen Gütern. Entwickelt wurde er von der amerikanischen NFPA (National Fire Protection Association).

Im europäischen Raum ist der Gefahrendiamant vor allem auf Stückgütern aus Amerika zu finden.

Brandgefahr

4 Extrem leicht entzündlich bei allen Temperaturen

3 Entzündungsgefahr bei normalen Temperaturen

2 Entzündungsgefahr bei Erwärmung

1 Entzündungsgefahr nur bei Erhitzung

0 Keine Entzündungsgefahr unter üblichen Bedingungen

Gesundheitsgefahr

4 Äusserst gefährlich!
Jeden Kontakt mit Dämpfen oder Flüssigkeiten, ohne Schutz, vermeiden

3 Sehr gefährlich!
Aufenthalt im Gefahrenbereich nur mit voller Schutzkleidung und Atemgerät

2 Gefährlich!
Aufenthalt im Gefahrenbereich nur mit Atemgerät und einfacher Schutzkleidung

1 Geringe Gefahren:
Atemgerät wird empfohlen

0 Ohne besondere Gefahr

Reaktionsgefahr

4 Grosse Explosionsgefahr!
Gefahrenzone bilden,
bei Brand, gefährdetes Gebiet sofort räumen

3 Explosionsgefahr bei Hitzeeinwirkung oder starker Erschütterung durch Schlag: u.a. Gefahrenzone bilden, Löschangriff nur aus sicherer Deckung

2 Heftige chemische Reaktion möglich:
verstärkte Schutzmassnahmen,
Löschangriff nur aus sicherem Abstand

1 Wird bei Erhitzung unstabil:
Schutzmassnahmen erforderlich

0 Unter normalen Bedingungen, keine Gefahr

Besondere Anweisungen

(leer)	Wasser als Löschmittel zulässig
~~W~~	Kein Wasser zum Löschen verwenden
OX	Das Material wirkt oxidierend
ACID	Das Material ist eine Säure
ALK	Das Material ist eine Alkalie
COR	Das Material wirkt ätzend
BIO	Das Material ist biologisch gefährlich (ansteckend)
☢	Gefahr der ionisierenden Strahlung

Beispiel „Phenylacetylchlorid"

3 = Sehr gefährlich! ... Schutzkleidung ...

1 = Entzündungsgefahr nur bei Erhitzung

2 = Heftige chemische Reaktion möglich ...

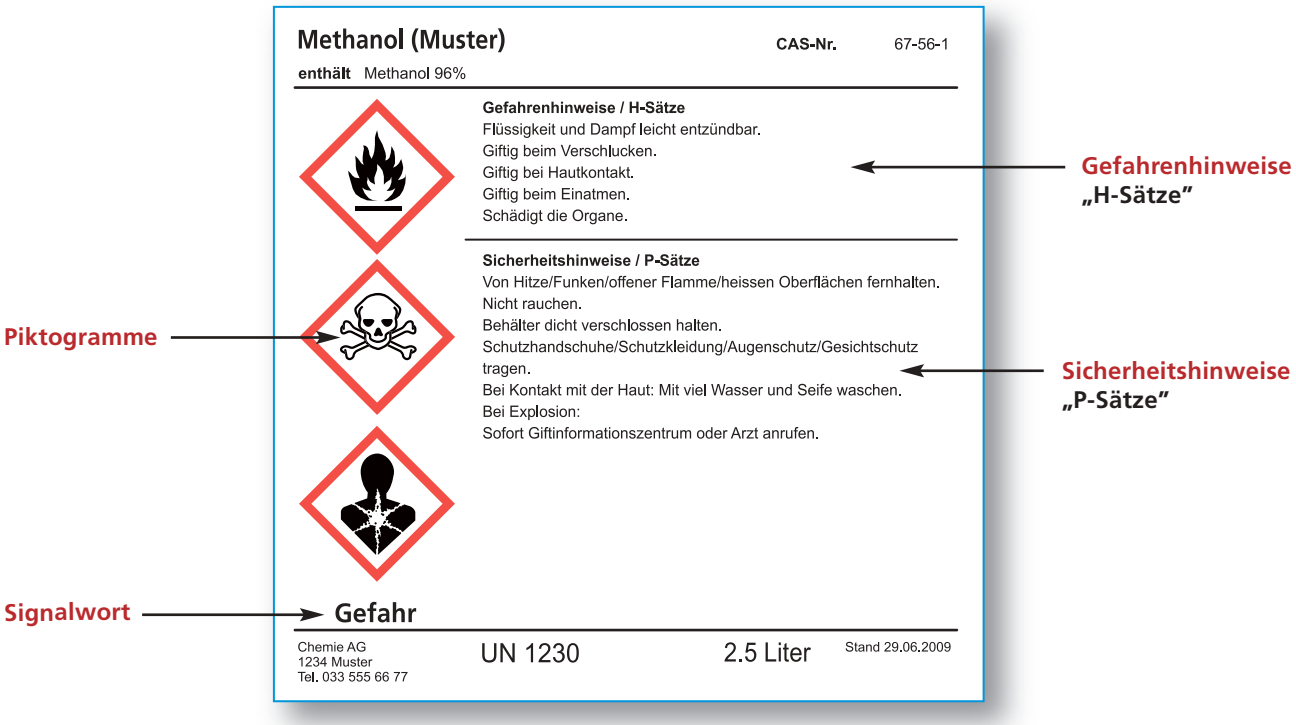
~~W~~ = Kein Wasser zum Löschen verwenden

© by FKS: 04/2014

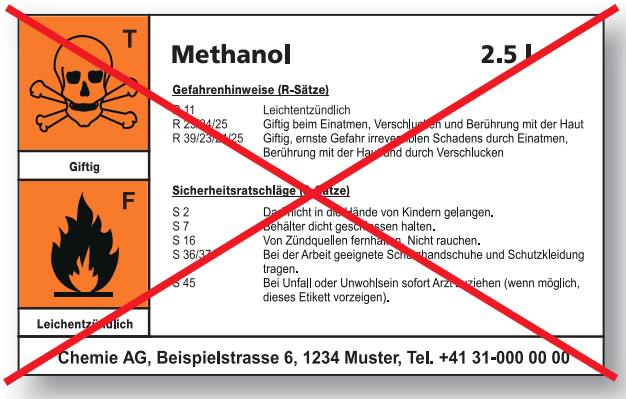
2.8.5 | Produktekennzeichnung

Seit 2010 wird auch in der Schweiz die Kennzeichnung gemäss GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) der Vereinten Nationen eingeführt. Dies ist ein weltweit einheitliches System zur Klassifizierung und Kommunikation von Gefahren, die von Chemikalien (Stoff, Gemisch) ausgehen. Durch diese Information können entsprechende Vorsichts- und Schutzmassnahmen beim Gebrauch getroffen werden.

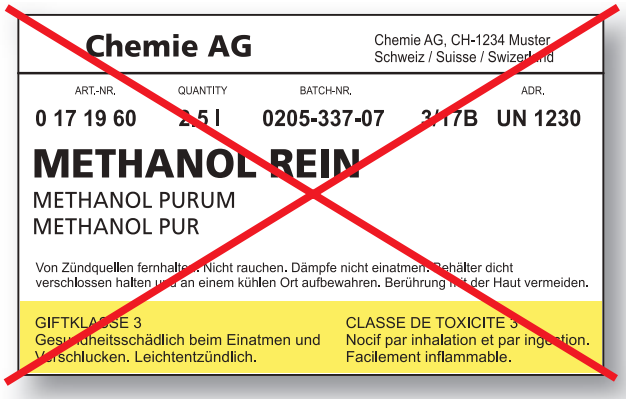
■ **Etikette nach GHS** (Beispiel Methanol)



■ **Bisherige Etikette** (Beispiel Methanol): Umstellung auf GHS 2012 - 2015



■ **Giftklassen-Etikette** (Beispiel Methanol): seit 1.8.2005 nicht mehr gültig!



■ Alle Bezettelungen können beim Endverbraucher, auch Jahre nach Ablauf der Gültigkeit, angetroffen werden; sie dürfen lediglich nicht mehr verkauft werden

© by FKS: 04/2014

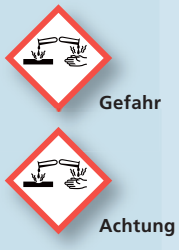
Für den Umgang mit Gefahrstoffen und für die Lagerung wurden neue Gefahrensymbole bestimmt (siehe Punkt 2.9).

Die neuen
Gefahrensymbole nach GHS

- Die GHS-Symbole werden jeweils mit einem Signalwort ergänzt.
  Die Signalwörter geben einen Hinweis auf die Schwere der Gefahr.

  „Gefahr" steht bei schwerwiegenden Gefahren (z.B. Hautätzung).

  „Achtung" steht bei weniger schwerwiegenden Gefahren (z.B. Hautreizung).



Was früher die R- und S-Sätze waren (siehe Punkt 6.3.2), die Informationen über die Risiken mit Stoffen und Hinweise über die Sicherheit beim Umgang mit Stoffen gaben, sind heute die H- und P-Sätze (siehe Punkt 6.3.1).

- Die **H-Sätze** (Hazard Statements, Gefahrenhinweise) beschreiben die Gefahren, die von Chemikalien ausgehen können:
  - Gefahren
  - Gesundheitsgefahren
  - Umweltgefahren

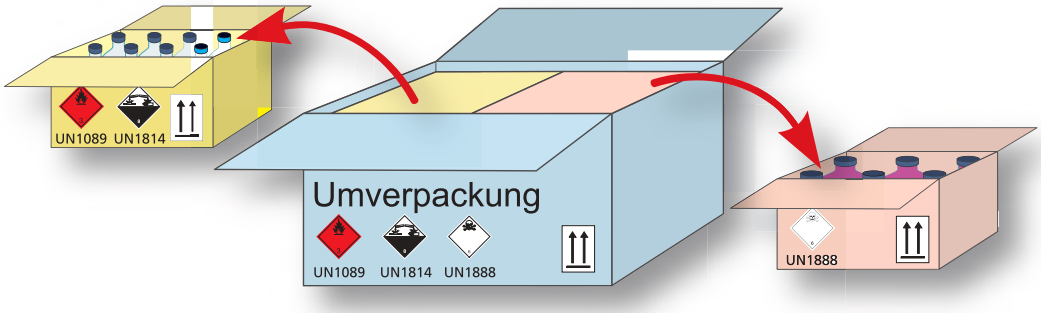
- Die **P-Sätze** (Precautionary Statements, Sicherheitshinweise) geben Informationen für den sicheren Umgang mit Chemikalien:
  - Sicherheitsvorkehrungen
  - Richtige Lagerung
  - Korrekte Entsorgung
  - Massnahmen im Unglücksfall

© by FKS: 04/2014

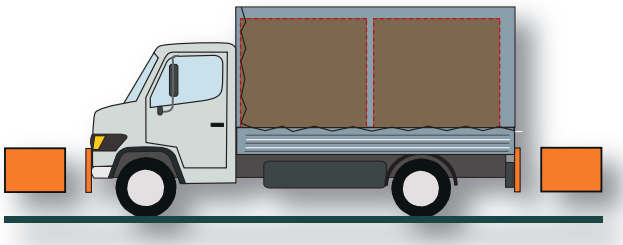
Fachinformationen

Umverpackungen (overpack)

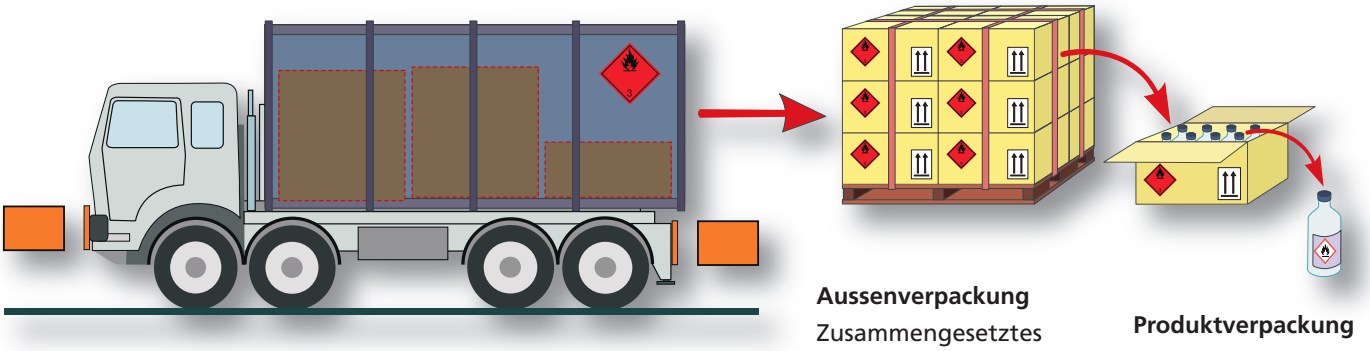
- **Aussenverpackung**
  einer zusammengesetzten Verpackung = Versandstück nach ADR



- **Beförderungsfahrzeuge**
  Kennzeichnung mit Warntafeln nach ADR (vorne und hinten)



- **Beförderungscontainer**
  Kennzeichnung mit Gefahrzettel nach ADR (alle vier Seiten)



Aussenverpackung
Zusammengesetztes Versandstück nach ADR

Produktverpackung
Kennzeichnung nach GHS

- Nach ADR befinden sich auf jeder (Um-)Verpackung die Gefahrzettel sowie die UN-Nummern

© by FKS: 04/2014

2.9 Gefahrensymbole für die Lagerung und den Umgang mit Gefahrstoffen

GHS-Symbol	Bezeichnung	altes Symbol
Achtung	Entzündbar (Aerosol, Gas, Feststoff, Flüssigkeit); organische Peroxide Typ E + F; selbstzersetzliche, selbsterhitzungsfähige Stoffe; Stoffe die mit Wasser entzündbare Gase bilden	F
Gefahr	Lebensgefährlich, giftig (Haut, Atemwege, Verschlucken)	T / T+
Gefahr / Achtung	Gefahr von schweren Verätzungen der Haut und schweren Augenschäden	C
Gefahr / Achtung	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel	O
Achtung	Reizend, gesundheitsschädlich (Haut, Augen, Atemwege, Verschlucken)	Xi
Achtung	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren	

GHS-Symbol	Bezeichnung	altes Symbol
Gefahr	Extrem entzündbar (Aerosol, Gas, Feststoff, Flüssigkeit); selbstzersetzliche, selbsterhitzungsfähige oder pyrophore Stoffe; Stoffe, die mit Wasser entzündbare Gase bilden	F+
Gefahr / Achtung	Explosionsgefährliche oder selbstzersetzliche Stoffe; organische Peroxide (Typ A / B)	E
Achtung	Giftig für Wasserorganismen	N
Gefahr / Achtung	Krebserregend, reproduktionstoxisch, gen- oder organschädigend	Xn

- Die neuen Symbole gemäss **GHS** (**G**lobally **H**armonized **S**ystem) werden in der Schweiz schrittweise eingeführt (Zeithorizont 2009 - 2015). Verpackungen mit der „alten" Kennzeichnung wird man noch längere Zeit antreffen.

© by FKS: 04/2014

2.10 | Warnzeichen im Bereich der ABC-Wehr bei stationären Anlagen

Warnzeichen	Bezeichnung	Warnzeichen	Bezeichnung
	Warnung vor explosionsgefährlichen Stoffen		Warnung vor Biogefährdung
	Warnung vor Gasflaschen		Warnung vor radioaktiven Stoffen oder ionisierenden Strahlen
	Warnung vor feuergefährlichen Stoffen		Warnung vor gefährlichen radioaktiven Stoffen (wird teilweise eingesetzt als Ergänzung zum Strahlenpropeller für eine bessere Verständlichkeit)
	Warnung vor brandfördernden Stoffen		Warnung vor ätzenden Stoffen
	Warnung vor giftigen Stoffen		Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre (=> Zündquellen fernhalten)

- Warnzeichen dienen der Kennzeichnung von Hindernissen und Gefahrenstellen. Es gibt über 30 verschiedene Warnzeichen, einige – oben aufgeführt – warnen auch vor gefährlichen Stoffeigenschaften. Diese Warnzeichen sind meistens an (Labor-)Türen, Chemikalienschränken und Kühlschränken zu finden.

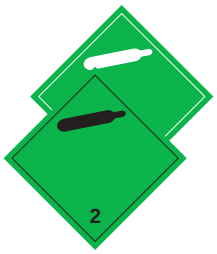
© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

2.11 | Gefahrzettel und Begleitpapiere für den Transport gefährlicher Güter

ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
1	**Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke**	**Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff**	■ Stoffnummern unter 1'000 weisen auf Gefahrgut der Klasse 1 hin	
	Unterklassen 1.1, 1.2 und 1.3	**1.1** Massenexplosionsfähige Explosivstoffe **1.2** Nicht massenexplosionsfähige Sprengstoffe **1.3** Feuergefährliche, nicht massenexplosionsfähige Explosivstoffe	■ Brand- / Explosionsgefahr ■ Splittergefahr ■ Hitzegefahr ■ Druckwirkung ■ Giftige Brandgase ■ Blitzgefahr (Licht) ■ Rauchentwicklung ■ Schlag-, Stossempfindlich	■ Sprengkapseln ■ Feuerwerk ■ Raketen ■ Munition ■ Sprengstoffe ■ Leuchtkörper ■ Schwarzpulver
	Unterklasse 1.4	**1.4** Nicht massenexplosionsfähige Explosivstoffe mit geringer Gefahr		
	Unterklasse 1.5	**1.5** Sehr unempfindliche massenexplosionsfähige Stoffe		
	Unterklasse 1.6	**1.6** Extrem unempfindliche, nicht massenexplosionsfähige Stoffe		

© by FKS: 04/2014

ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
2	Kennzeichnung Fahrzeuge 	**Gase** ■ Verdichtete Gase ■ Unter Druck verflüssigte Gase ■ Tiefgekühlte verflüssigte Gase ■ Unter Druck gelöste Gase ■ Druckgaspackungen (Spraydosen) ■ Gegenstände, die Gase unter Druck enthalten	■ Explosionsgefahr ■ Berstgefahr ■ Druckwellengefahr ■ Splittergefahr ■ Erstickungsgefahr	■ Medizinische und technische Gase
	Kennzeichnung Fahrzeuge Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke 	**Nicht entzündbare, nicht giftige Gase**		■ Sauerstoff ■ Kohlendioxid ■ Stickstoff ■ Helium ■ Pressluft
	Kennzeichnung Fahrzeuge Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke 	**Entzündbare Gase**	<u>Zusätzliche Gefahr</u>: ■ Brandgefahr	■ Butan ■ Propan ■ Feuerzeuge ■ Haarspray

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
2	Kennzeichnung Fahrzeuge 26. Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke 	**Giftige Gase**	Zusätzliche Gefahr: ■ Vergiftungs- und Verätzungsgefahr	■ Chlor ■ Ammoniak
3	Kennzeichnung Fahrzeuge 3.. Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke 	**Entzündbare flüssige Stoffe** ■ Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis max. 60 °C ■ Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt über 60 °C, wenn sie auf oder über ihrem Flammpunkt erwärmt befördert werden ■ Desensibilisierte explosive flüssige Stoffe	■ Brand- / Explosionsgefahr ■ Wassergefährdend ■ Vergiftungsgefahr	■ Benzin ■ Diesel, Heizöl ■ Kerosin ■ Farben, Lacke, Klebstoffe ■ Lösungsmittel ■ Alkohol (Ethanol) ■ Sprit

© by FKS: 04/2014

ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
4	Kennzeichnung Fahrzeuge 4.. Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 4.1	**4.1 Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe und desensibilisierte explosive feste Stoffe** ■ Stoffe, die sich durch Hitze, Reibung oder Funken leicht entzünden lassen ■ Stoffe, die eine hohe Abbrandgeschwindigkeit haben ■ Stoffe, die eine hohe Verbrennungstemperatur aufweisen	■ Brandgefahr bei Wärmeeinwirkung ■ Explosionsgefahr (bei Stäuben) ■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend	■ Schwefel ■ Nitrocellulose ■ Magnesium ■ Sicherheitszündhölzer ■ Kohlepulver ■ Grillanzünder
		■ Holz, Heu, Stroh, Steinkohle etc. sind auch brennbare feste Stoffe, unterliegen jedoch keiner Kennzeichnungspflicht		
	Kennzeichnung Fahrzeuge 43. Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 4.2	**4.2 Selbstentzündliche Stoffe** ■ Stoffe, die sich bei Kontakt mit Luft selbstentzünden können oder selbsterhitzungsfähig sind	■ Gefahr der Selbstentzündung an der Luft und mit Wasser ■ Gasentwicklung ■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend	■ Phosphor ■ Kaliumsulfid ■ Ölgetränkte Textilien
		■ Die Gefahrnummer 43 kommt häufig beim Transport mit Gefahrgut der Unterklasse 4.2 vor; möglich sind aber auch: 40, X333, X432, 333, 36, 446, 46, 38 und 48		

© by FKS: 04/2014

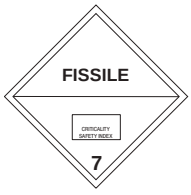
ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
4	Kennzeichnung Fahrzeuge Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 4.3	**Stoffe, die in Berührung mit Wasser heftig reagieren können** ■ Nicht jeder Transport mit Gefahrgut der Unterklasse 4.3 ist automatisch mit „X" vor der Gefahrnummer gekennzeichnet. Es kann auch stehen: 323, 423, 382, 362, 462, und 482. **4.3** Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln ■ Stoffe, die bei Kontakt mit Wasser entzündbare Gase bilden, die mit Luft explosive Gemische bilden können	■ Bildung entzündlicher Gase ■ Brand- / Explosionsgefahr ■ Vergiftungsgefahr	■ Natrium ■ Kalium ■ Calciumcarbid ■ Calcium- / Magnesiumphosphid (Verwendung als Mäusegift)
5	Kennzeichnung Fahrzeuge Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 5.1	**5.1 Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe** ■ Stoffe, die, obwohl selbst nicht brennbar, durch Abgabe von Sauerstoff einen Brand verursachen können oder einen Brand anderer Stoffe fördern können	■ Brand- / Explosionsgefahr bei Kontakt mit brennbaren Stoffen ■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend ■ Materialzersetzend	■ Wasserstoffperoxid (Bleich- und Desinfektionsmittel) ■ Permanganate ■ Düngemittel ■ Nitrate ■ Persulfate

© by FKS: 04/2014

ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
5	Kennzeichnung Fahrzeuge 539 Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 5.2	**5.2 Organische Peroxide** ■ Hoch aktive, teilweise selbstzersetzungsfähige und temperaturempfindliche sowie reibungs- und stossempfindliche Stoffe	■ Selbstentzündungsgefahr ■ Explosionsgefahr ■ Verätzungsgefahr ■ Wassergefährdend ■ Gefahr von Selbstzersetzung und Explosion, insbesondere bei Erwärmung oder Verunreinigung mit organischen Stoffen	■ Kunststoffkleber ■ Peressigsäure ■ Organische Peroxide, flüssig oder fest
6	Kennzeichnung Fahrzeuge 6.. Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 6.1	**6.1 Giftige Stoffe** ■ Stoffe, von denen bekannt oder anzunehmen ist, dass sie zu Gesundheitsschäden oder zum Tod von Mensch und Tier führen können	■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend	■ Pestizide ■ Phenol ■ Blausäure ■ Arsen
	Kennzeichnung Fahrzeuge 606 Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke Unterklasse 6.2	**6.2 Ansteckungsgefährliche Stoffe** ■ Stoffe, von denen bekannt oder anzunehmen ist, dass sie bei Tieren oder Menschen Krankheiten verursachen können	■ Ansteckungsgefahr	■ Spitalabfälle ■ Viren und Bakterien aus Laborversuchen ■ Infizierte tote Tiere ■ Diagnostische Proben

■ Biologische Gefahrstoffe werden zur Kühlung oft zusammen mit Trockeneis transportiert (Gefahren siehe Punkt 4.12)

© by FKS: 04/2014

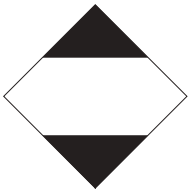
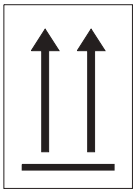
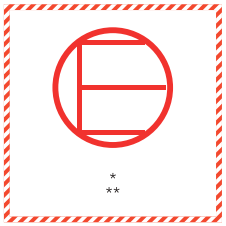
ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
7	**Kennzeichnung Fahrzeuge** 	**Radioaktive Stoffe** ■ Stoffe, die Radionuklide enthalten, bei denen sowohl die Aktivitätskonzentration als auch die Gesamtaktivität je Sendung die in den Vorschriften aufgeführten Werte überschreiten	■ Gefahr der Aufnahme und der äusseren Bestrahlung (Gesundheitsgefahr) ■ Radioaktive Kontamination	■ Messgeräte, Sonden ■ Radionuklide im Spital ■ Uran, Plutonium ■ Caesium-137 ■ Radium
	Kennzeichnung Versandstücke	■ Die Versandstückkategorie sagt nichts über den Inhalt aus, nur wie stark ein intaktes Versandstück maximal ionisierende Strahlung aussendet		
	 Unterklasse Kategorie I	**Kategorie I**	■ Gefahren, wie oben, bei intaktem Versandstück ■ **Dosisleistung an der Oberfläche max. 0,005 mSv/h**	
	 Unterklasse Kategorie II	**Kategorie II**	■ Gefahren, wie oben, bei intaktem Versandstück ■ **Dosisleistung an der Oberfläche mind. 0,005 bis max. 0,5 mSv/h**	
	 Unterklasse Kategorie III	**Kategorie III**	■ Gefahren, wie oben, bei intaktem Versandstück ■ **Dosisleistung an der Oberfläche mind. 0,5 bis max. 10 mSv/h**	
	 Unterklasse Kategorie spaltbar	**Spaltbar**	■ Gefahr der Aufnahme und der äusseren Bestrahlung (Gesundheitsgefahr) ■ Radioaktive Kontamination	■ Kernbrennstäbe

© by FKS: 04/2014

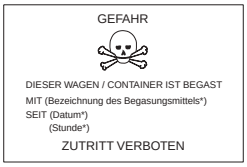
ADR-/ RID-Klasse	Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahren	Beispiele
8	Kennzeichnung Fahrzeuge 	**Ätzende Stoffe**		
	Kennzeichnung Fahrzeuge und Versandstücke 	■ Stoffe, die durch chemische Einwirkung lebendes Gewebe oder Metall zerstören und beim Freisetzen, Schäden an anderen Gütern oder Transportmitteln verursachen können	■ Verätzungsgefahr ■ Brand- / Explosionsgefahr ■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend ■ Materialzersetzend ■ Können untereinander, mit Wasser bzw. mit anderen Stoffen, heftig reagieren	■ Schwefelsäure ■ Salzsäure ■ Natronlauge ■ Salpetersäure ■ Gefüllte Batterien
		■ Konzentrierte Säuren (z.B. Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure) können im Kontakt mit Metallen entzündliche Gase bilden (siehe Punkt 5.16.1)		
9	Kennzeichnung Fahrzeuge 	**Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände**	Stoffspezifische Gefahren, z.B.	
	Kennzeichnung Fahrzeuge 	■ Stoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften nicht den Klassen 1 - 8 zugeordnet werden können, aber trotzdem während des Transports gefährliche Eigenschaften besitzen	■ Vergiftungsgefahr ■ Wassergefährdend ■ Brandgefahr ■ Verbrennungsgefahr ■ Explosion von Gegenständen ■ Einatmen von Feinstaub	■ Asbest ■ Lithiumbatterien ■ Trockeneis ■ Polychlorierte Biphenyle (z.B. altes Trafoöl)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahrzettel	Bezeichnung
 Begrenzte Mengen, Strassenverkehr	Beförderung in begrenzten Mengen im Strassenverkehr	Begrenzte Mengen, Luftverkehr	Beförderung in begrenzten Mengen im Luftverkehr
 oben	Kennzeichnung für oben	Umweltgefährliche Stoffe	Umweltgefährliche Stoffe (auch ergänzend als Fahrzeugkennzeichnung)
Bezeichnung Batterieversand	Warnzettel für Batterieversand	 Bezeichnung freigestellte Mengen	Kennzeichnung freigestellte Mengen
Vorsichtig verschieben, nur Bahnverkehr	Vorsichtig verschieben	Abstoss- und Ablaufverbot, nur Bahnverkehr	Abstoss- und Ablaufverbot

© by FKS: 04/2014

Gefahrzettel	Bezeichnung	Gefahrzettel	Bezeichnung
Bezeichnung, nur Luftfahrt	Nur Frachtflugzeuge: Gefahrgut darf nicht in Passagierflugzeug geladen werden	**Bezeichnung, nur Luftfahrt**	Magnetisches Material
Tiefgekühlte Flüssigkeiten, nur Luftfahrt	Markierung für tiefgekühlte Flüssigkeiten in der Luftfahrt	**Vor Hitze schützen, nur Luftfahrt**	(Dieser Gefahrzettel wird auch von der Industrie für Produkte verwendet, die nicht als Gefahrgut klassifiziert sind)
Beförderung in erwärmtem Zustand	Kennzeichnung für Stoffe, die in erwärmtem Zustand befördert werden	 **Begaste Fahrzeuge und Container**	Orientierung für Versandstücke. Warnzeichen für begaste Fahrzeuge und Container * = *entsprechende Angaben einfügen*
Erstickungsgefahr	Kennzeichnung für Erstickungsgefahr		

Legende

- Versandstück
- Lastwagen (LKW)
- Eisenbahnwagen

© by FKS: 04/2014

2.11.1 | Beförderungspapier und schriftliche Weisungen

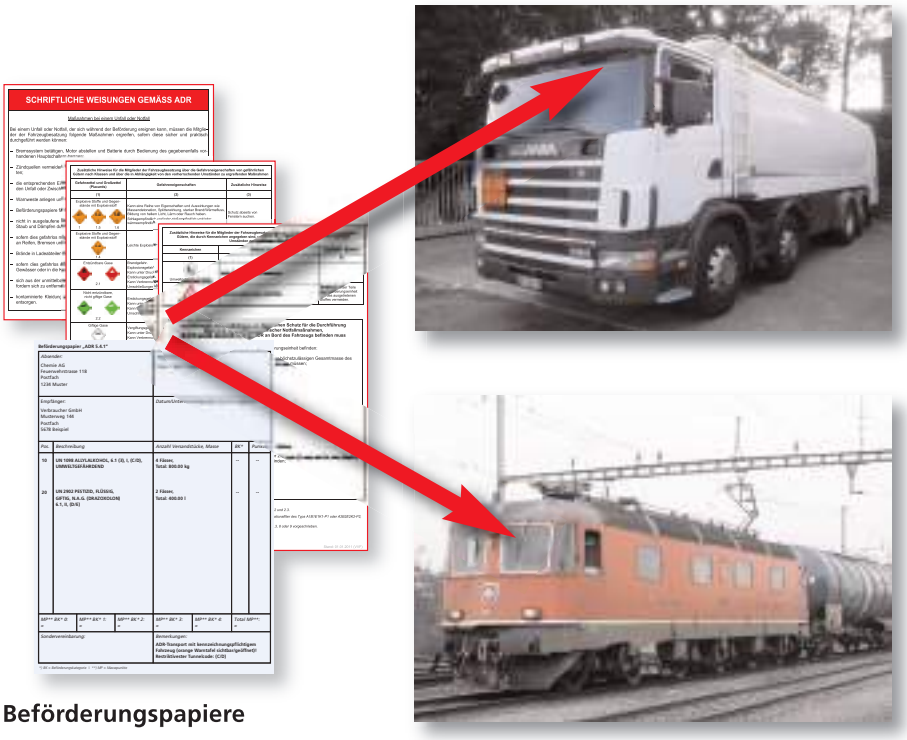
Das Beförderungspapier nach ADR / SDR ist in der Regel ein Lieferschein.

Er enthält u.a. folgende Angaben:

- Absender und Empfänger der Lieferung
- Beschreibung (Produktename, UN-Nummer)
- Anzahl Versandstücke und Masse
- Sondervereinbarungen
- Bemerkungen

- Das Beförderungspapier enthält keine Verhaltensmassnahmen. Lediglich die schriftlichen Weisungen geben allgemeine (keine spezifischen auf das Ladegut bezogene) Verhaltensmassnahmen bei einem Unfall bekannt. Es werden keine spezifischen Produktedatenblätter mitgeführt!

Aufbewahrungsort der Beförderungspapiere



Beförderungspapiere

Beim Strassentransport werden die Beförderungspapiere (inkl. schriftliche Weisungen) beim Chauffeur in der Kabine mitgeführt.

Beim Schienentransport werden die Beförderungspapiere (inkl. schriftliche Weisungen) beim Lokomotivführer im Führerstand mitgeführt.

Die Zisternen sind zusätzlich mit Begleitpapieren bestückt.

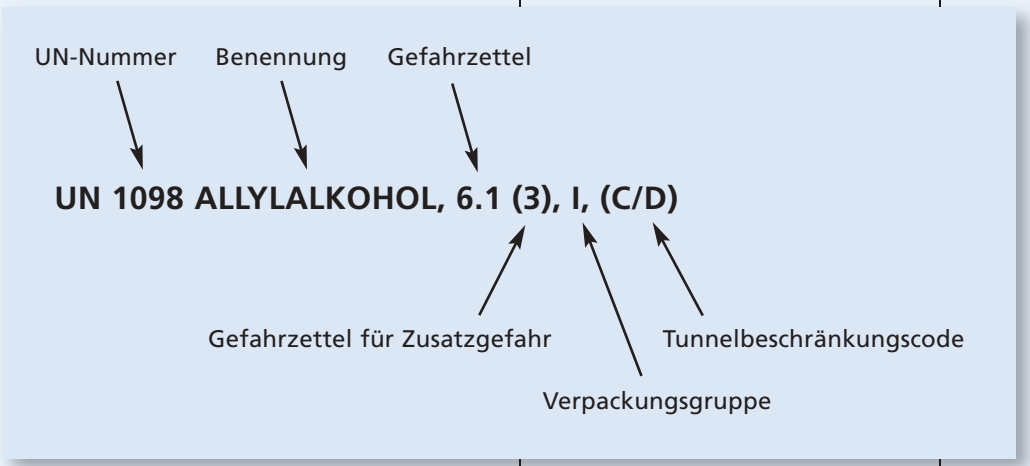
- Die Begleitpapiere können auch auf einem Speichermedium vorhanden sein, sie müssen aber ausgedruckt und ausgehändigt werden können

© by FKS: 04/2014

Beispiel eines Beförderungspapiers

Beförderungspapier „ADR 5.4.1"

Absender: Chemie AG Feuerwehrstrasse 118 Postfach 1234 Muster		*Allgemeine Informationen:* Seite: 1 von 1 / Datum: 12.04.2011		
Empfänger: Verbraucher GmbH Musterweg 144 Postfach 5678 Beispiel		*Datum/Unterschrift/Stempel (nicht zwingend):*		
Pos.	*Beschreibung*	*Anzahl Versandstücke, Masse*	*BK**	*Punkte*
10	**UN 1098 ALLYLALKOHOL, 6.1 (3), I, (C/D), UMWELTGEFÄHRDEND**	**4 Fässer, Total: 800.00 kg**	--	--
20	**UN 2902 PESTIZID, FLÜSSIG, GIFTIG, N.A.G. (DRAZOXOLON) 6.1, II, (D/E)**	**2 Fässer, Total: 400.00 l**	--	--



*MP** BK* 0:* =	*MP** BK* 1:* =	*MP** BK* 2:* =	*MP** BK* 3:* =	*MP** BK* 4:* =	*Total MP**:* =
Sondervereinbarung:			*Bemerkungen:* **ADR-Transport mit kennzeichnungspflichtigem Fahrzeug (orange Warntafel sichtbar /geöffnet)!** **Restriktivester Tunnelcode: (C/D)**		

**) BK = Beförderungskategorie | **) MP = Massepunkte*

- Der Begleitschein nach VeVA (Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen) kann die Funktion des Beförderungspapiers nach ADR / SDR übernehmen (Ausnahme Klasse 7)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Beispiel

SCHRIFTLICHE WEISUNGEN GEMÄSS ADR

Maßnahmen bei einem Unfall oder Notfall

Bei einem Unfall oder Notfall, der sich während der Beförderung ereignen kann, müssen die Mitglieder der Fahrzeugbesatzung folgende Maßnahmen ergreifen, sofern diese sicher und praktisch durchgeführt werden können:

- Bremssystem betätigen, Motor abstellen und Batterie durch Bedienung des gegebenenfalls vorhandenen Hauptschalters trennen;
- Zündquellen vermeiden, insbesondere nicht rauchen und keine elektrische Ausrüstung einschalten;
- die entsprechenden Einsatzkräfte verständigen und dabei soviel Informationen wie möglich über den Unfall oder Zwischenfall und die betroffenen Stoffe liefern;
- Warnweste anlegen und selbststehende Warnzeichen an geeigneter Stelle aufstellen;
- Beförderungspapiere für die Ankunft der Einsatzkräfte bereit halten;
- nicht in ausgelaufene Stoffe treten oder diese berühren und das Einatmen von Dunst, Rauch, Staub und Dämpfen durch Aufhalten auf der dem Wind zugewandten Seite vermeiden;
- sofern dies gefahrlos möglich ist, Feuerlöscher verwenden, um kleine Brände/Entstehungsbrände an Reifen, Bremsen und im Motorraum zu bekämpfen;
- Brände in Ladeabteilen dürfen nicht von Mitgliedern der Fahrzeugbesatzung bekämpft werden;
- sofern dies gefahrlos möglich ist, Bordausrüstung verwenden, um das Eintreten von Stoffen in Gewässer oder in die Kanalisation zu verhindern und um ausgetretene Stoffe einzudämmen;
- sich aus der unmittelbaren Umgebung des Unfalls oder Notfalls entfernen, andere Personen auffordern sich zu entfernen und die Weisungen der Einsatzkräfte befolgen;
- kontaminierte Kleidung und gebrauchte kontaminierte Schutzausrüstung ausziehen und sicher entsorgen.

Die schriftlichen Weisungen sind allgemein abgefasst und werden in der Sprache des Chauffeurs mitgeführt. Sie enthalten für den Chauffeur Verhaltensmassnahmen bei einem Unfall oder Notfall.

Zusätzliche Hinweise für die Mitglieder der Fahrzeugbesatzung über die Gefahreneigenschaften von gefährlichen Gütern nach Klassen und über die in Abhängigkeit von den vorherrschenden Umständen zu ergreifenden Maßnahmen

Gefahrzettel und Großzettel (Placards)	Gefahreneigenschaften	Zusätzliche Hinweise
(1)	(2)	(3)
Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff 1 1.5 1.6	Kann eine Reihe von Eigenschaften und Auswirkungen wie Massendetonation, Splitterwirkung, starker Brand/Wärmefluss, Bildung von hellem Licht, Lärm oder Rauch haben. Schlagempfindlich und/oder stoßempfindlich und/oder wärmeempfindlich.	Schutz abseits von Fenstern suchen.
Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff 1.4	Leichte Explosions- und Brandgefahr.	Schutz suchen.
Entzündbare Gase 2.1	Brandgefahr. Explosionsgefahr. Kann unter Druck stehen. Erstickungsgefahr. Kann Verbrennungen und/oder Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
Nicht entzündbare, nicht giftige Gase 2.2	Erstickungsgefahr. Kann unter Druck stehen. Kann Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
Giftige Gase 2.3	Vergiftungsgefahr. Kann unter Druck stehen. Kann Verbrennungen und/oder Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeeinwirkung bersten.	Notfallfluchtmaske verwenden. Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
Entzündbare flüssige Stoffe 3	Brandgefahr. Explosionsgefahr. Umschließungen können unter Hitzeeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe und desensibilisierte explosive feste Stoffe 4.1	Brandgefahr. Entzündbar oder brennbar, kann sich bei Hitze, Funken oder Flammen entzünden. Kann selbstzersetzliche Stoffe enthalten, die unter Einwirkung von Hitze, bei Kontakt mit anderen Stoffen (wie Säuren, Schwermetallverbindungen oder Aminen), bei Reibung oder Stößen zu exothermer Zersetzung neigen. Dies kann zur Bildung gesundheitsgefährdender und entzündbarer Gase oder Dämpfe oder zur Selbstentzündung führen. Umschließungen können unter Hitzeeinwirkung bersten. Explosionsgefahr desensibilisierter explosiver Stoffe bei Verlust des Desensibilisierungsmittels.	
Selbstentzündliche Stoffe 4.2	Brandgefahr durch Selbstentzündung bei Beschädigung von Versandstücken oder Austritt von Füllgut. Kann heftig mit Wasser reagieren.	
Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln 4.3	Bei Kontakt mit Wasser Brand- und Explosionsgefahr.	Ausgetretene Stoffe sollten durch Abdecken trocken gehalten werden.

■ Die schriftlichen Weisungen geben keinen Hinweis auf die Ladung des Fahrzeugs!

Zusätzliche Hinweise für die Mitglieder der Fahrzeugbesatzung über die Gefahreneigenschaften von gefährlichen Gütern nach Klassen und über die in Abhängigkeit von den vorherrschenden Umständen zu ergreifenden Maßnahmen

Gefahrzettel und Großzettel (Placards)	Gefahreneigenschaften	Zusätzliche Hinweise
(1)	(2)	(3)
Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe 5.1	Gefahr heftiger Reaktion, Entzündung und Explosion bei Berührung mit brennbaren oder entzündbaren Stoffen.	Vermischen mit entzündbaren oder brennbaren Stoffen (z.B. Sägespäne) vermeiden.
Organische Peroxide 5.2	Gefahr exothermer Zersetzung bei erhöhten Temperaturen, bei Kontakt mit anderen Stoffen (wie Säuren, Schwermetallverbindungen oder Aminen), Reibung oder Stößen. Dies kann zur Bildung gesundheitsgefährdender und entzündbarer Gase oder Dämpfe oder zur Selbstentzündung führen.	Vermischen mit entzündbaren oder brennbaren Stoffen (z.B. Sägespäne) vermeiden.
Giftige Stoffe 6.1	Gefahr der Vergiftung beim Einatmen, bei Berührung mit der Haut oder bei Einnahme. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	Notfallfluchtmaske verwenden.
Ansteckungsgefährliche Stoffe 6.2	Ansteckungsgefahr. Kann bei Menschen oder Tieren schwere Krankheiten hervorrufen. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
Radioaktive Stoffe 7A 7B 7C 7D	Gefahr der Aufnahme und der äußeren Bestrahlung.	Expositionszeit beschränken.
Spaltbare Stoffe 7E	Gefahr nuklearer Kettenreaktion.	
Ätzende Stoffe 8	Verätzungsgefahr. Kann untereinander, mit Wasser und mit anderen Stoffen heftig reagieren. Ausgetretener Stoff kann ätzende Dämpfe entwickeln. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände 9	Verbrennungsgefahr. Brandgefahr. Explosionsgefahr. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	

Bem. 1. *Bei gefährlichen Gütern mit mehrfachen Gefahren und bei Zusammenladungen muss jede anwendbare Eintragung beachtet werden.*

2. *Die oben angegebenen zusätzlichen Hinweise können angepasst werden, um die Klassen der zu befördernden gefährlichen Güter und die Beförderungsmittel wiederzugeben.*

Zusätzliche Hinweise für die Mitglieder der Fahrzeugbesatzung über die Gefahreneigenschaften von gefährlichen Gütern, die durch Kennzeichen angegeben sind, und über die in Abhängigkeit von den vorherrschenden Umständen zu ergreifenden Maßnahmen

Kennzeichen	Gefahreneigenschaften	Zusätzliche Hinweise
(1)	(2)	(3)
Umweltgefährdende Stoffe	Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
Erwärmte Stoffe	Gefahr von Verbrennungen durch Hitze.	Berührung heißer Teile der Beförderungseinheit und des ausgetretenen Stoffes vermeiden.

Ausrüstung für den persönlichen und allgemeinen Schutz für die Durchführung allgemeiner und gefahrenspezifischer Notfallmaßnahmen, die sich gemäß Abschnitt 8.1.5 des ADR an Bord des Fahrzeugs befinden muss

Die folgende Ausrüstung muss sich an Bord der Beförderungseinheit befinden:

- ein Unterlegkeil je Fahrzeug, dessen Abmessungen der höchstzulässigen Gesamtmasse des Fahrzeugs und dem Durchmesser der Räder angepasst sein müssen;
- zwei selbststehende Warnzeichen;
- Augenspülflüssigkeit[a)] und

für jedes Mitglied der Fahrzeugbesatzung

- eine Warnweste (z.B. wie in der Norm EN 471 beschrieben);
- ein tragbares Beleuchtungsgerät;
- ein Paar Schutzhandschuhe und
- eine Augenschutzausrüstung (z.B. Schutzbrille).

Für bestimmte Klassen vorgeschriebene zusätzliche Ausrüstung:

- an Bord von Fahrzeugen für die Gefahrzettel-Nummer 2.3 oder 6.1 muss sich für jedes Mitglied der Fahrzeugbesatzung eine Notfallfluchtmaske[b)] befinden;
- eine Schaufel[c)];
- eine Kanalabdeckung[c)];
- ein Auffangbehälter[c)].

a) Nicht erforderlich für Gefahrzettel der Muster 1, 1.4, 1.5, 1.6, 2.1, 2.2 und 2.3.

b) Zum Beispiel eine Notfallfluchtmaske mit einem Gas/Staub-Kombinationsfilter des Typs A1B1E1K1-P1 oder A2B2E2K2-P2, der mit dem in der Norm EN 141 beschriebenen vergleichbar ist.

c) Nur für feste oder flüssige Stoffe mit Gefahrzettel-Nummer 3, 4.1, 4.3, 8 oder 9 vorgeschrieben.

Stand: 01.01.2011 (VVF)

© by FKS: 04/2014

2.11.2 | Ausnahmeregelung ADR / SDR für Einsatzkräfte

Strassentransporte von gefährlichen Gütern durch Notfalleinsatzkräfte zu einem nahen, geeigneten, sicheren Ort unterliegen nicht den Vorschriften des ADR / SDR (ADR 1.1.3.1.d und 1.1.3.1.e).

Dies gilt sowohl für gefährliche Güter, die für einen Einsatz vonnöten sind und von den Einsatzkräften auf den Schadenplatz gebracht werden wie auch für allfällige aus dem Einsatz stammende Materialien – jedoch ausschliesslich, wenn die Einsatzkräfte selbst als Transporteur auftreten oder der Transport unter deren Überwachung stattfindet.

Einschränkungen für Feuerwehren

Ungeachtet dessen führt die Feuerwehr grundsätzlich keine Transporte von gefährlichen Gütern durch. Ausnahmen sind Neutralisationsmittel, Kleinmengen an Entsorgungsgut (z.B. Aufsaugmatten, Kleingebinde in sicherer Umverpackung) sowie Proben zur Laboranalyse. Alle übrigen gefährlichen Güter sind durch spezialisierte Transport- und Entsorgungsfirmen transportieren zu lassen.

Obwohl die Feuerwehren für ihre Transporte von den ADR- / SDR-Verpackungsvorschriften befreit sind, sind für den von Einsatzkräften durchzuführenden Transport gefährlicher Güter ausschliesslich zugelassene UN-Gebinde zu verwenden. Ausnahmen für Spezialfälle wie z.B. für diagnostische Laborproben sind nur dann erlaubt, wenn die Sicherheit der Verpackung gewährleistet ist.

Sämtliche Güter, die auf dem Schadenplatz einer Transport- oder Entsorgungsfirma übergeben werden, müssen zwingend, entsprechend den ADR / SDR-Vorschriften, in zugelassenen UN-Gebinden verpackt sein (kein Spielraum für Ausnahmen!).

- Im Gegensatz zum ADR / SDR gibt es im Bereich der Vorschriften für den Verkehr mit Abfällen keine besonderen Ausnahmeregelungen für Einsatzkräfte (Begleitscheine für den Transport von Sondermüll / Abfällen sind immer notwendig für den Transport zur Entsorgung). Im Falle einer Zwischenlagerung bei der Feuerwehr muss jedoch kein Begleitschein für den Transportabschnitt bis zur Feuerwehr ausgestellt werden (VeVA; SR 814.610; Art. 6.2.e).

Rechtliche Grundlage (Text ADR / SDR 2011)

Teil 1:	**Allgemeine Vorschriften**
Kapitel 1.1	**Geltungsbereich und Anwendbarkeit**
Abschnitt 1.1.3	**Freistellungen**
Unterabschnitt 1.1.3.1	**Freistellungen in Zusammenhang mit der Art der Beförderungsdurchführung**

Die Vorschriften des ADR / SDR gelten nicht für:

(…)

d) Beförderungen, die von den für Notfallmassnahmen zuständigen Behörden oder unter deren Überwachung durchgeführt werden, soweit diese im Zusammenhang mit Notfallmassnahmen erforderlich sind, insbesondere

- Beförderungen mit Abschleppfahrzeugen, die Unfall- oder Pannenfahrzeuge mit gefährlichen Gütern befördern, oder
- Beförderungen, die durchgeführt werden, um die bei einem Zwischenfall oder Unfall betroffenen gefährlichen Güter einzudämmen, aufzunehmen und zu einem nahen geeigneten sicheren Ort zu verbringen;

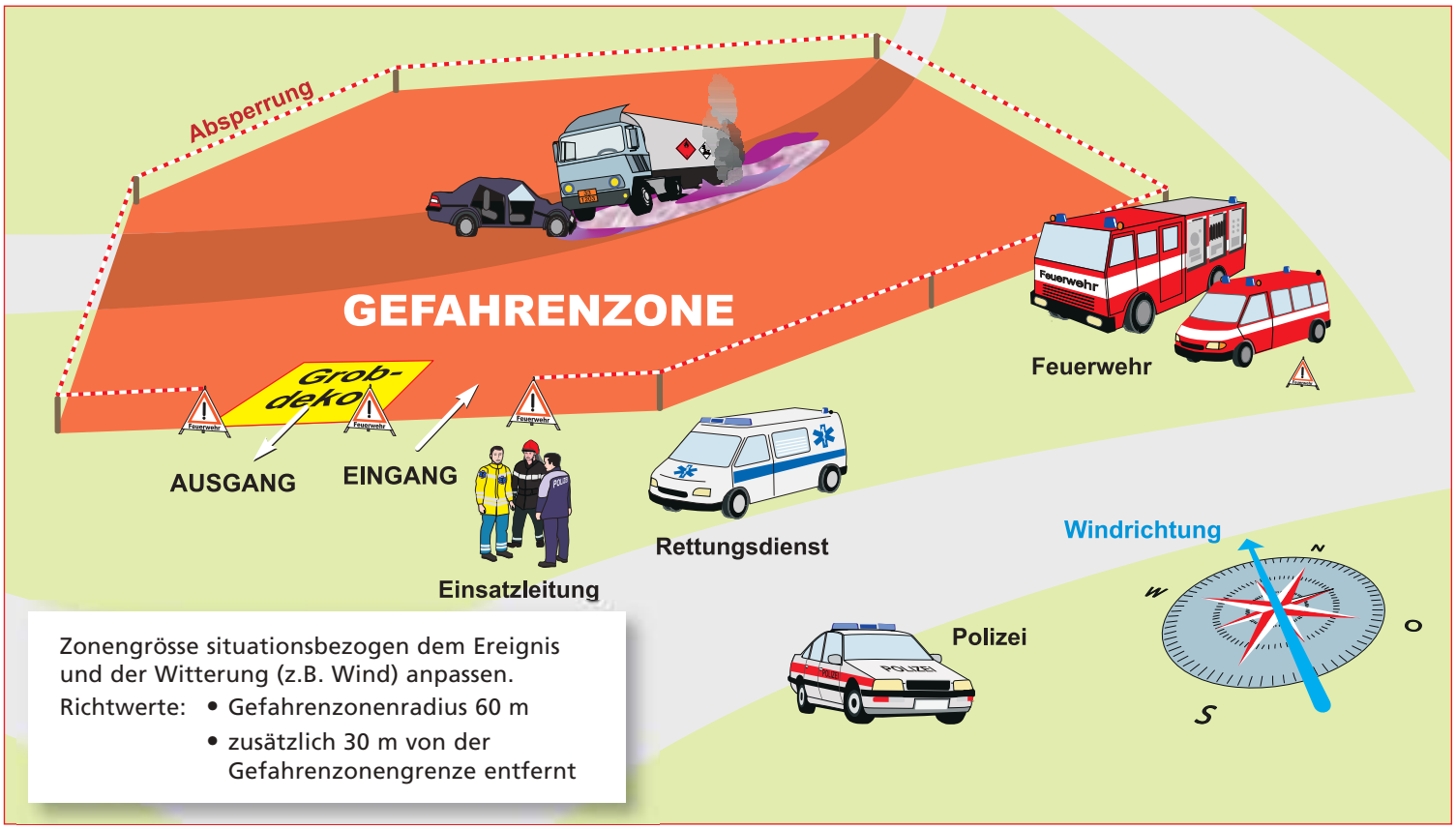
e) Notfallbeförderungen zur Rettung menschlichen Lebens oder zum Schutz der Umwelt, vorausgesetzt, es werden alle Massnahmen zur völlig sicheren Durchführung dieser Beförderungen getroffen;

(…)

© by FKS: 04/2014

2.12 | Schadenplatzorganisation im Freien

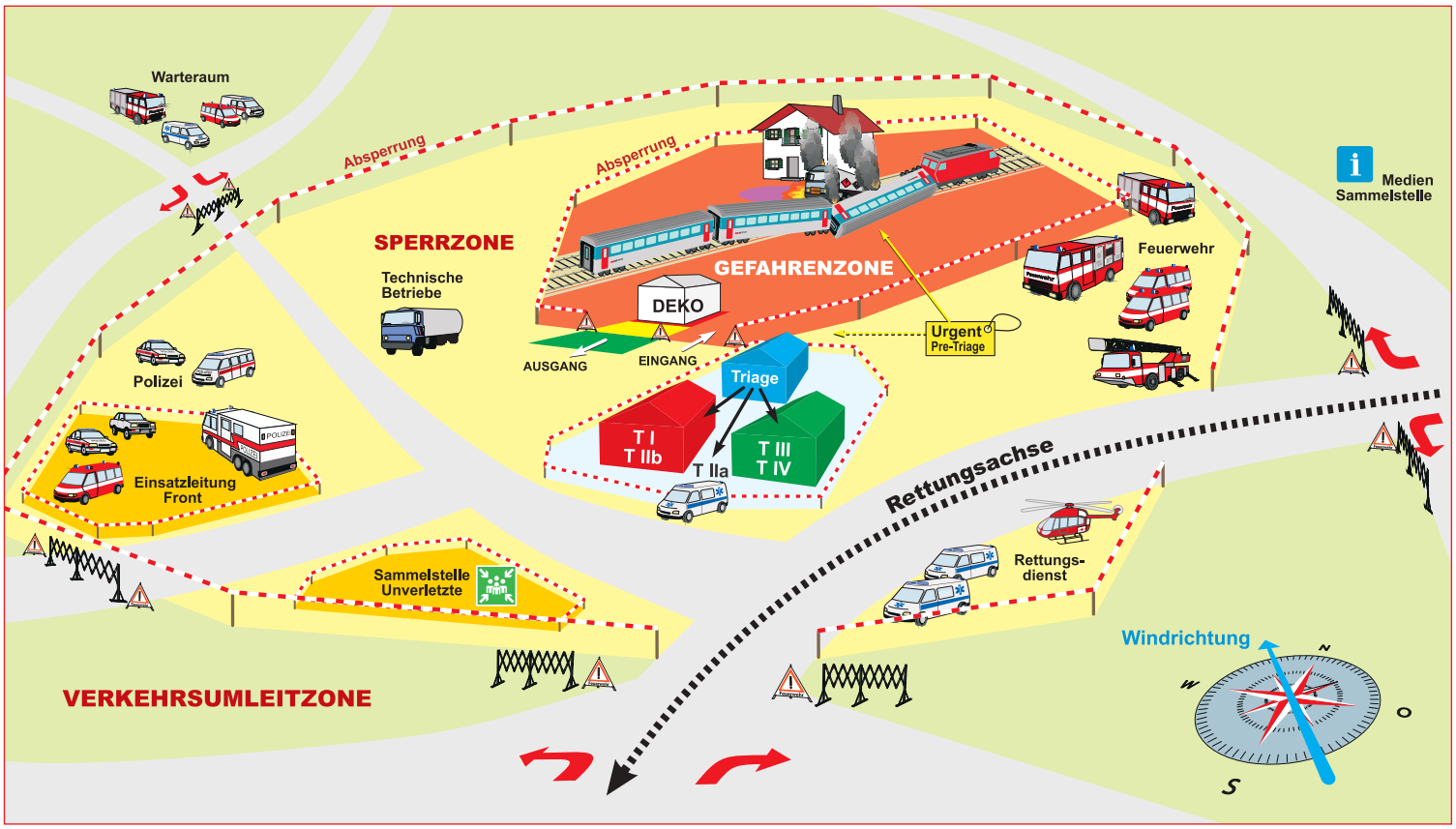
Grundaufbau bei Einsatzbeginn



Zonengrösse situationsbezogen dem Ereignis und der Witterung (z.B. Wind) anpassen.

Richtwerte:
- Gefahrenzonenradius 60 m
- zusätzlich 30 m von der Gefahrenzonengrenze entfernt

Erweiterter Aufbau

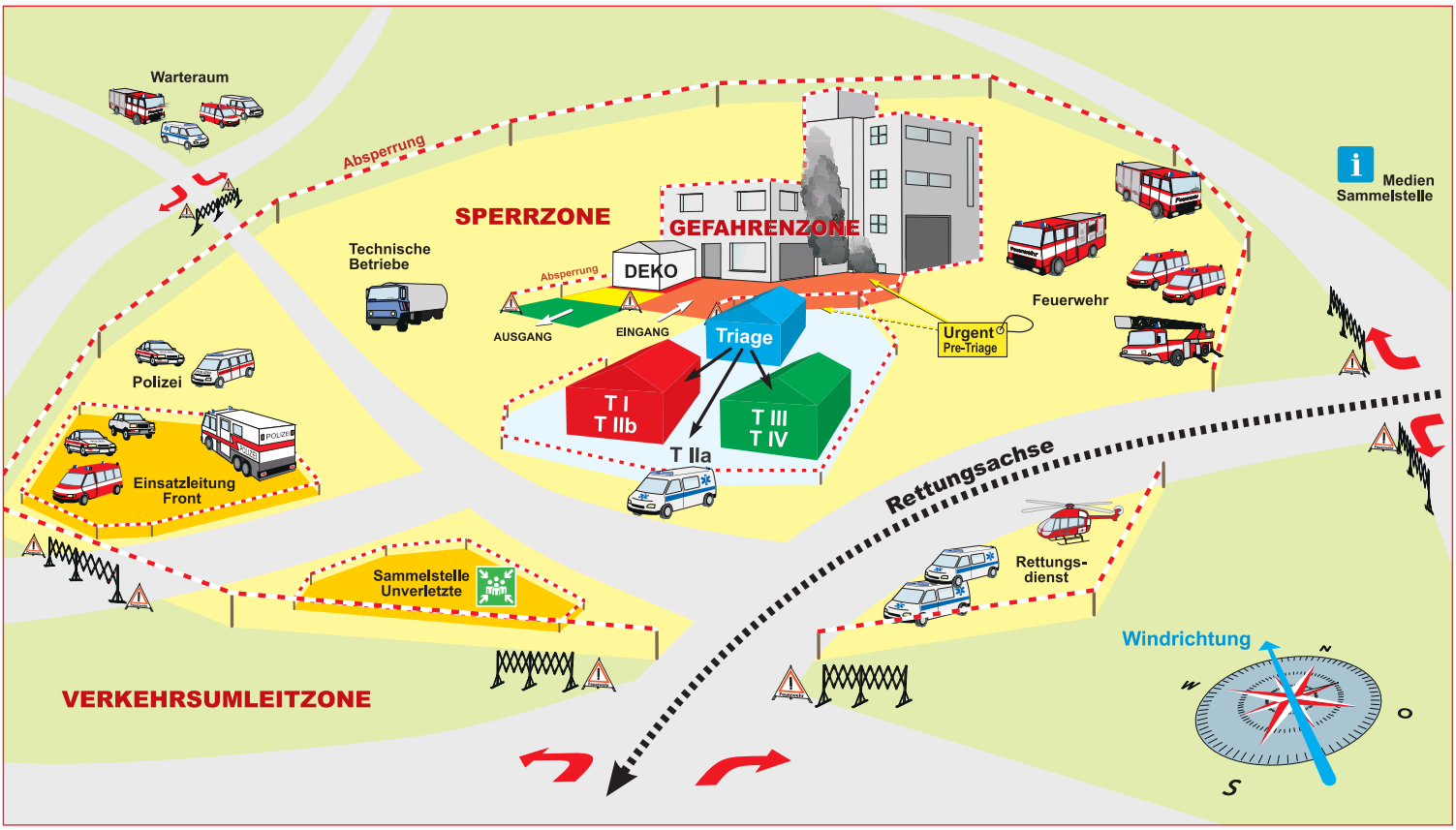


© by FKS: 04/2014

2.13 | Schadenplatzorganisation im Gebäude

Grundaufbau bei Einsatzbeginn

Erweiterter Aufbau



© by FKS: 04/2014

2.14 | Erste Hilfe

Rettung und Erste Hilfe erfolgen in der Regel durch die Feuerwehr. Es ist wichtig, dass die Patienten so rasch wie möglich vom Gefahrstoff (z.B. einer Lache mit toxischer Substanz) entfernt werden und einer Grobdekontamination (siehe Punkt 2.15.1) zugeführt werden.

Die weitere (medizinische) Behandlung erfolgt substanzspezifisch.

- Im unmittelbaren Gefahrenbereich kommt in der Regel nur die entsprechend geschützte Feuerwehr zum Einsatz!

2.14.1 | Der Weg des Patienten

Der Weg des Patienten kann in die nachfolgend beschriebenen **fünf Phasen** aufgeteilt werden:

- **Phase 1:** **Rettung / Erste Hilfe**

Ziel Unter Beachtung des Selbstschutzes, die Einwirkung des Schadstoffes auf den Patienten rasch unterbinden und mit den lebensrettenden Sofortmassnahmen beginnen.

Wer Einsatzkräfte der Feuerwehren

Beachte Rettung aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich ausführen, unter Beachtung des Selbstschutzes (Atemschutz, Gummihandschuhe, Brandschutz etc.). BLS* / KVVV* und daraus notwendige Massnahmen beginnen. Patienten an den Rand der Gefahrenzone zur Dekontaminationsstelle bringen.

* BLS **B**asic **L**ife **S**upport
* KVVV **K**ontrolle auf **V**erätzung, **V**ergiftung und **V**erbrennung

- **Phase 2:** **Dekontamination** (siehe Punkt 2.15)

Ziel Gefährdung von Personen ausserhalb der Gefahrenzone vermeiden. Kontaminationsverschleppung unter allen Umständen verhindern und Schadstoffeinwirkung vermindern. Kleider und die persönlichen Gegenstände der Patienten wie Brillen, Ausweise, Uhren etc. separat in Plastiksäcken verschliessen und diese anschreiben (z.B. PLS einsetzen).

Wer Einsatzkräfte der Feuerwehren und Spezialisten mit geeigneter Schutzkleidung (Arbeitsbereich „ROT" und „GELB"); Polizei, Sanität (Arbeitsbereich „GRÜN")

Beachte Schnelligkeit vor Perfektion. Viel Wasser ist nie falsch (auch bei mit „X" gekennzeichneten Produkten)! Augen vor Haut! Eigenschutz = oberstes Gebot!

Gründliche Feindekontamination, sofern möglich und zeitlich zulässig:

- Duschen / Waschen mit Seife
- Haare shampoonieren (zusammengebundene Haare aufmachen)
- Gut abtrocknen

© by FKS: 04/2014

Phase 3: Transportvorbereitung

Ziel Zustand des Patienten darf sich nicht verschlechtern. Transportfähigkeit des Patienten herstellen. Kontamination von Transportgerät und Spital verhindern.

Wer Sanität / Notärztliches Personal und Samariterverein

Beachte Der Patient ist deutlich als grob- bzw. feindekontaminiert zu kennzeichnen, vor Ort zu behandeln und transportfähig zu machen.

Die Empfangsstellen der Patienten müssen zwingend:

- über mögliche Kontaminationsstoffe vororientiert werden
- für Witterungs- und Kälteschutz sorgen (z.B. Rettungsfolien, Wolldecken, Notkleidung)
- Kreislauf überwachen
- betroffene Körperteile weiterbehandeln
- schadstoffspezifische Massnahmen einleiten

Phase 4: Transport

Ziel Der Patient wird unter ständiger Überwachung und in stabilem Zustand in ein bezeichnetes Spital gebracht. Dekospital bzw. Spezialklinik nach medizinischer Eignung auswählen und vorgängig informieren (SNZ 144).

Wer Sanität, allenfalls Unterstützung durch Luftrettung

Beachte Wenn möglich, alle Informationen über beteiligte Stoffe mitgeben, andernfalls abklären und melden. Kontaminationsverschleppung verhindern. Dekontamination der Einsatzkräfte. Für das Personal, das während des Transports direkt Kontakt mit dem Patienten hat, ist ein angepasster Schutz notwendig (Handschuhe und Inhalations-, Ingestionsschutz). Durch die Verwendung von Abdeckfolien / Transportsäcken (ein normales Tuch schützt in der Regel genügend) kann eine mögliche Kontamination der Transportfahrzeuge minimiert werden. Nach dem Einsatz ist eine Kontrolle des Fahrzeuges notwendig.

Phase 5: Behandlung im Hospitalisationsraum

Ziel Der Patient soll bestmöglich medizinisch versorgt werden.
Die Infrastruktur wird nicht kontaminiert.

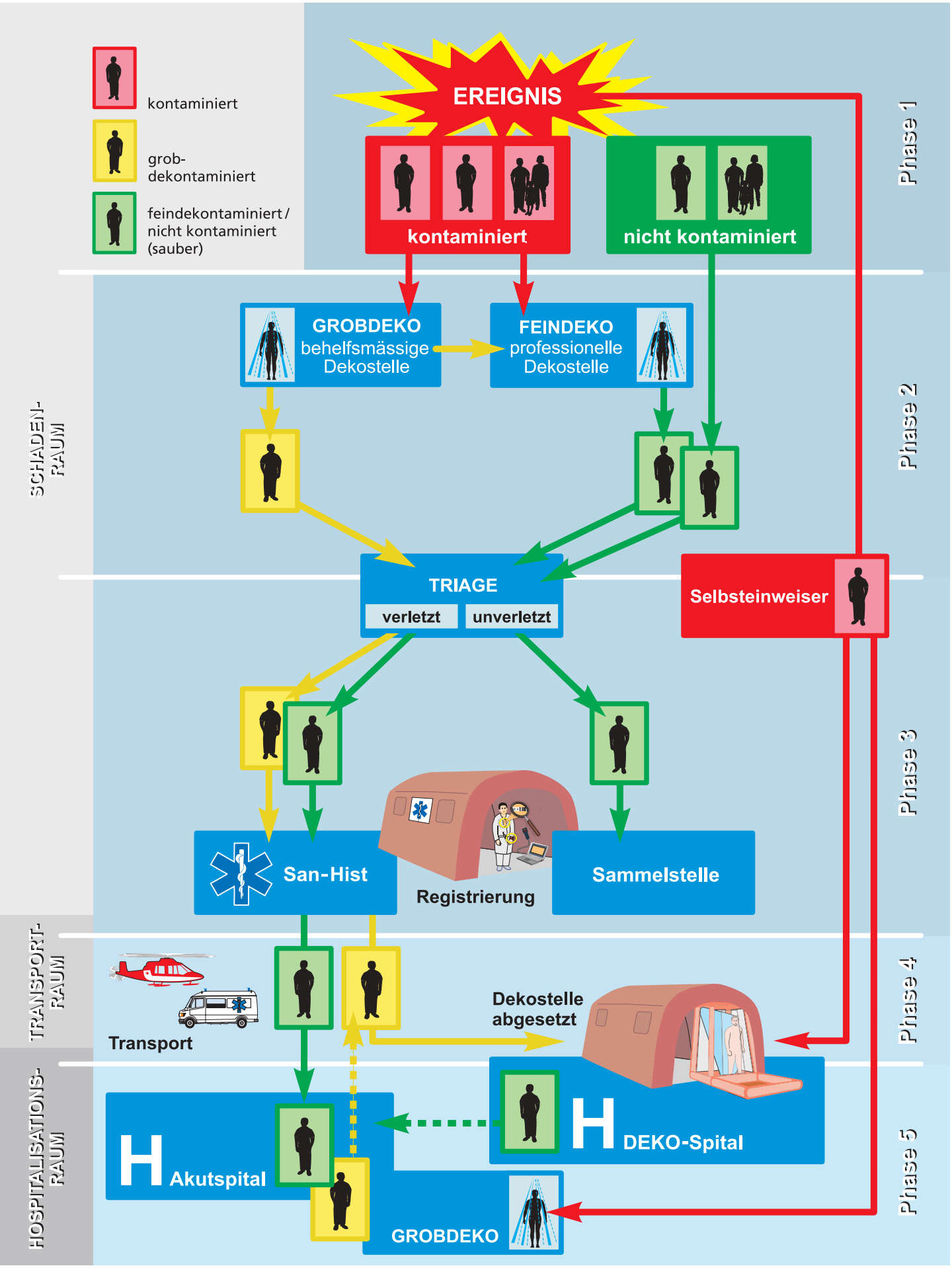
Wer Der eigentliche Dekontaminationsprozess wird durch nicht ärztliches Personal mit spezieller Dekontaminationsausbildung (technische Dekontaminationsspezialisten) vollzogen. Lebensrettende Sofortmassnahmen (Blutstillung, Kreislauf- und Atmungskontrolle) werden während der Dekontamination durch Arzt / Spitalpersonal mit spezieller Dekontaminationsausbildung (medizinische Dekontaminationsspezialisten) durchgeführt.

Beachte Kontaminierte oder vermeintlich kontaminierte Selbsteinweiser können in der Notfallaufnahme oder auch an der Spitalrezeption erscheinen! Das für die Patienten- und die Notfallaufnahme des Spitals zuständige Personal muss auf Früherkennung einer Kontamination sensibilisiert sein. Der psychologischen Betreuung der Betroffenen ist die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

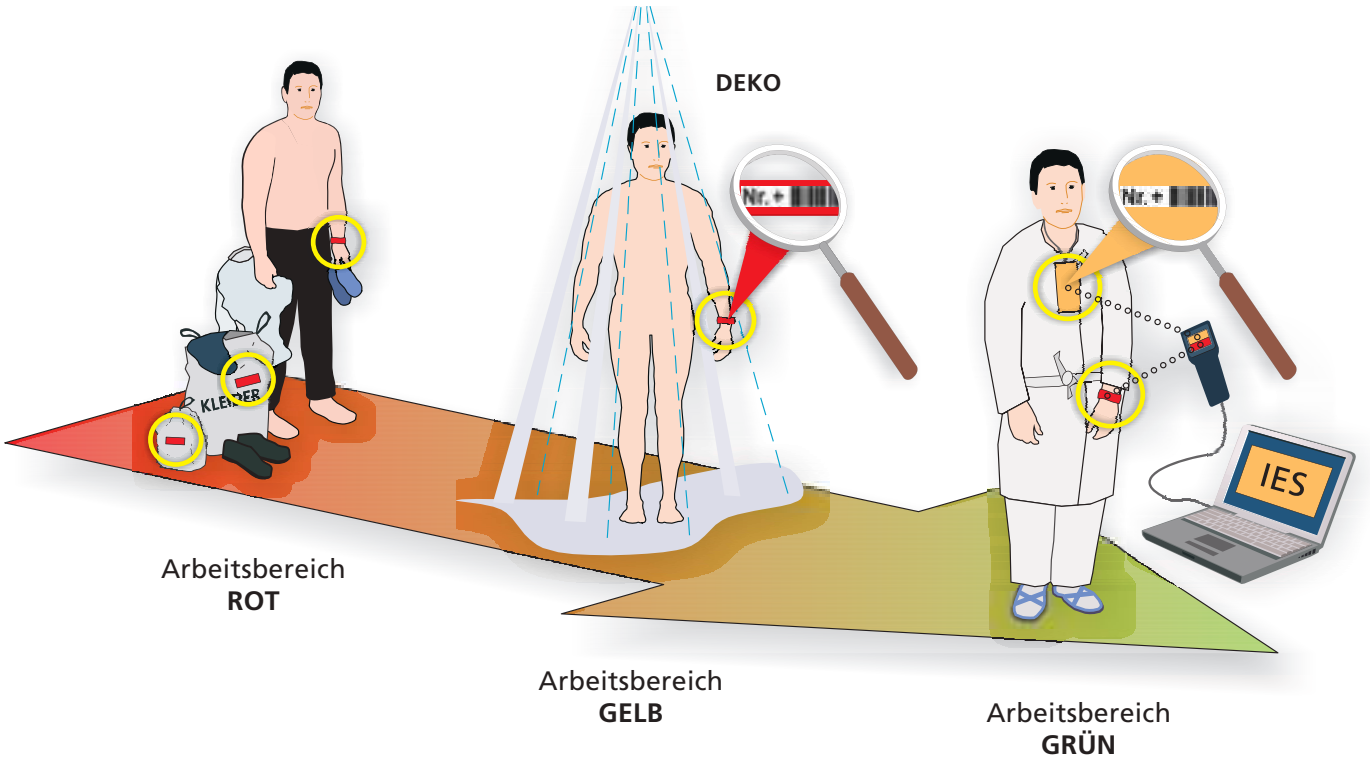
Der Weg zum Hospitalisationsraum



© by FKS: 04/2014

2.14.2 | Personenerfassung / Patientenleitsystem (PLS)

Das Patientenleitsystem (PLS) des Interverbands für Rettungswesen (IVR) kommt insbesondere bei einem Massenanfall von Patienten zum Einsatz und dient der Registrierung der Patienten. Letzteres ist auch elektronisch im Informations- und Einsatz-System (IES) möglich.



Vor der Dekontamination wird dem Patienten ein PLS-Deko-Set abgegeben, mit dem die Effekten und der Patient, anhand der DEKO-Nummer auf der Armschlaufe, identifiziert werden können.

Erst nach dem Trocknen und Einkleiden erhält der Patient eine PLS-Karte („PLS“) umgehängt. Bei der anschliessenden Registrierung wird die Nummer der Armschlaufe (DEKO-Nummer) mit der „PLS-Nummer“ gekreuzt, damit die Zuordnung der persönlichen Effekten gewährleistet ist. Ab diesem Zeitpunkt ist die „PLS-Nummer“ die federführende Hauptnummer, die auch in das IES übertragen wird.

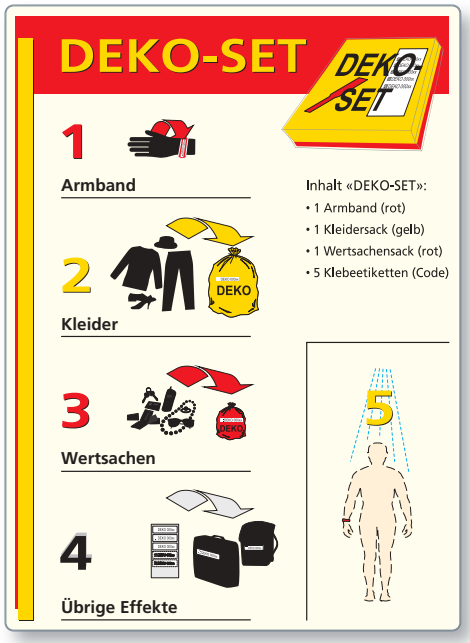
Je nach Ausrüstung der Rettungsdienste ist eine direkte Registrierung und Übermittlung der Nummern in das IES, mittels Barcodeleser, auf dem Schadenplatz möglich. Bei dieser Form der Erfassung kann nach der Registrierung die Armschlaufe entfernt werden.

PLS-Deko-Set

Die Patienten erhalten in der Gefahrenzone von den Einsatzkräften einen Beutel mit folgendem Inhalt:

- Armschlaufe mit 2D-Barcode und Nummer
- Effektensack mit 2D-Barcode und Nummer, beschriftet mit Piktogramm
- Wertsachensack mit 2D-Barcode und Nummer, beschriftet mit Piktogramm
- Zusätzliche Etiketten mit 2D-Barcode und Nummer
- Instruktionsblatt mit Gebrauchsanleitung in Piktogrammen

Die betroffene Person öffnet den Beutel und entnimmt den Inhalt. Sie zieht als Erstes die Armschlaufe an. Sämtliche Wertsachen, wie Portemonnaie, Schmuck etc., legt die kontaminierte Person in den dafür vorgesehenen Sack. Ebenso wird mit den verschmutzten Kleidern und Schuhen verfahren. Anschliessend begibt sich die Person zur Dekontamination in die Dusche.



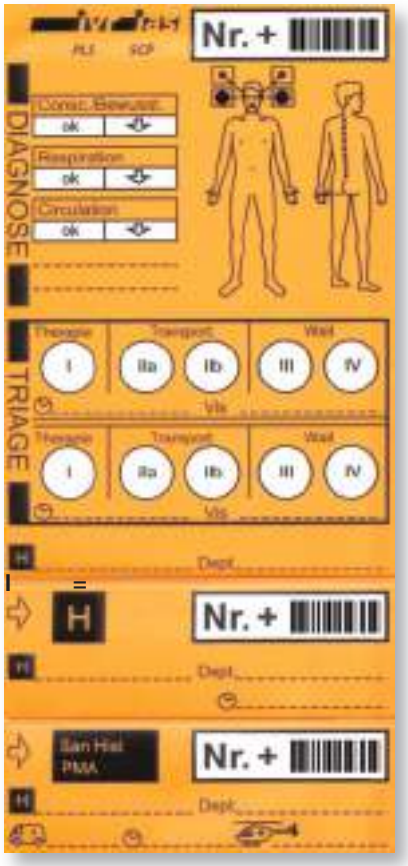
Beispiel „Deko-Beutel“

© by FKS: 04/2014

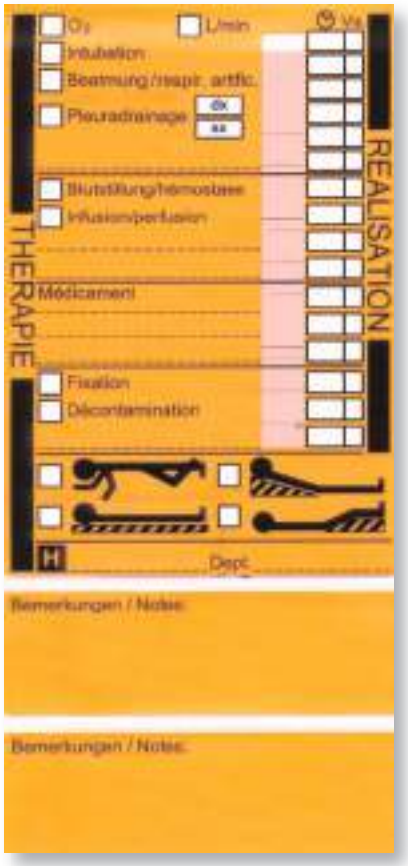
PLS-Karte

Die Triage durch ärztliches Personal, nach den Richtlinien des IVR, erfolgt im Normalfall in der Sanitätshilfsstelle, nach erfolgter Dekontamination (Grob- und Feindekontamination) in der Triagestelle. Als Hilfsmittel für die Triage wird das Patientenleitsystem „PLS" angewendet. Die Triage wird beim Durchlaufen der „San-Hist" (Behandlungsstelle, Lagerstelle „warten", Lagerstelle „Transport") wiederholt.

Ziel: Beurteilung des Patienten durch Arzt und Festlegung der Verdachts - resp. Grobdiagnose, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Messergebnissen.



Vorderseite



Rückseite

Triagen:

I = Sofort Notbehandlung vor Ort

IIa = Sofort Transport

IIb = Transport 2. Priorität

III = Minimale Versorgung im Schadenraum

IV = Abwarten (hoffnungslose Patienten)

- PLS-Träger gelten mindestens als grobdekontaminiert!
- Die erfolgte Deko, auf der PLS-Rückseite mit Kreuz kennzeichnen und entsprechende Uhrzeit vermerken

© by FKS: 04/2014

2.15 | Dekontamination von betroffenen Personen (Einsatzkräfte und Zivilpersonen)

Falls Kontaminationen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können, ist bei ABC-Ereignissen durch die erste Einsatzformation auf dem Schadenplatz, am Rande der Gefahrenzone, mindestens eine behelfsmässige Dekontaminationsstelle (Grobdekontamination) mit Wasseranschluss einzurichten. Erlauben es die örtlichen und zeitlichen Verhältnisse sowie Einsatzmittel, kann eine gründliche Dekontamination direkt ausgeführt werden (Feindekontamination). Diese wird auf dem Schadenplatz zumeist von einem ABC-Stützpunkt ausgeführt.

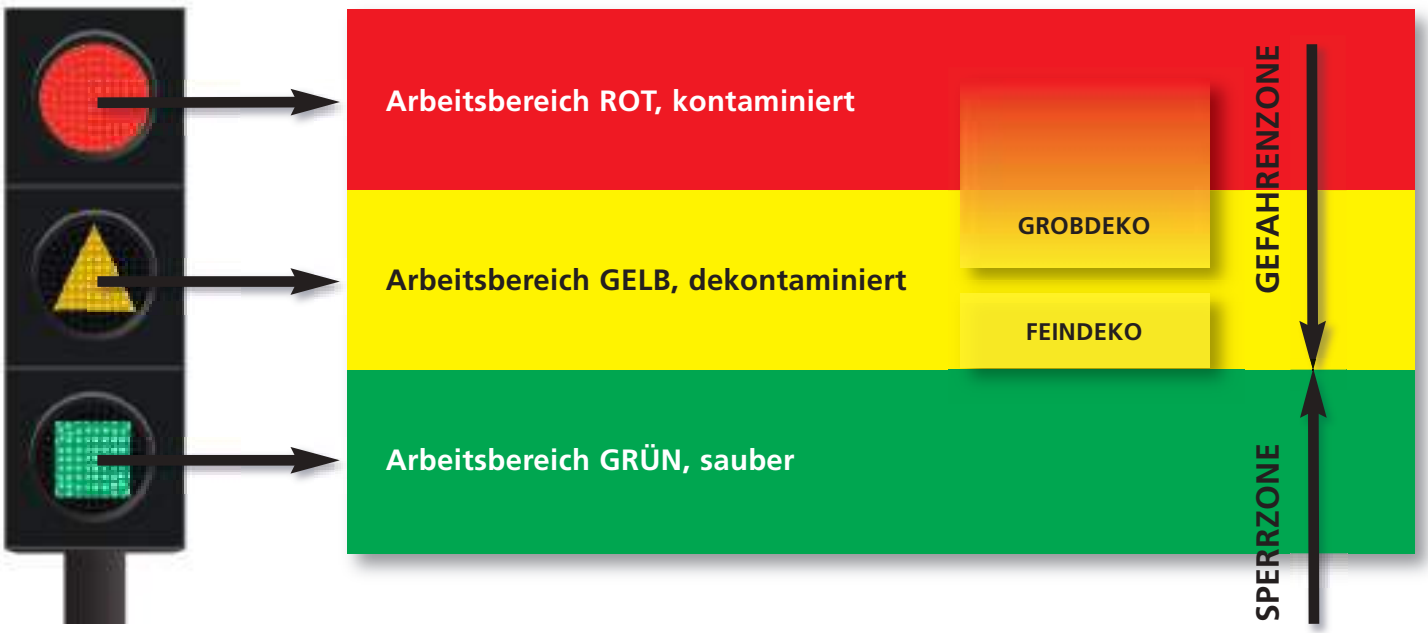
Bei der Dekontamination spielt der Faktor Zeit eine entscheidende Rolle. Insbesondere bei der Personendekontamination gilt der Grundsatz: Schnelligkeit geht vor Perfektion. Auffangmassnahmen für das Dekowasser sind nachrangig.

Alle Personen, die eine (möglicherweise) kontaminierte Zone verlassen, sind an der Dekostelle auf Kontamination zu kontrollieren. Liegt eine effektive oder vermutete Kontamination vor, sind sofort Dekontaminationsmassnahmen einzuleiten. Effektive Kontaminationen sind sicht- oder messbar, und/oder die betroffene Person zeigt Symptome (z.B. Verätzung).

- Bei Zweifelsfällen betreffend Notwendigkeit einer Dekontamination, ist immer zu dekontaminieren

- Personen, ohne sichtbare oder messbare Kontamination und/oder Symptome sind zu separieren, zu erfassen (z.B. PLS-Karte), zu informieren, zu beobachten und gegebenenfalls psychologisch zu betreuen

- Bei biologischen Gefahrstoffen erfolgt eine Dekontamination nur, wenn der begründete Verdacht auf eine zeitnah erfolgte Ausbringung vorliegt (Beurteilung und Empfehlung durch die Fachberatung)



© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

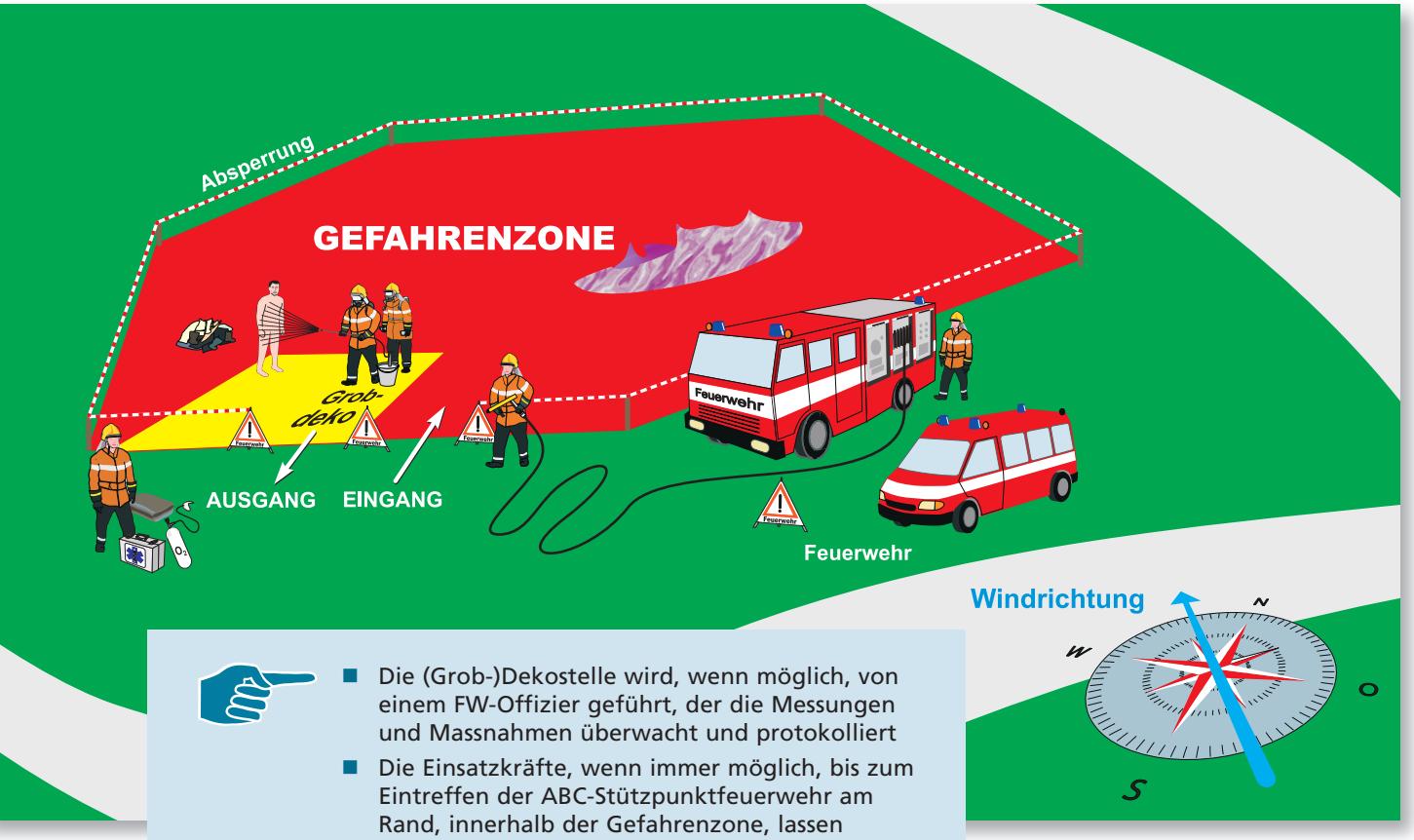
2.15.1 | Grobdekontamination

Die Grobdekontamination wird als erste Massnahme durchgeführt, wenn noch keine Dekospezialisten vor Ort sind oder wenn ein Massenanfall von Patienten vorliegt und die Zeit eine entscheidende Rolle spielt. Ziel ist, den grössten Teil der Kontamination zu entfernen. Wirkung: 80 - 100 %.

- Kleider entfernen, separieren
- Betroffene Personen sofort mit viel Wasser abspülen (Augen vor Haut, inkl. Wunden)
- Betroffene Personen kennzeichnen (siehe Kapitel 2.14.2)
- Nach der Dekontamination, Wärmeverlust der betroffenen Person verhindern

Dekostelle Patienten / Betroffene

Stufe Ortsfeuerwehr



- Die (Grob-)Dekostelle wird, wenn möglich, von einem FW-Offizier geführt, der die Messungen und Massnahmen überwacht und protokolliert
- Die Einsatzkräfte, wenn immer möglich, bis zum Eintreffen der ABC-Stützpunktfeuerwehr am Rand, innerhalb der Gefahrenzone, lassen
- Müssen Einsatzkräfte vorgängig die Gefahrenzone verlassen, ist der Atemschutz nach der Grobdekontamination als Letztes abzulegen

Minimale Anforderungen an eine Personendekostelle:

- Aufbau am Rand der Gefahrenzone, unter Beachtung der Windrichtung und Topografie
- Wasserversorgung (Schnellangriff, Gartenschlauch, Innenlöschposten, Giesskanne, Eimerspritze etc.)
- Ein- und Ausgang sauber trennen
- Standort Dekostelle so wählen, dass Dekowasser nach Möglichkeit nicht aus der Gefahrenzone herausfliessen kann (Topografie beachten)
- Der Situation angepasste persönliche Schutzausrüstung
- Gurtenmesser / Kleiderschere
- Material für Erste Hilfe
- Plastiksäcke
- Kälteschutz / Ersatzkleider

© by FKS: 04/2014

Anwendungsbeispiele

- Einzelpersonen

- Massenanfall

- Mit wenig Druck und Sprühstrahl
- Wassermenge ca. 20 - 40 l/Min.

Bei der Grobdekontamination ist auf Folgendes zu achten:

- Grobdekontamination erfolgt grundsätzlich durch nicht medizinische Einsatzkräfte (in der Regel Feuerwehr) und beinhaltet das Auskleiden der Personen und das Waschen mit Wasser.
- Lebensrettende Sofortmassnahmen (Blutstillung, Kreislauf- und Atmungskontrolle usw.) werden vor, während und nach der Grobdekontamination durch Einsatzkräfte in geeigneter Schutzkleidung durchgeführt.
- Durch eine rigorose Kontrolle des Schadenraumes müssen Zutritte, Verschleppungen und Selbsteinweisungen in Spitäler möglichst verhindert werden.
- Wenn möglich, Trennung der betroffenen Personen nach Geschlecht, allenfalls sogar nach Herkunft (nach Möglichkeit ist soziokulturellen Unterschieden Rechnung zu tragen!).
- Falls möglich, sind Kleider, Schuhe, Effekten und Wertsachen pro betroffene Person zu kennzeichnen und aufzubewahren (dichte durchsichtige Plastiksäcke, PLS-Deko-Set). Rückgabe bzw. Entsorgung von Kleidern, Schuhen, Effekten erst nach Freigabe durch die Polizei und/oder ABC-Fachberatung.

- Je früher der Schadstoff entfernt wird, desto geringer sind die Auswirkungen!
- Schnelligkeit vor Perfektion! Auffangmassnahmen des Dekowassers sind nachrangig.

© by FKS: 04/2014

2.15.2 | Feindekontamination

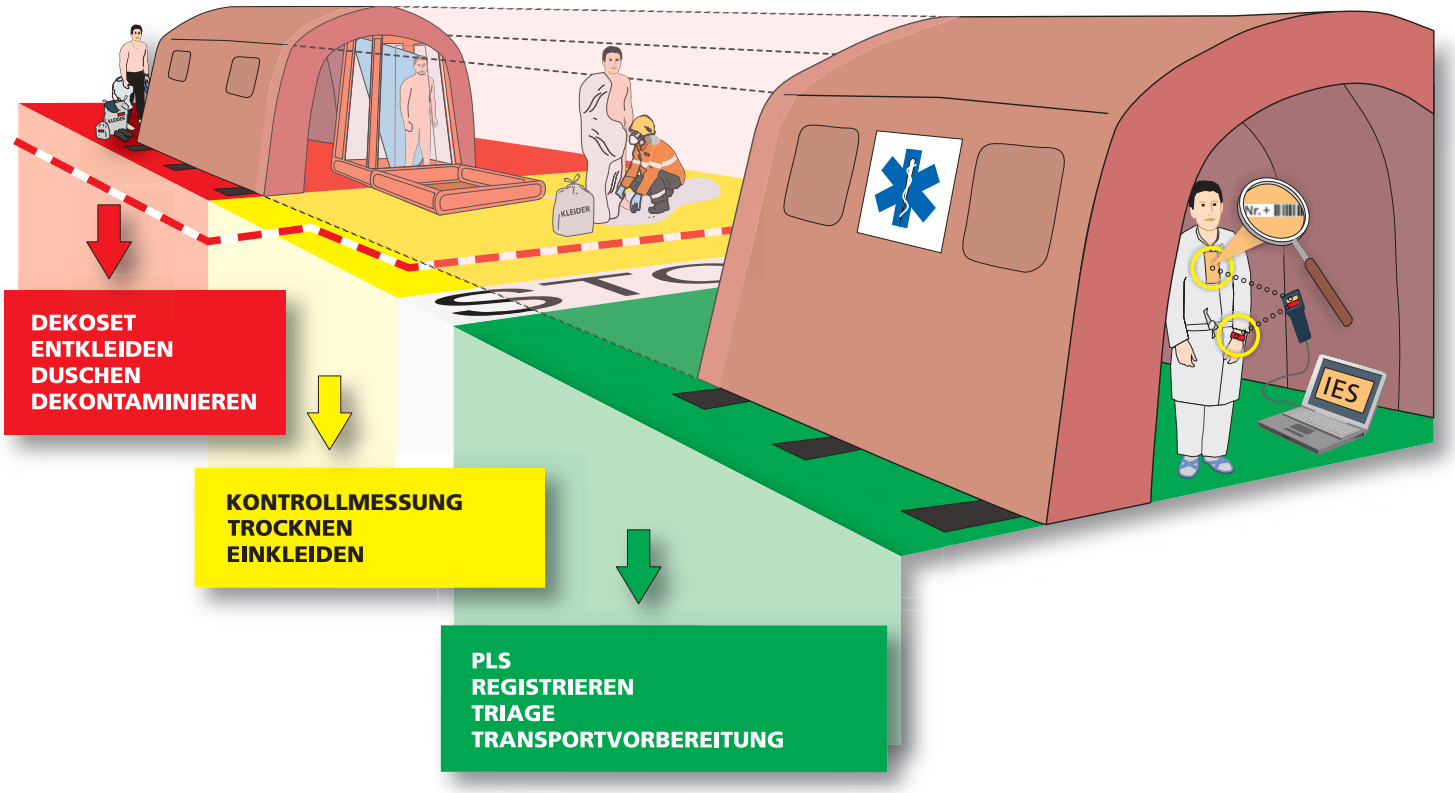
Je nach Anzahl der betroffenen Personen, je nach Notwendigkeit und vorhandener Ausrüstung ist eine weitere Dekontamination durchzuführen, sodass die betroffenen Personen die Dekostelle „sauber" und entsprechend gekennzeichnet verlassen können. Ziel dieser sogenannten Feindekontamination ist die vollständige Beseitigung der Kontamination. Wenn möglich soll die Feindekontamination an der Front, direkt anschliessend an die Grobdekontamination, ausgeführt werden, um eine Verschleppung zu verhindern. Für die Feindekontamination ist die Fachberatung beizuziehen.

Das Vorgehen bei der Feindekontamination ist das gleiche wie bei der Grobdekontamination. Zusätzlich müssen folgende Punkte ausgeführt resp. beachtet werden:

- Gründliches Waschen (auch von Wunden) mit alkalischer Seife oder spezifischen Dekontaminationsmitteln, gemäss ärztlicher Anweisung
- Haare shampoonieren (zusammengebundene Haare aufmachen)
- Betroffene Körperstellen nicht schrubben (Verletzungsgefahr der Hautschicht)
- Wasser darf nicht wärmer als 30 °C sein (sonst öffnen sich die Hautporen)

Dekostelle Patienten / Betroffene

Stufe ABC-Stützpunkt

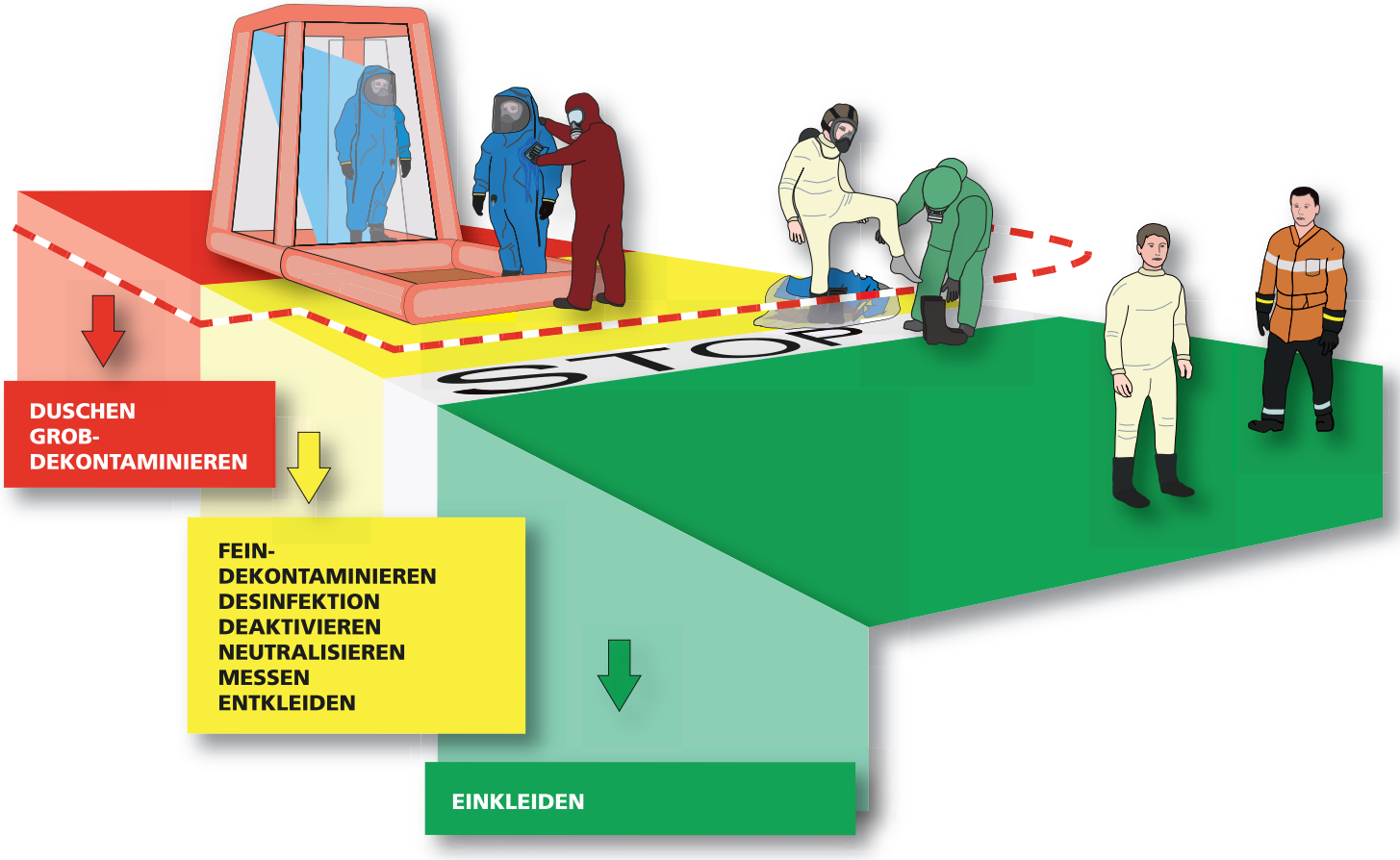


- Die Grösse der Patientendekostelle ist an die Anzahl der Betroffenen anzupassen

© by FKS: 04/2014

Dekostelle ABC-Einsatzkräfte

Stufe ABC-Stützpunkt



© by FKS: 04/2014

2.16 | Dekontamination von Schutzanzügen, Material und Fahrzeugen

Es ist nur so wenig Material wie nötig in die Gefahrenzone zu bringen. Alle sich in der Gefahrenzone befindenden Fahrzeuge und sämtliches Material, das ebenfalls in der Gefahrenzone ist, gelten grundsätzlich als kontaminiert!

Vor dem Entfernen aus der Gefahrenzone sind deshalb Massnahmen zu ergreifen, um eine Verschleppung der Kontamination zu verhindern.

Kontaminierte Gegenstände können nach zwei Prinzipien gereinigt (dekontaminiert) werden:

- Durch Entfernen der Gefahrstoffe = physikalische Dekontamination
- Durch Inaktivierung bzw. Neutralisierung der Gefahrstoffe = chemische Dekontamination bzw. Desinfektion

Für die Dekontamination durch Inaktivierung bzw. Neutralisierung der Gefahrstoffe siehe entsprechende Fachkapitel.

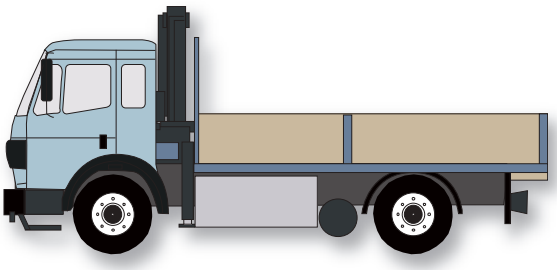
- Die Anwesenheit von Fremdstoffen (Erde, Dreck, Blut etc.) beeinträchtigt die Effizienz einer Dekontamination wesentlich. Dies kann es notwendig machen, dass mehr als ein Dekontaminationszyklus durchgeführt werden muss (Grob- und Feindekontamination). Ebenso spielen Temperatur und Einwirkzeit eine wesentliche Rolle.

- **Schutzanzüge**

  Die Schutzanzüge der Einsatzkräfte sind vor dem Ausziehen mindestens grob zu dekontaminieren (für das Ausziehen siehe Punkt 2.5.6). Danach kann die Schutzausrüstung wie anderes Material behandelt werden.

- **Material**

  Beim Ausgang wird auf einer Plastikunterlage ein Materialdepot erstellt. Die Reinigung des Materials soll, gemäss den Weisungen der Fachberatung, substanzspezifisch erfolgen. In den meisten Fällen genügt eine Grobdekontamination mit Wasser, Seife und Bürste oder allenfalls Hochdruckreiniger. Material, das nicht auf dem Platz feindekontaminiert werden kann, wird in gut verschlossenen, beschrifteten Plastiksäcken zum Abtransport bereitgestellt. Die spätere Reinigung oder Entsorgung erfolgt nach Angaben der Fachberatung oder der zuständigen Behörde. Herstellerangaben sind zu beachten.



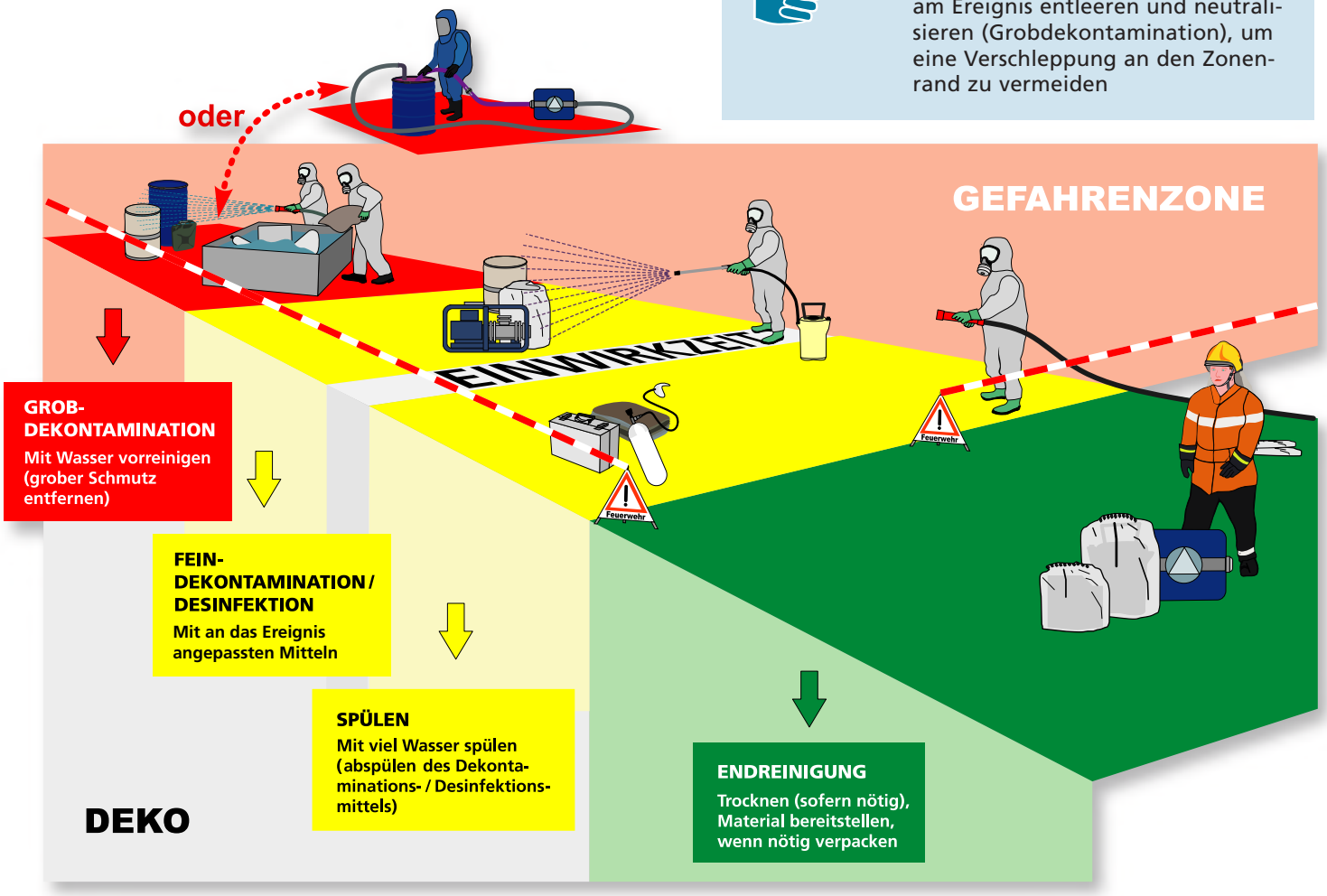
- **Fahrzeuge**

  Kontaminierte Fahrzeuge müssen vor Ort, gemäss der Fachberatung, einer Grobdekontamination unterzogen werden. Dabei sind den Reifen, dem Luftfilter, dem Fahrzeugunterboden und, wo vorhanden, der Klimaanlage besondere Beachtung zu schenken. Anschliessend sind die Fahrzeuge in einer Waschanlage nochmals gründlich zu reinigen. Auf dem Fahrzeug mitgeführte Geräte können durch Schadstoffwolken ebenfalls kontaminiert sein. Raue Oberflächen wie Holzteile, Sitze und textile Verkleidungen sind möglicherweise zu ersetzen.

© by FKS: 04/2014

Dekostelle Material

- Pumpen und Schlauchsystem direkt am Ereignis entleeren und neutralisieren (Grobdekontamination), um eine Verschleppung an den Zonenrand zu vermeiden

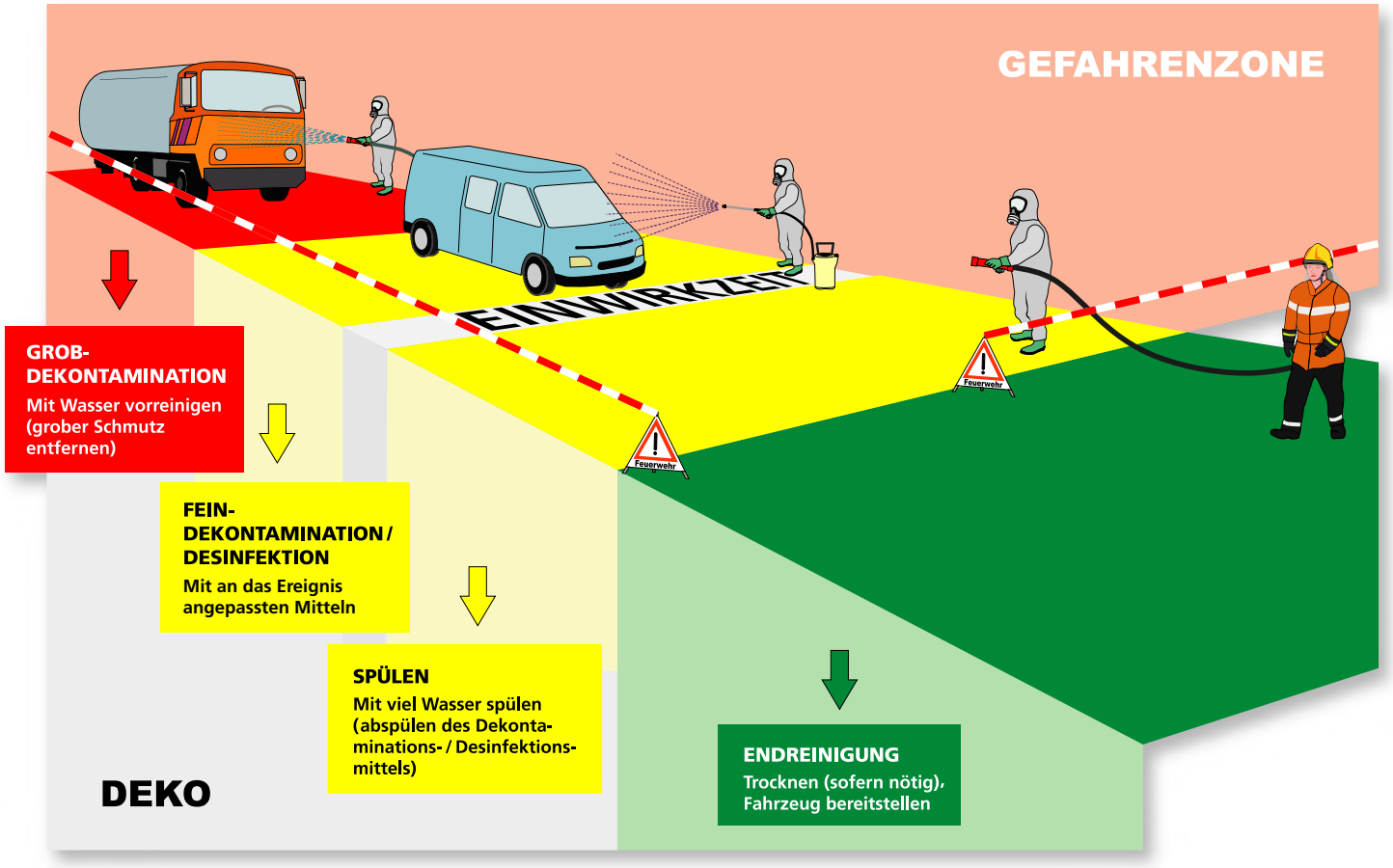


- Keine kontaminierten Gerätschaften / Brandschutzausrüstungen, ohne mindestens eine Grobdekontamination, ins Feuerwehrmagazin bringen!

- Bei der Dekontamination von Fahrzeugen und Ausrüstungsgegenständen ist die Korrosionsgefahr zu beachten, die beim Ausbleiben von rechtzeitig ergriffenen Gegenmassnahmen besteht
- Von Anfang an genügend Platz einberechnen
- Entsprechend dem Gefahrenpotential der Substanzen oder im Zweifelsfalle soll das kontaminierte Abwasser aufgefangen und nach den Weisungen der Fachberatung oder der zuständigen Behörde entsorgt werden

© by FKS: 04/2014

Dekostelle Fahrzeuge



2.17 | Dekontamination von Anlagen und Gebäuden (Sanierung)

Sobald keine unmittelbare Gefahr für Mensch, Tier und Umwelt mehr besteht, wird der Schadenplatz der Eigentümerschaft übergeben.

Weitergehende Sanierungsmassnahmen sind fallweise, aufgrund der Vorgaben der zuständigen Behörden, durch die Eigentümerschaft zu veranlassen.

Bereiche, die nicht gefahrlos betreten werden können, sind, bis zum Abschluss der vollständigen Sanierung und anschliessenden Freigabe durch die Behörden, abzusperren.

- Die Sanierungsphase ist primär nicht Sache der Einsatzkräfte, sondern von speziellen, zivilen Organisationen

© by FKS: 04/2014

2.18 | Dreifacher Brandschutz / Löschangriff

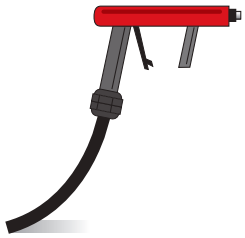
Der dreifache Brandschutz wird primär bei Ereignissen mit brennbaren Flüssigkeiten (ADR-Klasse 3) vorsorglich aufgebaut, damit bei einer allfälligen Zündung die Brandbekämpfung sofort aufgenommen werden kann.

Bei einer Zündung erfolgt der dreifache Löschangriff.

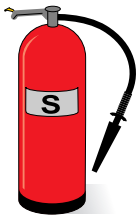
Der dreifache Brandschutz / Löschangriff besteht aus folgenden Mitteln:

Wasser	Schaum	Pulver
• **Zum Kühlen** • **Zum Schutz von Nachbarobjekten** • **Zum Niederschlagen von Dämpfen und Gasen**	• **Zum Löschen** • **Zum Abdecken von Flüssigkeitsbränden, entzündbaren Dämpfen und Gasen sowie gefährlichen Flüssigkeiten**	• **Zum Löschen von Flüssigkeitsbränden im Anfangsstadium** • **Zum Bekämpfen von Rückzündungen** • **Als Sicherungslöschmittel**

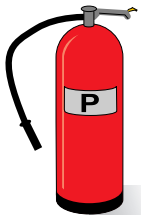
Die Grösse des Brandschutzes richtet sich nach der Ereignisgrösse. Der vordefinierte dreifache Brandschutz für Kleinstereignisse erfordert folgende Mittel:



- Schnellangriff

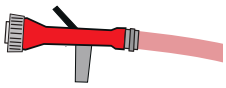


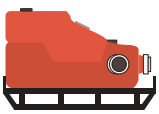
- Schaumlöscher

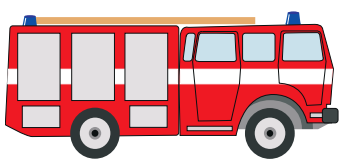


- Pulverlöscher

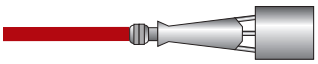
Erfordert die Situation schwerere Mittel, werden sie von der Einsatzleitung einzeln befohlen.

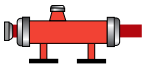


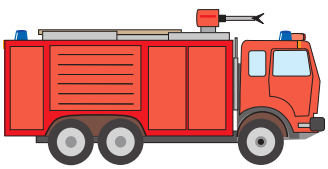




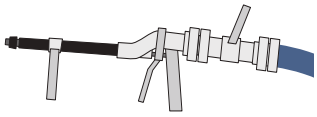
- Hohlstrahlrohr
- Motorspritze
- Tanklöschfahrzeug

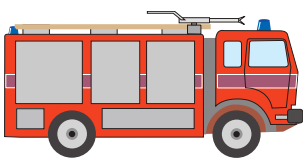






- Schaumrohr
- Zumischer und Schaummittel
- Schaumlöscher
- Schaumlöschfahrzeug





- Pulverpistole
- Pulverlöscher
- Pulverlöschfahrzeug

© by FKS: 04/2014

2.18.1 | Dreifacher Brandschutz

Kleines Ereignis

Bei einer kleinen Havarie durch ein undichtes Kleingebinde oder einen Verkehrsunfall mit einem Kleinfahrzeug, mit Austritt einer begrenzten Menge Flüssigkeit, kann der dreifache Brandschutz mit einem Pulverlöscher, einem Schaumlöscher und dem Schnellangriff (Wasser) sichergestellt werden.

- Das Gefälle / Terrain berücksichtigen, damit das Medium oder Löschwasser dem Rohrführer nicht entgegen läuft. Beim Pulverlöscher-Einsatz ist die Windrichtung besonders zu beachten.

- Die Windrichtung kann in einem Ereignis ändern, das Terrain bleibt aber immer gleich. Die Rohrführerstellung ist laufend dem Schadenverlauf und der Situation anzupassen und darf nicht statisch bleiben.

Mittleres Ereignis

Bei einer Überfüllung eines Tanks oder einer grösseren Menge auslaufender Flüssigkeit kann der Brandschutz wie folgt erstellt werden:

- 1 - 2 Pulverlöscher zur sofortigen Sicherung
- TLF mit Schaumleitung
- TLF mit mind. einer Wasserleitung mit Strahlrohr von mind. 180 l/Min.

- Genügend Schlauchvorrat zweckmässig auslegen

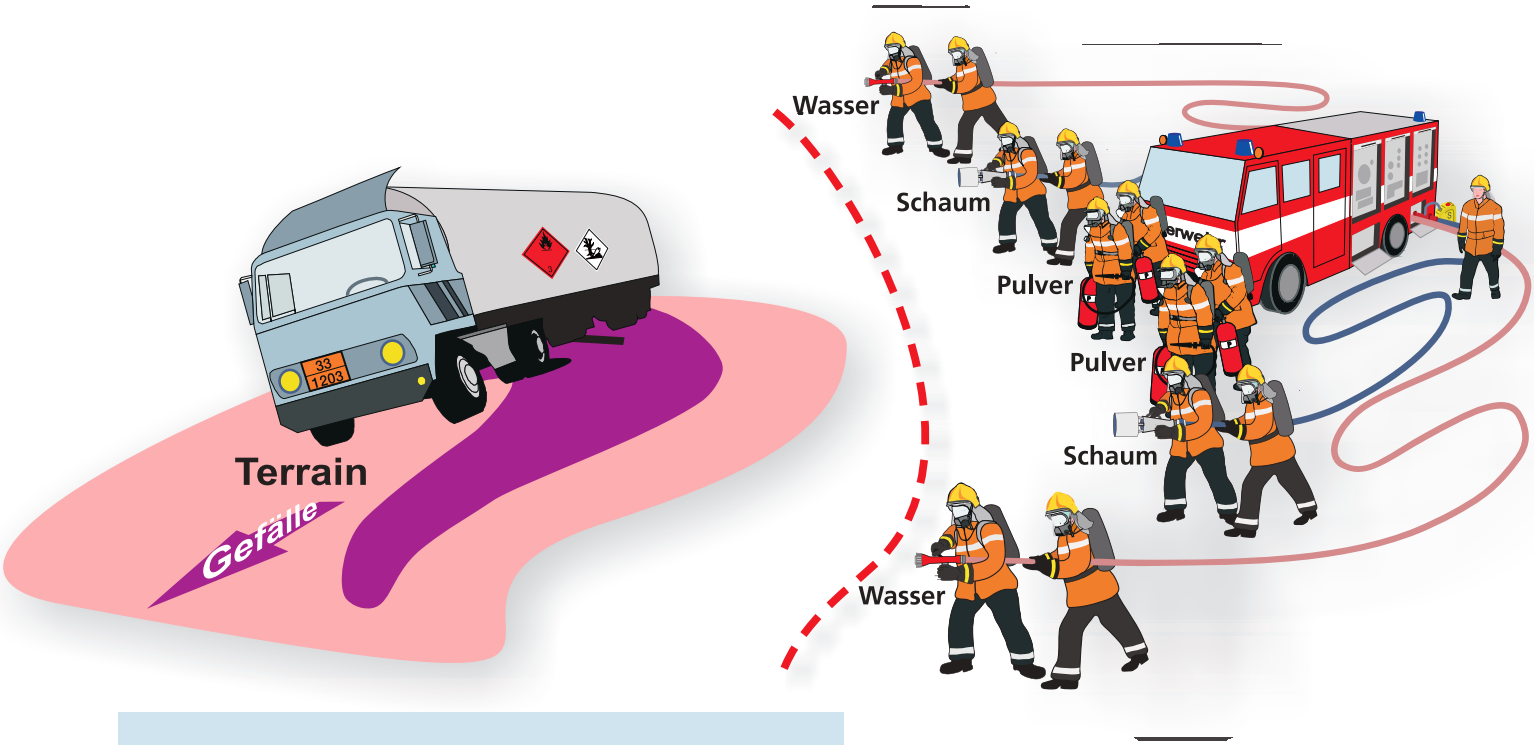
© by FKS: 04/2014

Grosses Ereignis

Birgt die Schadenlage zusätzliche Gefahren oder handelt es sich um grosse Objekte bzw. grosse Freisetzungen, sind die Leitungen zu vervielfachen.

Bei jedem Ereignis ist die Anzahl Leitungen und die Wassermenge an den Strahlrohren so zu wählen, dass die durch das Feuer entstehende Wärme mit den vorhandenen Leitungen abgeführt (gekühlt) werden kann.

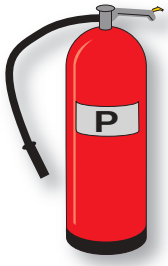
Als Faustregel rechnet man pro m^2 brennbare Fläche, 10 - 20 Liter Wasser pro Minute, um die frei werdende Energie zu stabilisieren.

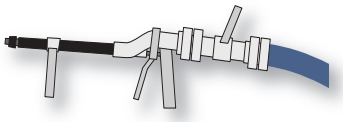


- Kühlleitung aussen, für grösstmögliche Flexibilität und Bewegungsfreiheit

Löschen mit Pulver

Kommt es bei einer Havarie ohne Brand während des Löschaufbaues zu einer Zündung, ist unverzüglich Pulver einzusetzen. Mehrere Löscher gleichzeitig erhöhen die Menge Löschmittel pro Zeiteinheit. Der Löscherfolg ist nur gegeben, wenn unverzüglich, ohne dass der Brand mögliche Metallteile z.B. von Gebinden aufheizen kann, durchgeführt wird. Damit Letzteres nicht passiert, ist u.U. vorgängig mit Wasser zu kühlen.





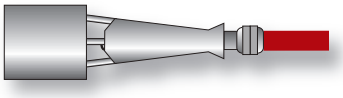
Einsatz von Schaum

Ist der Löschaufbau abgeschlossen, muss ein Zünden verhindert werden, indem die Havarie am Boden eingeschäumt wird.
Die Löschtruppe begibt sich an den Zonenrand und bleibt in der Gefahrenzone in Bereitschaft.

Erfolgt eine Zündung, ist

1. unverzüglich mit Pulver zu löschen,
2. die Schaumdecke wieder zu verschliessen, um ein Ausgasen zu verhindern,
3. bei Misserfolg mit Wasser zu kühlen.

Diese Situation beinhaltet zugleich den Wechsel zum Löschangriff.



© by FKS: 04/2014

2.18.2 | Dreifacher Löschangriff

Bei einem Brand mit brennbaren Flüssigkeiten ist immer ein dreifacher Löschangriff (Wasser, Schaum und Pulver) notwendig. Dieser wird geführt.

Wichtig ist, dass sofort mit Kühlen begonnen wird. Vor dem Aufbau der Schaumleitungen, ist mit einer geeigneten Anzahl Wasserleitungen die Energie abzuführen und die Lage zu stabilisieren.

Brennen mehrere Gebinde oder eine Produktionsanlage in einem Industriebetrieb, spricht man von industrieller Brandbekämpfung.

Bei der industriellen Brandbekämpfung ist der Wasserbedarf zur Abführung der Energie und Verhinderung der Wärmestrahlung entscheidend und kann meistens nur durch 55er-Leitungen oder grössere sichergestellt werden, die mit Strahlrohren mit Wassermengen von 150 bis 550 l/Min. zu bestücken und der Situation entsprechend einzustellen sind.

Einsatztaktik

Im Unterschied zur Innenbrandbekämpfung wird die Schlauchreserve bei der industriellen Brandbekämpfung im Löschaufbau nicht beim Rohrführer, sondern am Zonenrand aufgebaut. Die Leitungen sind möglichst direkt zu verlegen, ohne dass der Schlauch das Wegfliessen des Mediums verhindert oder in die Angriffsrichtung leitet. Der Angriff bei der industriellen Brandbekämpfung erfolgt von aussen nach innen. Sollte im Notfall von innen angegriffen werden müssen, ist die Gefahr der Einschliessung der Einsatzkräfte zu verhindern. Der Rückweg / Fluchtweg ist im Hinblick auf die eigene Sicherheit immer einzuschäumen.

- Zur Sicherung des Rückweges wird eine Schaumleitung aufgebaut, und Gefahren auf dem Angriffsweg werden eingeschäumt

Der Rohrführer muss zur Sicherheit im Schaum stehen. Ein Schaumteppich im Einsatzbereich des Wassers ist nicht zweckmässig, da der Schaum mit dem Wasser weggespült oder vernichtet wird. Die Sicherheit der Löschmannschaft, die mit Schaum und Wasser arbeitet, wird durch den nachfolgenden Löschtrupp mit Pulverlöschern von 12 bis 250 kg sichergestellt. Ein zweckmässiger Pulvereinsatz wird aus sicherer Distanz direkt auf die Brandquelle, unter Umgehung von Hindernissen, eingesetzt. Die Koordination der Löschmittel erfolgt am zweckmässigsten aus einer gewissen Distanz. Man braucht die absolute Übersicht, um jederzeit schnell reagieren zu können.

Übersicht eines möglichen Aufbaus in einem Ereignisfall

1. Wasser in genügender Menge, um die Energie abzuführen, aber nicht zu viel, damit das Medium nicht verteilt wird, wenn es auf dem Wasser schwimmt.
2. Pulver als sofortiger Personenschutz.
3. Schaum zum Löschen und zur Rückwegsicherung (verhindert das Ausgasen der Flüssigkeit).

© by FKS: 04/2014

Einsatz

Mit Wassersprühstrahl wird so viel und so lange gekühlt, bis der Einsatz von Schaum erfolgen kann. Der Schaumeinsatz ist bei Personengefährdung oder anderen Folgeschäden vertretbar.

Wasser wird zum Kühlen und Abführen der Energie verwendet. Einen optimalen Kühleffekt erreicht man, indem die Wärme dort abgeführt wird, wo sie entsteht. Je feiner der Wasserstrahl, umso besser die Kühlwirkung. Bei einem Flüssigkeitsbrand liegt die grösste Temperatur in der Flammenspitze. Die Flüssigkeit selbst besitzt maximal die Siedetemperatur des brennenden Stoffes. Liegt die Temperatur der Flüssigkeit oberhalb des Flammpunkts, so brennt die Flüssigkeit spontan bzw. kann auch durch eine Schaumschicht durchzünden (Kühlung nötig).

- Es kann verheerend sein, in die Flüssigphase zu spritzen. Bei einem geborstenen Behälter mit Leck, unterlagert das Wasser die Flüssigkeit und schwemmt diese durch das Leck aus, vergrössert das Schadenausmass und verteilt sich u.U. in der Kanalisation, was zwingend verhindert werden muss.

Rückzug nach Löscherfolg an die Zonengrenze

1. Wasser in Einsatzdistanz zu Schaum und Pulver zurücknehmen.
2. Pulver zur Sicherung neben Schaum stellen.
3. Alle Elemente gleichzeitig zusammen zurücknehmen; aufgerissenen Schaumteppich durch Nachschäumen wieder abdecken.
4. Innerhalb der Gefahrenzone warten die Löschtrupps an der Zonengrenze auf den nächsten Auftrag und rücken z.B. mit dem Chemiewehrtrupp wieder zum Ereignis vor. Sie schützen den Chemiewehrtrupp während der Umpumparbeiten rund um das Ereignis und sind deren „Lebensversicherung“.

Schaumvorrat

Schaum muss vor dem Einsatz in genügender Menge verfügbar sein. Die notwendige Menge ist abhängig von der nötigen Zumischrate (1 - 6 %, je nach Schaummittel und Brandgut) sowie vom Verhältnis zwischen Schaumrohrleistung und Brandfläche (flächenbezogene Anwendungsrate). Die Anwendungsrate für Schaum muss 2 - 6 Liter pro m^2 und Minute (Gemisch Schaum / Wasser) betragen, um bei Flüssigkeitsbränden mit apolaren Brennstoffen (z.B. Diesel, Benzin) einen Löscherfolg zu haben. Für polare Brennstoffe (Alkohole, mit Wasser mischbare Lösungsmittel) können höhere Anwendungsraten nötig sein.

Bei grossen Bränden (z.B. Tanklager, Wannenbrand) darf die Thermik nicht vernachlässigt werden. Der Schaum muss das Brandgut erreichen.

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Wasser

Wird über längere Zeit Wasser in einen Tank mit apolarem Medium gespritzt, ist damit zu rechnen, dass sich durch die auf dem Wasser schwimmende, brennende und kochende Flüssigkeit, bei längerem Einsatz das Wasser, unterhalb des Brennstoffs so erhitzt, dass es zu sieden beginnt. Durch den Phasenwechsel kommt es zu einer heftigen Reaktion. Bei dieser werden heisse brennende Teile des Produktes weggeschleudert und verteilt, dieser Vorgang wird Boil-over genannt. Bei genügend Wasser wird dem Brennstoff hingegen Energie entzogen (sicheres Ablöschen mit Schaum möglich).

Pulver

Pulver sind Salze, die, je nach Typ und Verwendungszweck, hydrophobiert und rieselfähig ausgerüstet werden. Ein Standard B-/C-Pulver besteht aus der Hauptkomponente Natriumbicarbonat, das ein schwach alkalisches Salz ist und im Chemiewehreinsatz auch als Neutralisationsmittel eingesetzt werden kann. Durch den Einsatz von Pulver ist mit einer Korrosion von metallischen Bauteilen (besonders elektrische Anlagen, Rechenzentren!) und starker Verteilung der Salze in alle Ritzen zu rechnen (Folgeschäden!). Pulver mit einer antikatalytischen Wirkung sind meistens nur in Kleinlöschgeräten vorhanden. Durch die antikatalytische Wirkung wird der Löscherfolg erhöht. Die Farbe des Pulvers ist brandklassen- und lieferantenabhängig.

Schaummittel

Schaummittel	Anwendungsart	Geeignet für	Vorteile	Nachteile
Mehrbereichs-schaummittel (MB)	Leichtschaum Mittelschaum Schwerschaum	Apolare Brennstoffe Netzmittel für Feststoffbrände	Günstig Verschäumung für alle Anwendungsarten möglich Gute Bioabbaubarkeit	Ungeeignet für direkte Applikation Schlechte Dampfunterdrückung Rasche Durchzündung Keine Filmbildung Löschen von Akoholbränden / polaren Flüssigkeitsbränden nicht möglich
AFFF	Mittelschaum Schwerschaum	Apolare Brennstoffe Netzmittel für Feststoffbrände	Bildet einen Wasserfilm Sehr hohe Löschwirkung Schutz vor Rückzündungen und Ausgasen	Nicht vollständig bioabbaubar Löschen von Alkoholbränden / polaren Flüssigkeitsbränden nur schwer möglich
AFFF-ACT/AR (alkohol-beständiger AFFF)	Mittelschaum Schwerschaum	Universell, für alle Brennstoffe (fest / flüssig)	Wie AFFF; zusätzlich universell für sämtliche Brennstoffe einsetzbar (auch auf Alkohol)	Relativ teuer Nicht vollständig bioabbaubar
Protein-schaummittel (P)	Mittelschaum Schwerschaum	Apolare Brennstoffe, besonders bei Treibstoff-Tanklagern	Lange Lagerfähigkeit Extrem hohe Haftfähigkeit Vollständige Bioabbaubarkeit	Für Feuerwehrgeräte wenig geeignet Löschen von Alkoholbränden / polaren Flüssigkeitsbränden nicht möglich
Fluorprotein-schaummittel (FP)	Mittelschaum Schwerschaum	Apolare Brennstoffe, besonders bei Treibstoff-Tanklagern	Lange Lagerfähigkeit Extrem hohe Haftfähigkeit Bessere Löschwirkung, besserer Schutz vor Ausgasen und Rückzündung als normaler Proteinschaum	Für Feuerwehrgeräte wenig geeignet Löschen von Alkoholbränden / polaren Flüssigkeitsbränden nur schwer möglich

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

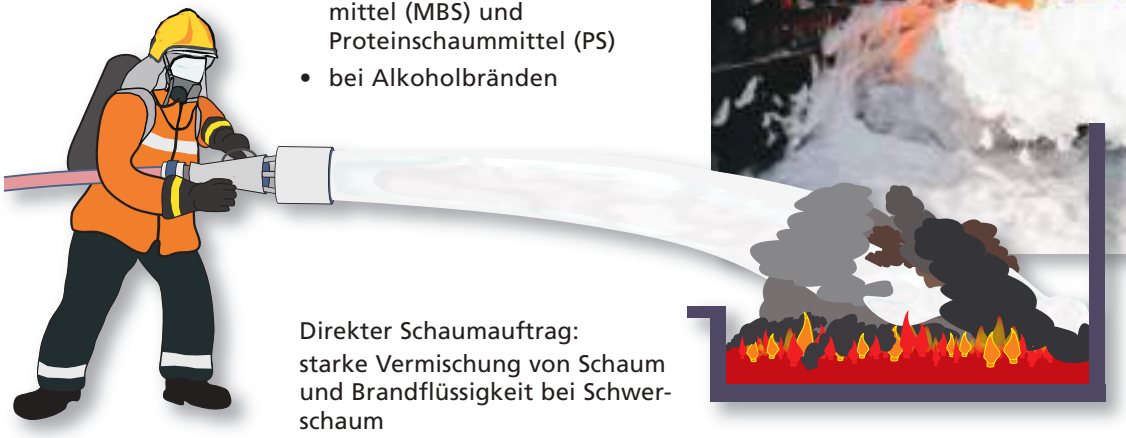
Schaumlöschmittel können sowohl direkt als auch indirekt aufgetragen werden:

Direkte Auftragung

- Möglich mit Mittelschaum auf Kohlenwasserstoffen (apolare Brennstoffe)
- Möglich mit Schwerschaum, nur in Verbindung mit fluorierten Schaummitteln AFFF, AFFF-AR, FP, FFFP

Ungeeignet:

- mit Mehrbereichsschaummittel (MBS) und Proteinschaummittel (PS)
- bei Alkoholbränden



Direkter Schaumauftrag:
starke Vermischung von Schaum und Brandflüssigkeit bei Schwerschaum

- Bei der Aufbringung des Schaumes durch verschiedene Werfer ist dieselbe Auftrittsstelle zu definieren

Indirekte Auftragung

- Möglich mit allen Schaummitteln
- Einzige Möglichkeit bei Alkoholbränden

Indirekter Schaumauftrag:
über die Behälterwandung oder im Feuer stehende Teile

Indirekter Schaumauftrag:
der Schaumstrahl wird vor der Flüssigkeit auf den Boden gerichtet

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Schaum setzt sich aus Wasser, Schaumkonzentrat und Luft zusammen. Je nach Luftanteil wird Schaum anhand der Verschäumungszahl (VZ) in verschiedene Anwendungsarten eingeteilt:

Anwendungsarten

Typ	Verschäumungszahl	Eigenschaften
■ **Netzmittel** (Einsatz mittels Strahlrohr)	Keine	**Vorteile:** - Gute Netzwirkung bei Feststoffen - Hohe Wurfweite **Nachteil:** - Für Flüssigkeitsbrände nur schlecht geeignet (nur mit AFFF- bzw. AFFF-ATC-Schaum)
■ **Schwerschaum**	1 : 5 - 1 : 20	**Vorteile:** - Hohe Wurfweite (20 m) - Grosse Kühlwirkung - Gute Netzwirkung bei Feststoffen - Haftfähigkeit - Ideal zum Abdecken von Flüssigkeiten **Nachteile:** - Auftrag nur über Hilfsfläche (indirekt) - Für Flüssigkeitsbrände nur mit AFFF gut geeignet (Filmbildung)
■ **Mittelschaum**	1 : 20 - 1 : 200	**Vorteile:** - Ideal aufzutragen (direkt / indirekt) - Grösseres Löschvermögen **Nachteile:** - Geringere Wurfweite (5 m) - Geringere Kühlwirkung - Keine Haftfähigkeit - Zum Abdecken von Flüssigkeiten mässig geeignet
■ **Leichtschaum**	> 1 : 200	**Vorteil:** - Ideal, um Brände in geschlossenen Räumen mit Schaum zu löschen / ersticken **Nachteile:** - Mobile Anwendung sehr schwierig - Spezieller Leichtschaumgenerator nötig (Einsatz meist nur in stationären Anlagen) - Sehr geringe Wurfweite

Die Verschäumungszahl (VZ) gibt an, um das wie Vielfache sich das Volumen des Wasser-Schaummittel-Gemischs durch den Luftzutritt am Schaumstrahlrohr vergrössert (z.B. 1 Teil Wasser / 25 Teile Luft = Mittelschaum). Die Verschäumungszahl ist nicht zu verwechseln mit der Schaum-Konzentration (Konzentration des Schaummittels im fertigen Wasser-Schaummittel-Gemisch; beim Zumischer oder am Zumischsystem einstellbar; z.B. 3 %).

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Umweltschutz und Sicherheit

- Beeinträchtigungen der Umwelt oder der Gesundheit sind immer auf ein Mindestmass zu beschränken
- Verhältnismässigkeit (Nutzen / Schaden) beachten
- Richtige Taktik / Technik anwenden
- Schaum muss frühzeitig, koordiniert und zweckmässig eingesetzt werden

Kühlen

- Schaum ist primär einzusetzen, um ein Feuer zu bekämpfen, wenn Personen, grosse Sachwerte oder die Umwelt vor Folgeschäden zu schützen sind und eine effiziente Bekämpfung eines Feuers ohne Schaumeinsatz nicht möglich ist
- Kann ein Feuer alleine durch Kühlen bzw. Löschen mit Wasser unter Kontrolle gebracht werden, so ist der Schaum primär für die eigene Sicherheit einzusetzen

Gefahren und Einsatzgrenzen

- In einem Schaumteppich / Schaumberg besteht Erstickungsgefahr
- Beim Umgang mit Schaum, Handschuhe und Augenschutz tragen (siehe Sicherheitsdatenblatt)
- Für polare Brennstoffe (wassermischbare Lösungsmittel, Alkohol) können nur alkoholbeständige Schaummittel eingesetzt werden
- Eine mögliche Durchzündung durch Schaum ist zu vermeiden
- Schaum ist elektrisch leitend; Einsatz in spannungsführenden Anlagen verboten (Ausnahme: Handlöschgeräte mit besonderer Typenprüfung)

- Alkoholbrände können theoretisch auch mit Wasser (durch Verdünnen) gelöscht werden; bei grossen Mengen muss dafür der Löschwasserrückhalt genügend bemessen sein! Ein Schaumeinsatz kann deshalb zweckmässiger und sicherer sein.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Entsorgung

- Schaum in einem Vorfluter (Gewässer) wirkt umweltschädigend. Er kann ein Fischsterben bewirken und wirkt toxisch auf Kleinlebewesen sowie andere Organismen. Es ist zwingend darauf zu achten, dass der Schaum nicht in ein Gewässer und/oder in den Boden gelangt.

Droht Schaum in ein Gewässer, eine Regen- / Abwasserleitung oder in den Boden zu gelangen, besteht die Verpflichtung,

- dies (möglichst) zu verhindern,
- die zuständigen Umwelt- bzw. Gewässerschutzbehörden (Gewässerschutzpikett, Fischereiaufseher etc.) und Werke (Kanalisation / Entwässerung, Kläranlage) umgehend zu benachrichtigen.

Wurde Schaum auf einem unbefestigten Boden aufgebracht, ist ein mögliches Ausheben des Bodens mit der Umweltbehörde abzusprechen.

Mehrbereichs- und Proteinschaummittel sind meist biologisch abbaubar. Störungen und Schäden an einer Kläranlage (ARA) sind dennoch, besonders bei kleinen Anlagen, schon ab wenigen Litern Konzentrat nicht auszuschliessen (Überlastung Kapazität der Abbauleistung; Störung Biologie; Schaumbildung). In jedem Fall ist, vor Schaumeinleitung rechtzeitig mit der Kläranlage Kontakt aufzunehmen (Pikettdienst ARA). In eine ARA ist der Schaum, möglichst über eine längere Zeitspanne, verteilt einzuleiten. Die Entsorgung ist mit der Fachbehörde festzulegen. Angaben zur Ökologie sind im Sicherheitsdatenblatt des Schaummittels / Herstellers zu entnehmen. Im Idealfall ist im Rahmen der Einsatzplanung die mögliche Toleranz der örtlichen ARA gegenüber dem verwendeten Schaummittel abzuklären.

Wird AFFF-Schaum verwendet, ist das Löschwasser nach Möglichkeit aufzufangen und fachgerecht zu entsorgen, da dieser Schaum immer nicht bioabbaubare Bestandteile enthält. Auch biologisch vollständig abbaubare Schaummittel können nicht nur die Biologie einer ARA stark belasten, sondern in modernen ARA-Belüftungsbecken einen hohen Schaumberg erzeugen. Dieser wird von der ARA meist mit Antischaummittel bekämpft, was zu einer Senkung der Abbauleistung führen kann. Beim Abpumpen von schaumhaltigem Löschwasser ist ebenfalls auf die Eignung der Pumpe zu achten (bei gewissen Pumpen von Saug- bzw. Spülwagen kann es zu grosser Schaumbildung im Tank kommen).

- Je weniger Schaum eingesetzt wird, umso geringer ist der Sanierungs- und Entsorgungsaufwand

© by FKS: 04/2014

2.19 | Löschwasser und Entwässerung

Definitionen

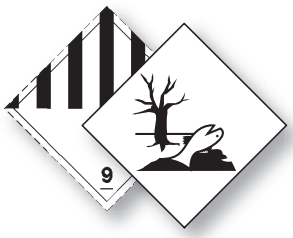
Beim „Feuerwehreinsatz" fallen verschiedene Arten von Wasser an:

- **Unverschmutztes Kühlwasser**

  Wasser, das ausschliesslich zum Kühlen verwendet wird und nicht mit Speziallöschmitteln oder anderen wassergefährdenden Stoffen verunreinigt wurde.

- **Löschwasser**

  Wasser ohne Speziallöschmittel, das nicht durch gefährliches Lagergut kontaminiert wurde; kann mit konventionellem Lagergut verunreinigt sein (Russ, Asche, Kohle, Holz etc.).



- **Kontaminiertes Lösch- und / oder Kühlwasser**

  Kühl- und / oder Löschwasser, das mit Speziallöschmitteln oder anderen wassergefährdenden Stoffen verunreinigt wurde.

Auffangkonzept

- Bei jeder Brandbekämpfung sind die zweckmässigsten Löschmittel einzusetzen und entsprechende Massnahmen zu treffen.

Löschwasser

- Löschwasser möglichst nicht direkt in ein Oberflächengewässer (Bach, Fluss, See) fliessen oder in den Boden (besonders in Gewässerschutzbereichen A_O oder A_U sowie in Grundwasserschutzzonen) versickern lassen.

© by FKS: 04/2014

Kontaminiertes Lösch- und / oder Kühlwasser

- Müssen aufgrund des Brandverlaufes Speziallöschmittel wie Schaumextrakt, Pulver etc. eingesetzt werden, wird das Eindämmen und Auffangen von anfallendem Wasser erforderlich.

  Kann das Löschwasser nicht zurückgehalten werden, ist dieses in 1. Priorität auf die Abwasserreinigungsanlage (ARA) abzuleiten. Nur in 2. Priorität kann das Löschwasser in den Boden versickert werden (nicht in der Grundwasserschutzzone S oder im Gewässerschutzbereich A_U). Die Ableitung in ein offenes Gewässer ist unbedingt zu verhindern.

- Muss damit gerechnet werden, dass in einem Brandobjekt aufgrund der Nutzung oder des Einsatzplanes gefährliche Stoffe lagern, die das Wasser kontaminieren könnten, so sind Massnahmen zu treffen, die verhindern, dass kontaminiertes Wasser ins Erdreich, in ein Gewässer oder in eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) gelangt.

  Kann das Löschwasser nicht zurückgehalten werden, ist, in Absprache mit den zuständigen Fachstellen, dieses auf die ARA abzuleiten.

  Eine Versickerung in den Boden oder Ableitung in ein offenes Gewässer ist unbedingt zu verhindern.

© by FKS: 04/2014

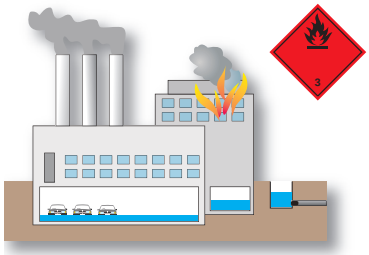
2.19.1 | Löschwasserrückhaltung

- Der Entscheid über die Rückhaltung von Löschwasser muss auf dem Schadenplatz sofort gefällt werden (Einsatzpläne konsultieren).

- Die Pikettdienste der Chemiefachberatung und die Gewässerschutzfachstellen sind aus organisatorischen Gründen in der Regel zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung nicht vor Ort (rechtzeitig aufbieten!).

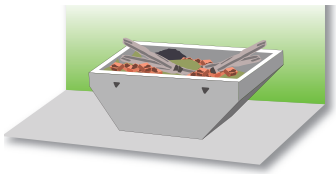
- Der Entscheid und die Kompetenz über die Rückhaltung von Löschwasser liegen demzufolge beim Einsatzleiter der Feuerwehr. Damit liegt die Verantwortung für den korrekten Umgang mit anfallendem Löschwasser und für geeignete Massnahmen zum Schutz der Umwelt beim Einsatzleiter.

- Der Einsatzleiter entscheidet, in Rücksprache mit der Fachberatung und gemäss kantonalen Weisungen, auch über das Aufgebot von Saug- und Spülwagenunternehmen zum Weitertransport des aufgefangenen Wassers. Achtung: Beständigkeit der Tanks und Leitungen beachten! Vorsicht vor Schaumbildung bei Verwendung von Saug- bzw. Spülwagen.



- Primär sind die baulichen Rückhaltekapazitäten, wie abflusslose Keller, Untergeschosse, Unterniveaugaragen, Betonauffangwannen, Sammelschächte etc., für die Rückhaltung von kontaminiertem Wasser zu verwenden. Wichtig: Pumpen in Pumpenschächten ausschalten, Schieber schliessen, Abläufe abdichten. Wird das Wasser mit leicht brennbaren Flüssigkeiten vermischt, besteht akute Explosionsgefahr in geschlossenen Räumen, Kanalisation, Schächten und Becken.

- Das ausschliesslich zur Kühlung der Umgebung verwendete Wasser gilt in der Regel nicht als kontaminiertes Wasser und braucht nicht zurückgehalten zu werden. Eine strikte Trennung ist oft nicht möglich. Es ist auf alle Fälle darauf zu achten, dass mit unverschmutztem Kühlwasser nicht versehentlich Rückhaltevolumen für kontaminiertes Löschwasser verbraucht wird.



- Das mit kontaminiertem Wasser verunreinigte Brandgut ist in flüssigkeitsdichten Mulden zu lagern und gemäss Fachstelle zu entsorgen. Dies gilt ebenfalls für zurückgehaltenes, kontaminiertes Löschwasser.

© by FKS: 04/2014

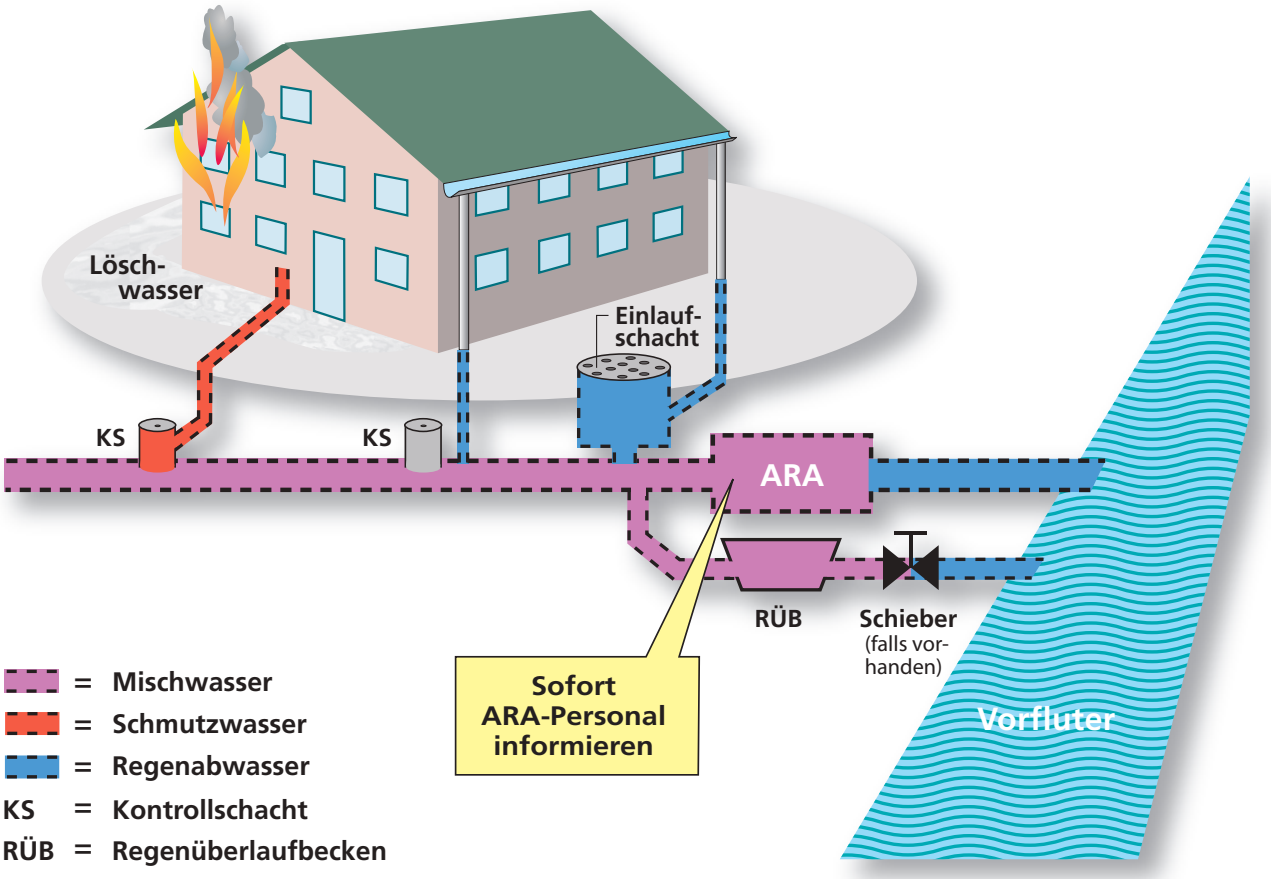
2.19.2 | Kanalisationssysteme

Für die Entwässerung von Siedlungen und Strassen bestehen grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Kanalisationssystemen. Der Unterschied zwischen einer Mischwasserkanalisation und einem Trennsystem liegt beim Umgang mit Regenabwasser (unverschmutztes Regenabwasser aus Strassen-, Platz- und Dachentwässerung; Abwasser aus Strassen- und Platzentwässerung in Industrie und Gewerbe kann dagegen als Schmutzwasser definiert sein).

Mischwasserkanalisation

Die Entwässerung von Schmutzwasser und Regenabwasser geschieht in gemeinsamer Sammelleitung (Mischwasserleitung) zur ARA. Auch in Gebieten mit Mischwasserkanalisation ist es teilweise möglich, dass unverschmutztes Regenwasser versickert (analog Grafik Trennsysteme).

Löschwasser, das nicht durch Speziallöschmittel oder gefährliche Stoffe kontaminiert werden kann, kann im Normalfall der Abwasserreinigungsanlage (ARA) zugeführt werden. Diese ist in jedem Fall bei grösseren Mengen zu orientieren.

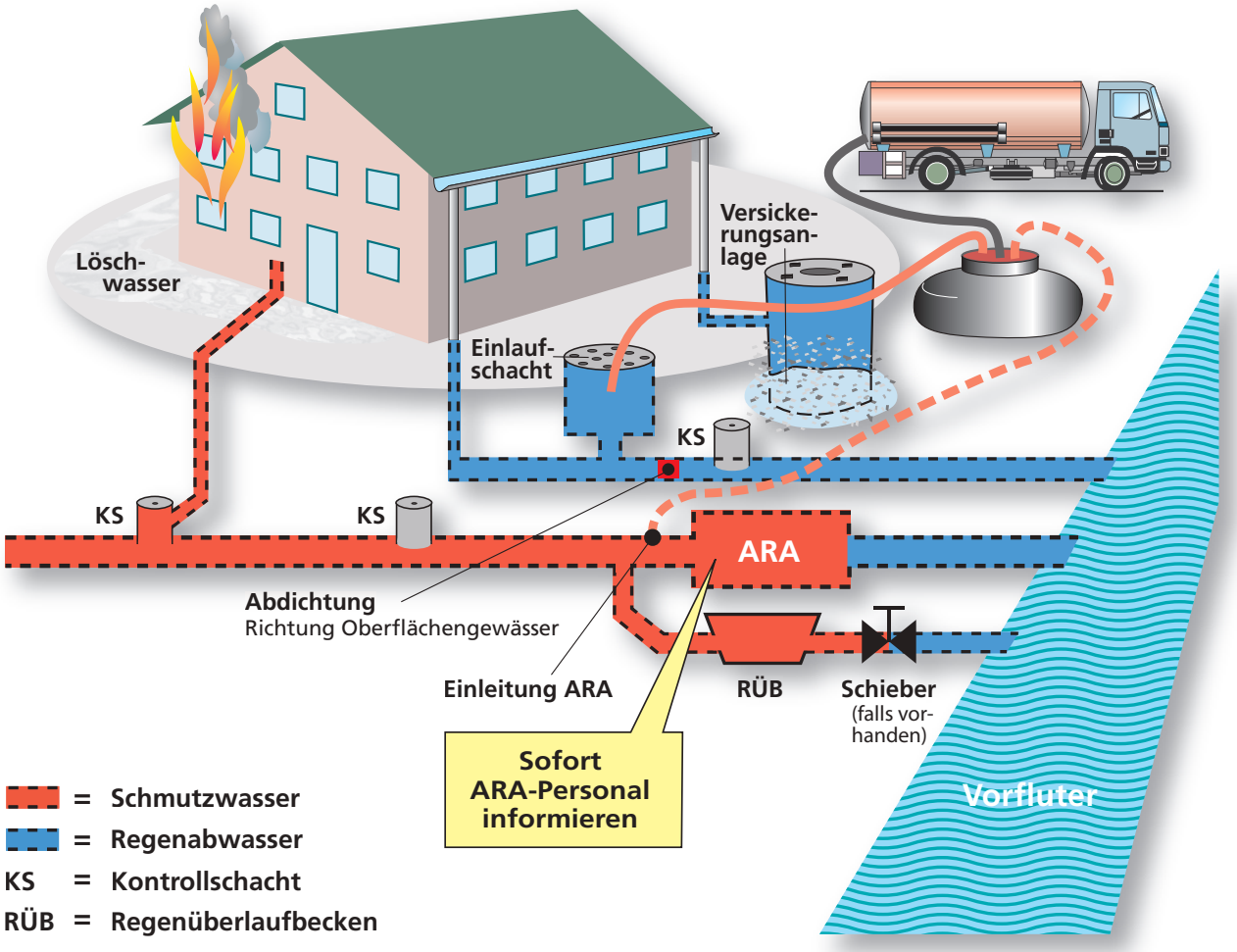


- Besonders Mischwasserkanalisationssysteme verfügen über Mischwasserentlastungen (weitere gebräuchliche Bezeichnungen: Hochwasserentlastungen oder Regenüberläufe). Bei Starkniederschlägen leiten diese einen Teil des Wassers in Regenüberlaufbecken (RÜB), die bei Überlauf des Stapelvolumens direkt in den Vorfluter einleiten (falls vorhanden: Schieber schliessen; Wasser abpumpen)
- Bei Starkniederschlägen sind deshalb Rückhaltemassnahmen am Schadenplatz oder beim RÜB nötig

© by FKS: 04/2014

Trennsysteme

Schmutzwasser (Haus- und Industriekanalisationsanschlüsse) und Regenabwasser (Strassenentwässerung, unverschmutztes Wasser aus Vorplatzentwässerung, Dachwasser) werden getrennt entwässert. Das Schmutzwasser wird der ARA zugeführt, das Regenabwasser einem Vorfluter oder einer Versickerung.



- Die Schmutzwasserleitungen von Gebieten mit Trennsystem sind teilweise wieder an älteren Mischwasserkanalisationen angeschlossen! (Mischungen von Trenn- und Mischwasserkanalisationssystemen; Problematik bei grossen Regenmengen).
- Versickerungsanlagen / Versickerungsschächte dürfen nie zur Einleitung von verschmutztem Wasser (auch beim Auspumpen von Elementarereignissen mit Tauchpumpe etc.) benutzt werden. Moderne Versickerungsschächte sind immer mit einem beschrifteten und verschraubten Kanaldeckel ausgerüstet.

- Kanalisationssysteme sind in der Regel nicht besonders chemikalienbeständig; insbesondere Betonprodukte werden durch korrosive Chemikalien sehr schnell beschädigt.
- Vorsicht beim Einstieg in Kanalisationssysteme: Immer Umluft unabhängiges Atemschutzgerät (PA) tragen oder mindestens Messung von CO (Kohlenmonoxid), H_2S (Schwefelwasserstoff), Ex (Explosionsgefahr), O_2 (Sauerstoff) laufend, mittels Gaswarngerät, vornehmen. Durch Zersetzungsgase von biologischem Material können brennbare und giftige Gase entstehen!

© by FKS: 04/2014

2.19.3 | Kanalisationspläne

Für sämtliche öffentliche Entwässerungen sind in der Schweiz durch die Werkeigentümer genaue Entwässerungspläne (sogenannte Katasterpläne) sowie GEP-Karten (Karten zum generellen Entwässerungsplan) zu erstellen. Kanalisationspläne sind den zuständigen Interventionskräften, entsprechend den kantonalen Weisungen, abzugeben (typischer Massstab für Feuerwehr 1 : 2'000).

Folgende standardisierte Angaben in Kanalisationsplänen sind für Einsatzkräfte von Bedeutung:

- Situationsplan / Katasterplan (Strassen, Gebäude, Hausnummern)
- Entwässerungssystem / Leitungstyp

Art	**Farbe** (Standard)	**Farbe** (Alternative)
Regenabwasserleitungen (bei Trennsystem)	blau oder türkis	grün
Schmutzwasserleitungen (bei Trennsystem)	rot	braun
Mischwasserleitungen	violett	identisch zu Schmutzwasserleitung

- Fliessrichtung (mit Pfeil oder ">"-Symbol gekennzeichnet)
- Gefälle in Promille oder Prozent
- Leitungstyp, Durchmesser in Millimeter und Material, z.B.:

Z	Zementrohr
T	Tonrohr Profilangabe: TO / rund, TE / Ei (alte Bezeichnungen)
G	Guss
SBR	Schleuderbetonrohr
FZM	Faserzementrohr
PVC	Polyvinylchlorid
PP	Polypropylen
PE	Polyethylen / PEHD (High Density PE), PELD (Low Density PE)

- Kanalisations- bzw. Kontrollschächte (KS, nummeriert)
- Einlaufschächte (ES; meist nur bei Detailplänen)
- Versickerungsanlagen (SIS; je nach Plan)
- Sonderbauwerke (Hochwasserentlastungen HE, Regenrückhalte- und Überlaufbecken RRB / RÜB, Pumpwerke PW etc.)
- Typische Abkürzungen auf Plänen und technischen Unterlagen:

RHB	Rückhaltebecken	HE	Hochwasserentlastung
RRB	Regenrückhaltebecken	MA	Ölabscheider
RÜB	Regenüberlaufbecken	PW	Pumpwerk
RKB	Regenklärbecken	PS	Pumpschacht
		VE	Vorflutereinleitung

- Bezeichnungen und Darstellungen für Bauwerke und Installationen können trotz Norm (SN 592'000), je nach Werkeigentümer, unterschiedlich sein
- Standorte und Funktion von Sonderbauten (RRB, RÜB, HE) sollten den Einsatzkräften bekannt sein (Intervention bei Havarie oder bei Arbeitsunfall)

© by FKS: 04/2014

Beispiel eines typischen Kanalisationsplans mit Mischwasser- (violett) und Trennsystem (blau, rot) und verschiedenen Einleitungen in ein öffentliches Gewässer (Hochwasserentlastung (HE), Regenklärbecken mit Pumpwerk (RKB, PW), Regenüberlaufbecken mit Pumpwerk (RÜB, PW), Kläranlage (ARA)).

Als Teil der generellen Entwässerungsplanung (GEP) sind, entsprechend kantonaler Vorgaben, auch Massnahmen für Störfälle in einem Dokument zu beschreiben und festzuhalten (Teilprojekt Gefahrenvorsorge). Ein solches Dokument enthält, neben Angaben zur Störfall- und Pikett-Organisation, meist auch standardisierte Einsatzmassnahmen (Ein-, Ausschaltung von Pumpwerken und Sonderbauwerken) sowie folgende zusätzliche Angaben:

- Fliesszeiten
- Rückhaltevolumen; Rückhaltezeiten für Sonderbauwerke
- Zonen mit besonderem Gefahrenpotential
- Zonen mit besonderem Schadenpotential (Grundwasserschutzzonen, Gewässerschutzbereiche, Wald)

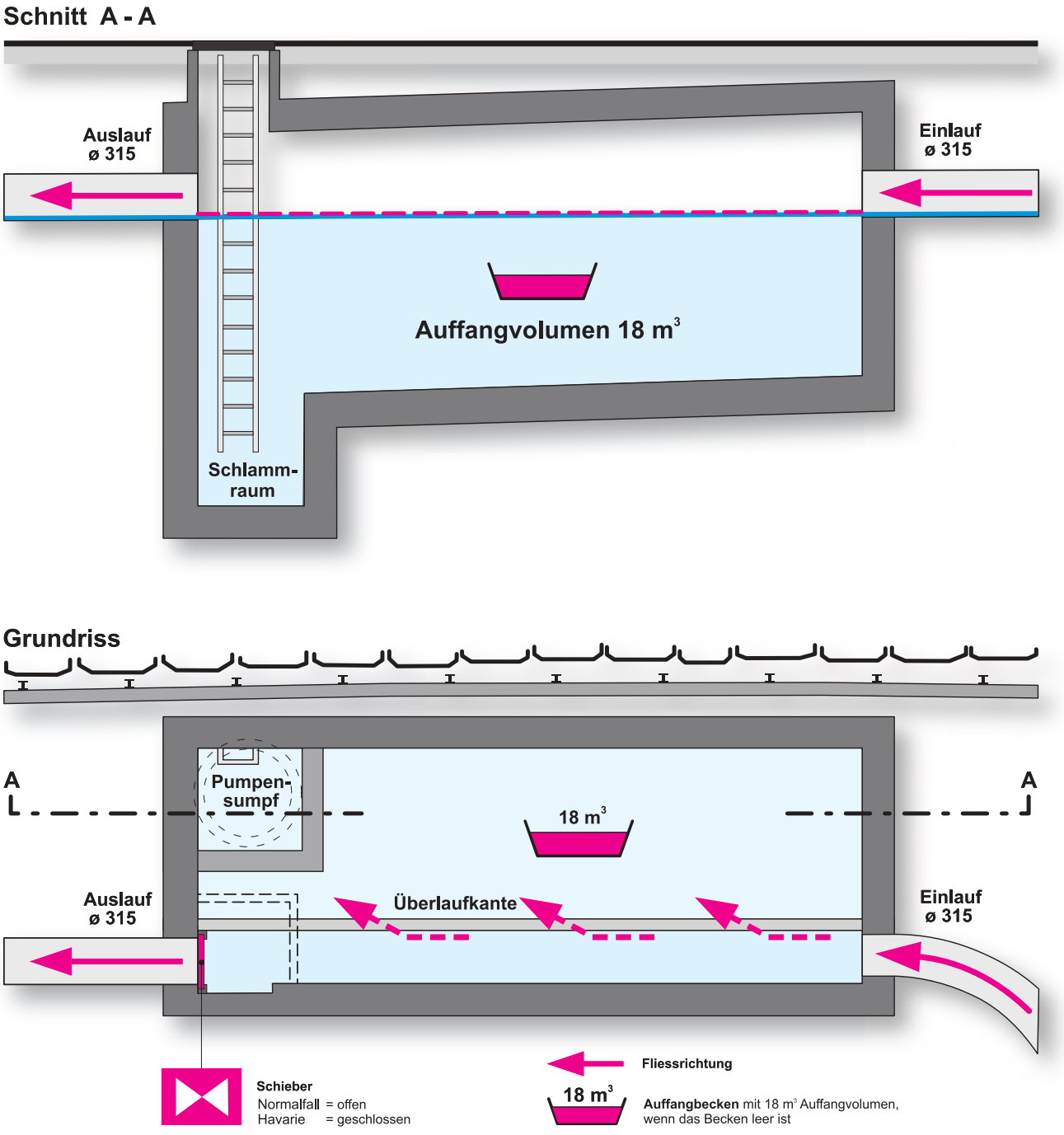
© by FKS: 04/2014

2.19.4 | Sonderbauwerke (Abwasser / Kanalisation)

Bei den Sonderbauwerken handelt es sich um spezielle Abwasserbauwerke. Sie dienen dem Gewässerschutz, um insbesondere den Anfall von besonderem Schmutzwasser oder kontaminiertem Wasser (Rückhaltebecken, RHB) bzw. den Anfall von Regenabwasser, besonders bei Starkniederschlägen, bewältigen zu können (übrige Typen).

Rückhaltebecken (RHB) / Havariebecken

Rückhaltebecken sind im Normalfall trocken. Durch Schliessen eines Schiebers kann bei Havarien eine definierte Menge an Gefahrgut oder kontaminiertem Wasser zurückbehalten werden. Im untenstehenden Beispiel führt das Schliessen des Schiebers zum Überlauf der Kanalrinne in das Becken. Je nach Konstruktion staut sich das Wasser bei vollständiger Füllung des Beckens in Richtung des einlaufenden Kanalsystems zurück, oder es kommt eine Notentlastung (in ARA oder Vorfluter) zum Tragen. Dieser Typ ist primär bei Autobahnen und der Industrie anzutreffen. Ausrüstungen mit Messsonden und automatischer (Fern-)Steuerung sind möglich. Rückhaltebecken müssen nicht zwingend einen Auslauf haben (Fangbecken, Havariebecken in der Industrie).



© by FKS: 04/2014

Regenrückhaltebecken (RRB) / Regenüberlaufbecken (RÜB) / Regenklärbecken (RKB)

Diese Bauwerke dienen der Entlastung des Kanalisationssystems bei Starkniederschlägen. Diese Bauwerke eignen sich, sofern Ex-geschützt, grundsätzlich auch zum Auffangen von kontaminiertem Wasser.

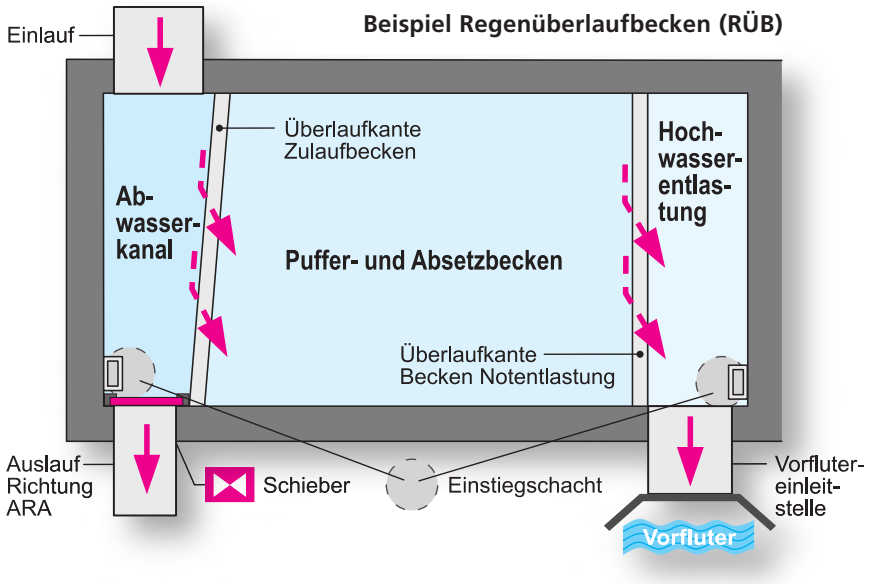
Ein Regenrückhaltebecken (RRB) ist als Pufferbecken zur temporären Speicherung von Spitzenabflüssen zur Entlastung des nachfolgenden Kanalisationsnetzes konstruiert. Dazu ist ein Regenrückhaltebecken (RRB), ähnlich wie vorheriges Rückhaltebecken, konstruiert: Während der Durchfluss durch das Bauwerk bei Trockenwetter für eine definierte Abflussmenge ungehindert möglich ist, wird bei Starkniederschlag durch einen gedrosselten Ablauf (Schieber) der Durchfluss so begrenzt, dass ein Überlauf in ein Rückhalte- / Stapelbecken erfolgt. Nimmt die Abflussmenge nach Ende eines Regens wieder ab, so erfolgt die Entleerung des Beckens über Pumpen oder Bodenabfluss wieder in das gewohnte Kanalisationssystem.

Im Havariefall, im oberhalb liegenden Kanalisationsnetz, kann der Ablauf eines RRB komplett geschlossen werden, womit sich das Becken füllt und ein definiertes Havarievolumen zur Verfügung steht. RRB verfügen in aller Regel über keine Notentlastung in ein Gewässer (Rückstau in Kanalisation bei vollem Becken!).

Regenüberlaufbecken (RÜB) werden im Mischsystem als Gewässerschutzmassnahme zur Vorklärung von Mischwasser, vor Einleitung in ein Gewässer, eingesetzt. Ähnlich wie bei einem RRB, ist der Abfluss zur ARA aus Kapazitätsgründen auf eine gewisse Menge gedrosselt.

Bei Starkregen erfolgt zuerst ein Überlauf aus dem Abwasserkanal in ein Becken. Hier erfolgt eine Vorklärung, indem sich grobe Schwebstoffe absetzen können. Längerer oder intensiver Regen führt zu einem aufgefüllten Becken, bei einem weiter steigenden Pegel erfolgt ein Überlauf über eine Hochwasserentlastung in einen Vorfluter (RÜB sind quasi Kombinationen aus RRB und HE). Häufig befindet sich vor der Entlastungsrinne noch eine Tauchwand, um aufschwimmendes Öl oder andere schwimmende Grobstoffe zurückzuhalten. Im Gegensatz zu einem RRB erfolgt bei vollem Becken also kein Rückstau ins oberliegende Kanalsystem. Dies ist bei der Nutzung eines RÜB für den Havarierückhalt zu beachten.

Beispiel Regenüberlaufbecken (RÜB)



Ein Regenklärbecken (RKB) dient analog einem RÜB, der Vorklärung von anfallendem Regenabwasser, bevor dieses in einen Vorfluter eingeleitet wird. Typisch sind die Absetzung von groben Schwebstoffen und Dreck sowie der Rückhalt von Öl.

- Ein Rückstau beim Einlauf ins Becken kann zu Überflutungen an anderen Stellen (RHB, RRB) oder zu einer Einleitung in ein Gewässer führen (RÜB, RKB)
- In geschlossenen, unterirdischen Becken besteht beim Einlauf von leicht brennbaren Flüssigkeiten rasch Explosionsgefahr. Vorsicht bei der Explosionsdruckentlastung über Kanaldeckel. Schächte abdecken und allenfalls Einsatz von explosionsgeschütztem Gebläse zur Entlüftung und/oder Löschschaum zum Abdecken.
- Ältere technische Kanalisationsbauwerke verfügen teilweise noch nicht über Ex-geschützte Installationen
- Einleitstellen in Vorfluter (VE) sind teilweise schlecht zugänglich oder schwierig auszumachen, besonders bei Hochwasser
- Bei Starkniederschlägen ist eine direkte Einleitung von Schmutzwasser / Mischwasser über Hochwasser- und Regenentlastungen in ein Fliessgewässer möglich (Massnahmen: rechtzeitiges Abschiebern, Abpumpen in Saugwagen etc.)

Hochwasserentlastung (HE)

Auch bei einem Bauwerk zur Hochwasserentlastung (HE) wird, wie bei RRB / RÜB der Wasserzufluss gedrosselt, um eine Überlastung des nachfolgenden Kanalnetzes zu verhindern. Da kein Becken zur Speicherung vorhanden ist, erfolgt beim Überschreiten einer gewissen Abflusskapazität eine Entlastung direkt in einen Vorfluter. Bei empfindlichen Gewässern kann das Bauwerk im Bereich der Überfallkante mit Sieben, Rechen oder Bürsten zum Rückhalt von Grobstoffen ergänzt werden. Aufgrund des fehlenden Beckens eignen sich HE nicht zum Zurückhalten von kontaminiertem Wasser.

© by FKS: 04/2014

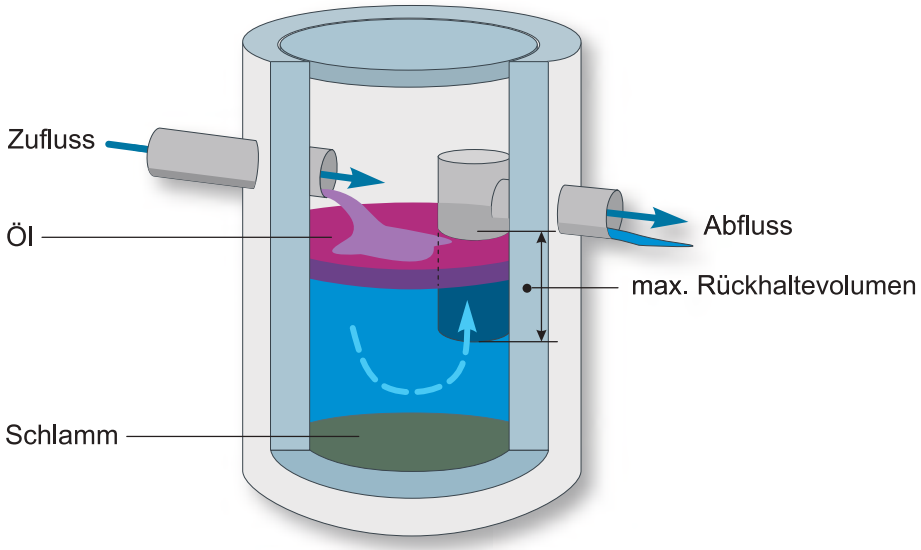
2.19.5 | Ölabscheidersysteme

Ölabscheider (Leichtstoffabscheider) existieren in verschiedenen Formen und Grössen, mit unterschiedlichen Ausstattungsvarianten. Ihre Aufgabe besteht darin, auf Wasser aufschwimmende Flüssigkeiten (z.B. Diesel, Benzin, Heizöl oder Mineralöl) zurückzuhalten. Sie werden häufig auf entsprechenden Umschlagplätzen, besonderen Industriearealen sowie auf Autobahnen eingesetzt. Je nach Anlage können Sensoren zur Warnung vor Überschreitung des Abscheidevolumens eingebaut sein. Im Einsatz sind Ölabscheidersysteme auf ihre einwandfreie Funktion zu überprüfen.

- Werden Detergenzien (wie z.B. Seife) oder Emulgatoren in einen Ölabscheider eingeleitet, so ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass dieser seine Funktion verliert. Zuvor dort gespeichertes Öl kann dadurch sogar den Ölabscheider verlassen und in die Umwelt gelangen.

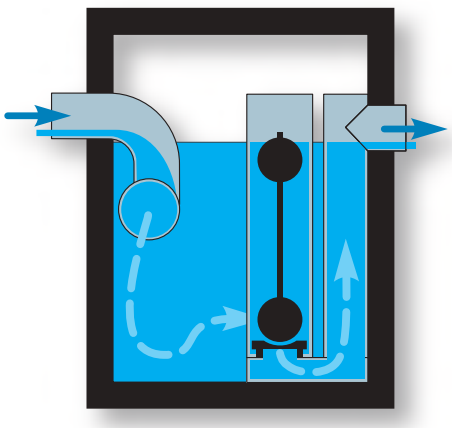
Kleine Ölabscheider

Kleinere Ölabscheider können als simple Schächte mit Siphon oder in moderner Form als Koaleszenzabscheider ausgeführt sein. Oft dienen sie auch als Schlamm- / Schmutzsammler. Sie kommen bei Abstellplätzen, Waschplätzen, Garagen oder gewerblichen Betrieben zum Einsatz und beinhalten eine mechanische Schikane beim Abfluss, die das Öl aufhält.

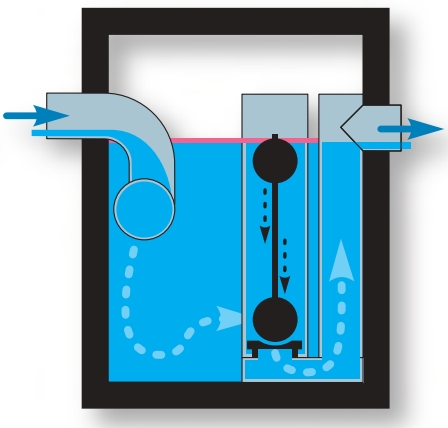


Bei Abstellplätzen, Tankstellen, Ölumschlagplätzen und Raffinerien, wo die Gefahr besteht, dass bei einem Unfall grössere Mengen Öl in die Kanalisation gelangen können, kommen selbstschliessende Ölabscheider in den Einsatz.

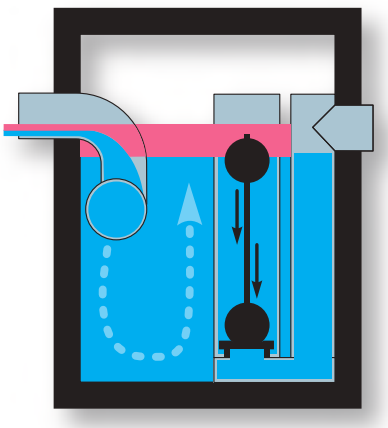
Funktionsweise selbständiger Abschluss



- Tarierter Schwimmer schwebt an der Oberfläche
- Auslauf ist offen



- Öl läuft in den Abscheider und schwimmt an der Oberfläche
- Schwimmer sinkt mit dem Wasser langsam ab



- Schwimmerfuss setzt sich bei einer bestimmten Ölmenge auf den Auslauf
- Auslauf ist zu

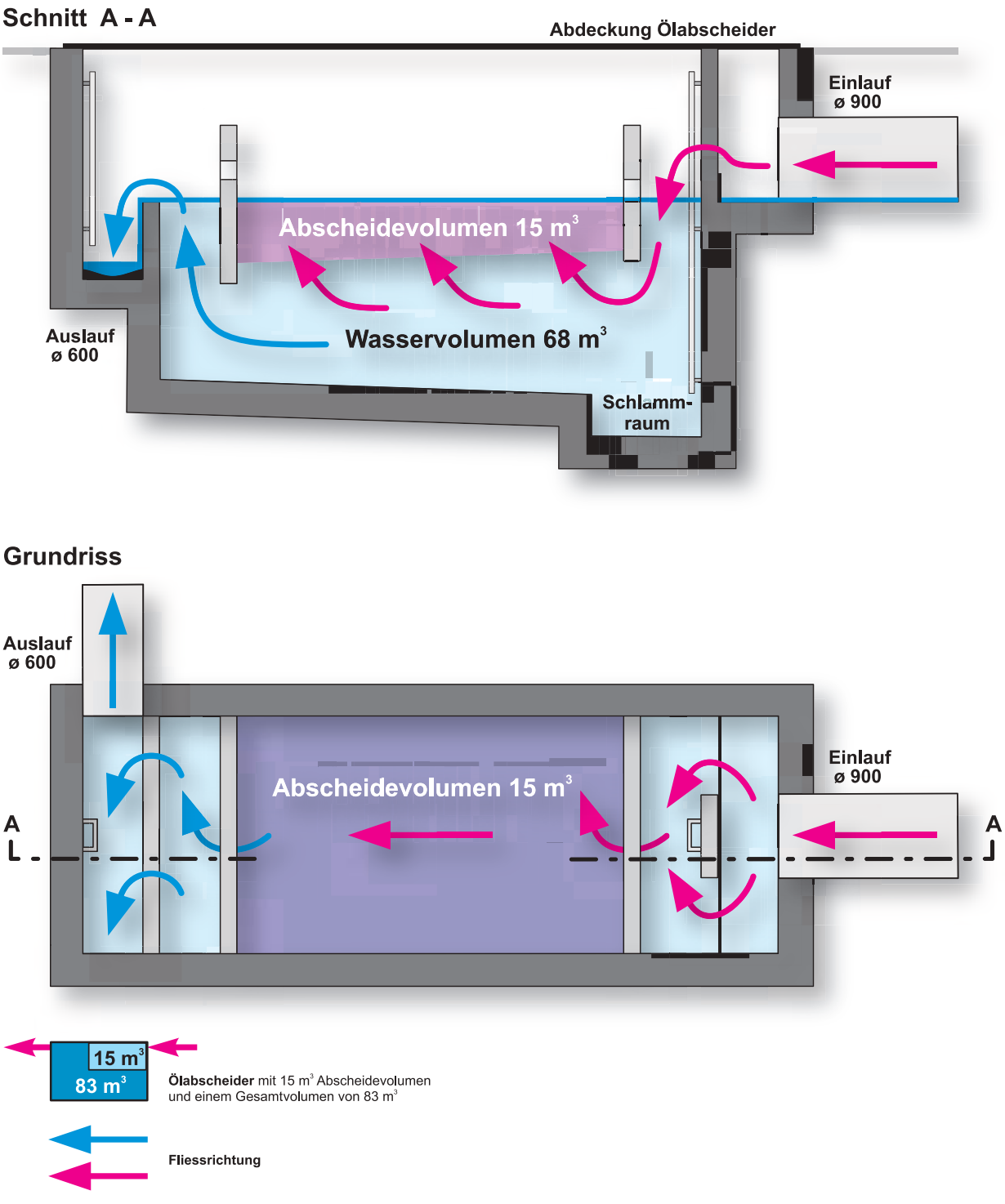
© by FKS: 04/2014

Grosse Ölabscheider

Grössere Ölabscheider in Kanalisations- und Entwässerungssystemen (Autobahn, Tanklager, Grossindustrie) sind meistens als Becken mit mindestens zwei Tauchwänden ausgeführt.

- Verschiedene Konstruktionstypen und Einrichtungen sind möglich (mit / ohne Schieber; mit / ohne zusätzliches Auffang- bzw. Havarievolumen; mit / ohne Ölfühler sowie Steuerung / Fernsteuerung)

Beispiel Ölabscheider (Nationalstrasse)

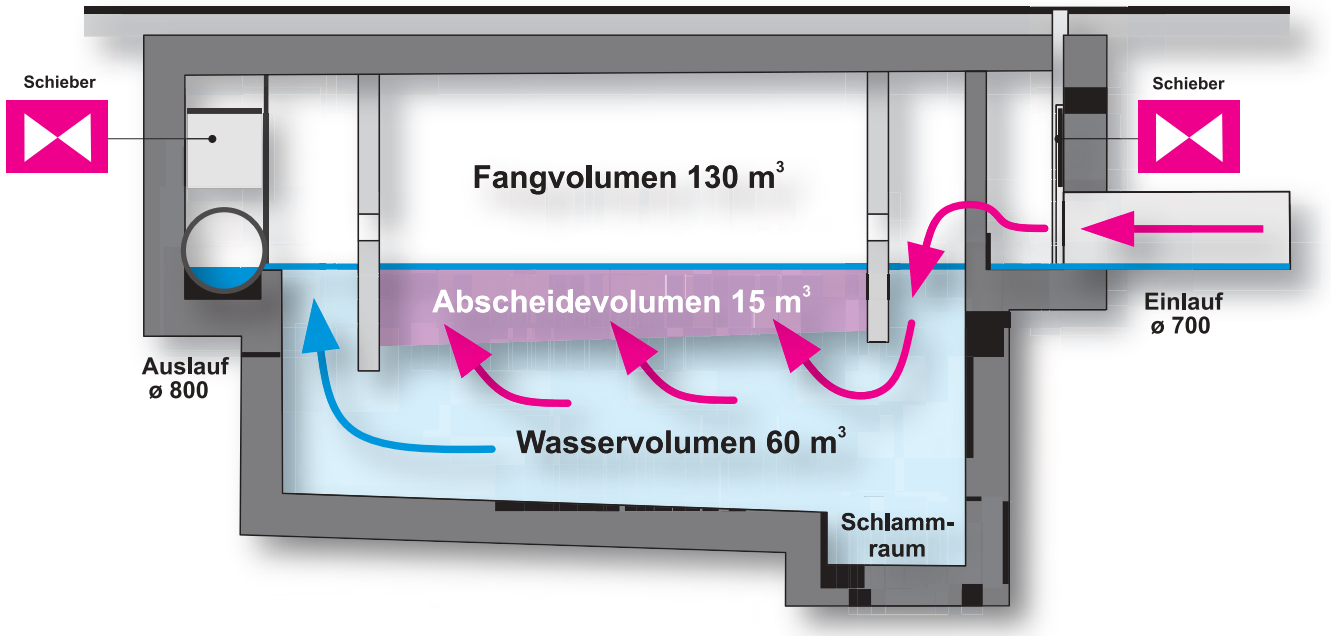


© by FKS: 04/2014

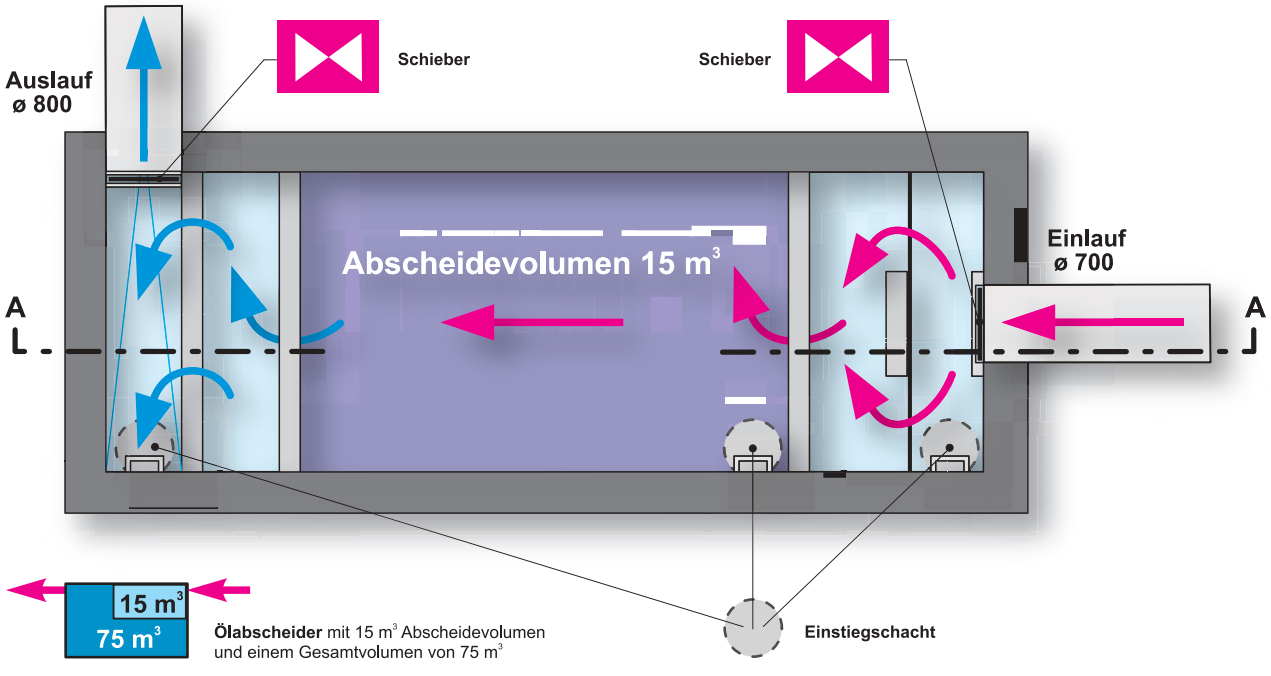
Beispiel geschlossener Ölabscheider (mit Rückhaltebecken)

Geschlossene Ölabscheider verfügen typischerweise über Schieber beim Ein- und Auslauf. Durch das Schliessen des Auslaufschiebers lässt sich, je nach Konstruktionstyp des Ölabscheiders, auch zusätzliches Rückhaltevolumen schaffen (Kombination aus Ölabscheider und Rückhaltebecken).

Schnitt A - A



Grundriss



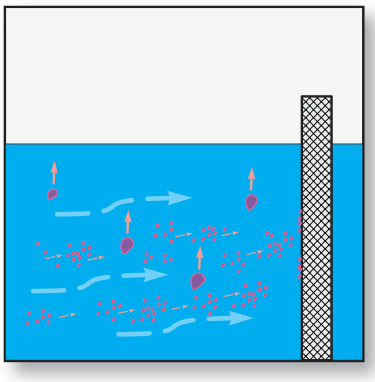
- Ein Rückstau beim Einlauf kann an anderen Stellen zu Überflutungen führen
- In geschlossenen, unterirdischen Becken besteht beim Einlauf von leicht brennbaren Flüssigkeiten rasch Explosionsgefahr. Vorsicht vor Explosionsdruckentlastung über Kanaldeckel. Schächte abdecken; allenfalls Einsatz von explosionsgeschütztem Gebläse zur Entlüftung und/oder von Löschschaum zum Abdecken.

© by FKS: 04/2014

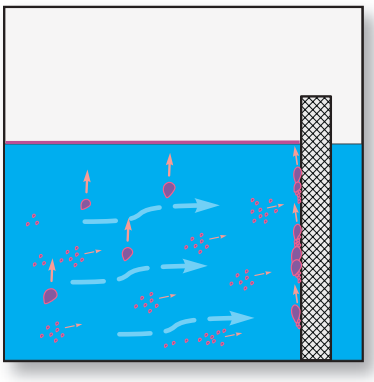
Fachinformationen

Für eine bessere Trennung zwischen Öl und Wasser können die Ölabscheider mit Koaleszenzabscheider ausgerüstet sein.

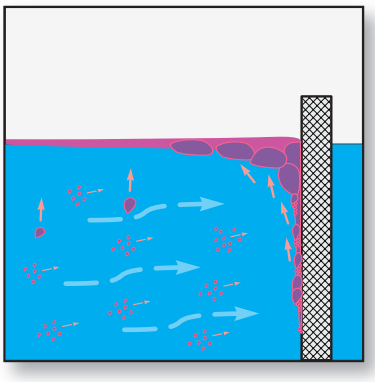
Funktionsweise Koaleszenzfilter



- Koaleszenzfilter sammelt mit der Wasserströmung kleine Öltropfen an



- Öltropfen haften am ölfreundlichen Material des Koaleszenzfilters
- Ölfilm auf dem Filter wird immer grösser



- Filteroberfläche ist mit Öl bedeckt
- Grosse Öltropfen lösen sich und schwimmen an die Wasseroberfläche
- Öl ist jetzt vom Wasser abgeschieden

© by FKS: 04/2014

2.19.6 | Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA)

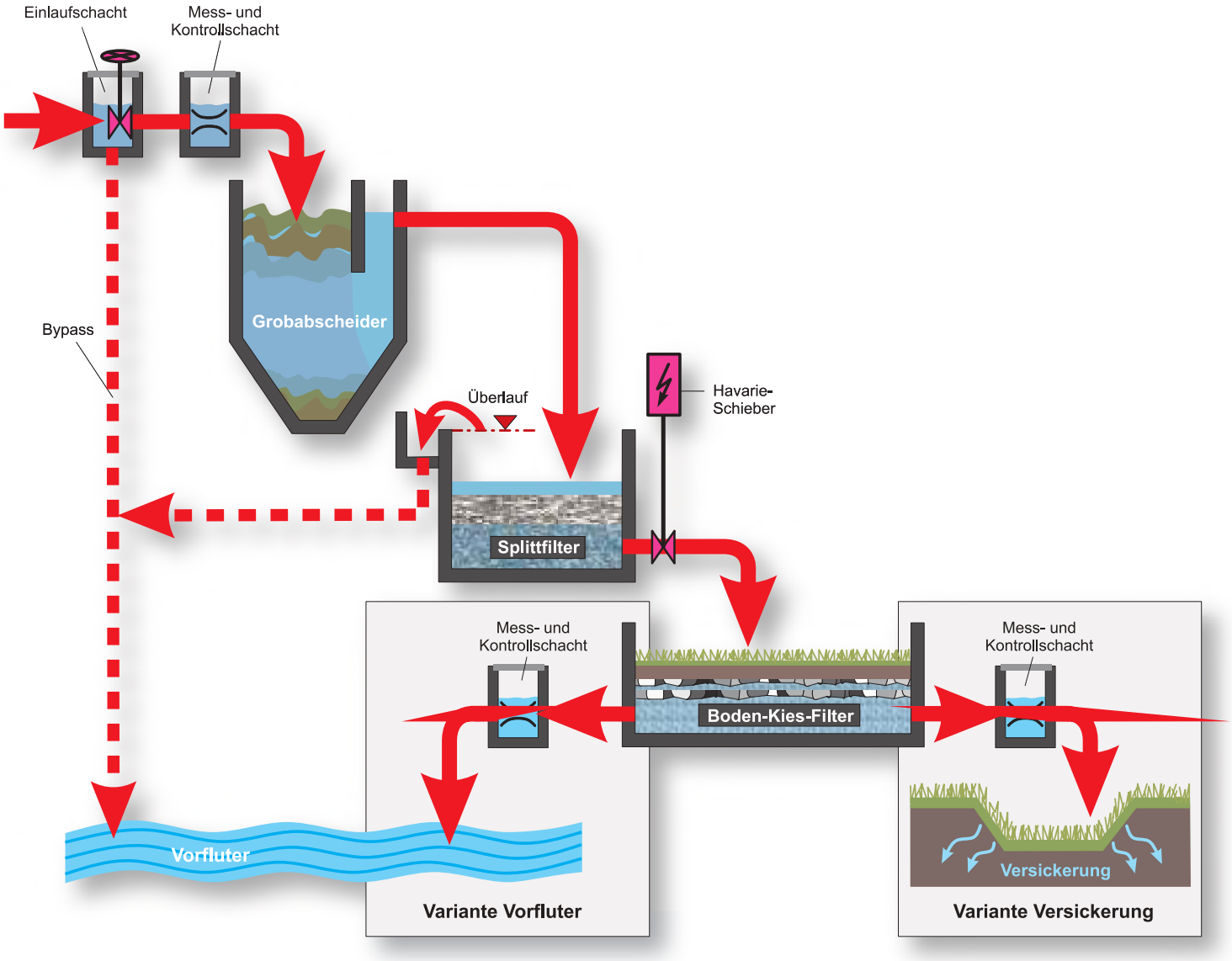
Beim Neubau und bei der Sanierung von stark frequentierten Strassen werden seit Kurzem sogenannte SABAs (Strassenabwasserbehandlungsanlagen), zur Reinigung des Strassenabwassers von Partikeln und Schadstoffen, eingesetzt.

Diese bestehen aus einem Grobabscheider mit Ölrückhaltewirkung sowie anschliessender Vorbehandlung durch ein Absetzbecken oder einen Splittfilter, gefolgt von einer Reinigung mittels Filtration. Für Unterhaltsarbeiten kann eine SABA das Abwasser über den Bypass direkt in den Vorfluter einleiten. Vor der Filterstufe ist ein Schieber oder eine Pumpe eingebaut. Im Havariefall kann so das Havariegut in der SABA zurückgehalten werden (Fernauslösung möglich, falls vorhanden).

- Durch Schliessen des Einlaufschiebers kann im Havariefall das nachströmende, unbelastete Abwasser über den Bypass abgeleitet werden. Damit kann ein Überfüllen der SABA verhindert werden.

- **SABA mit Retentionsfilterbecken**

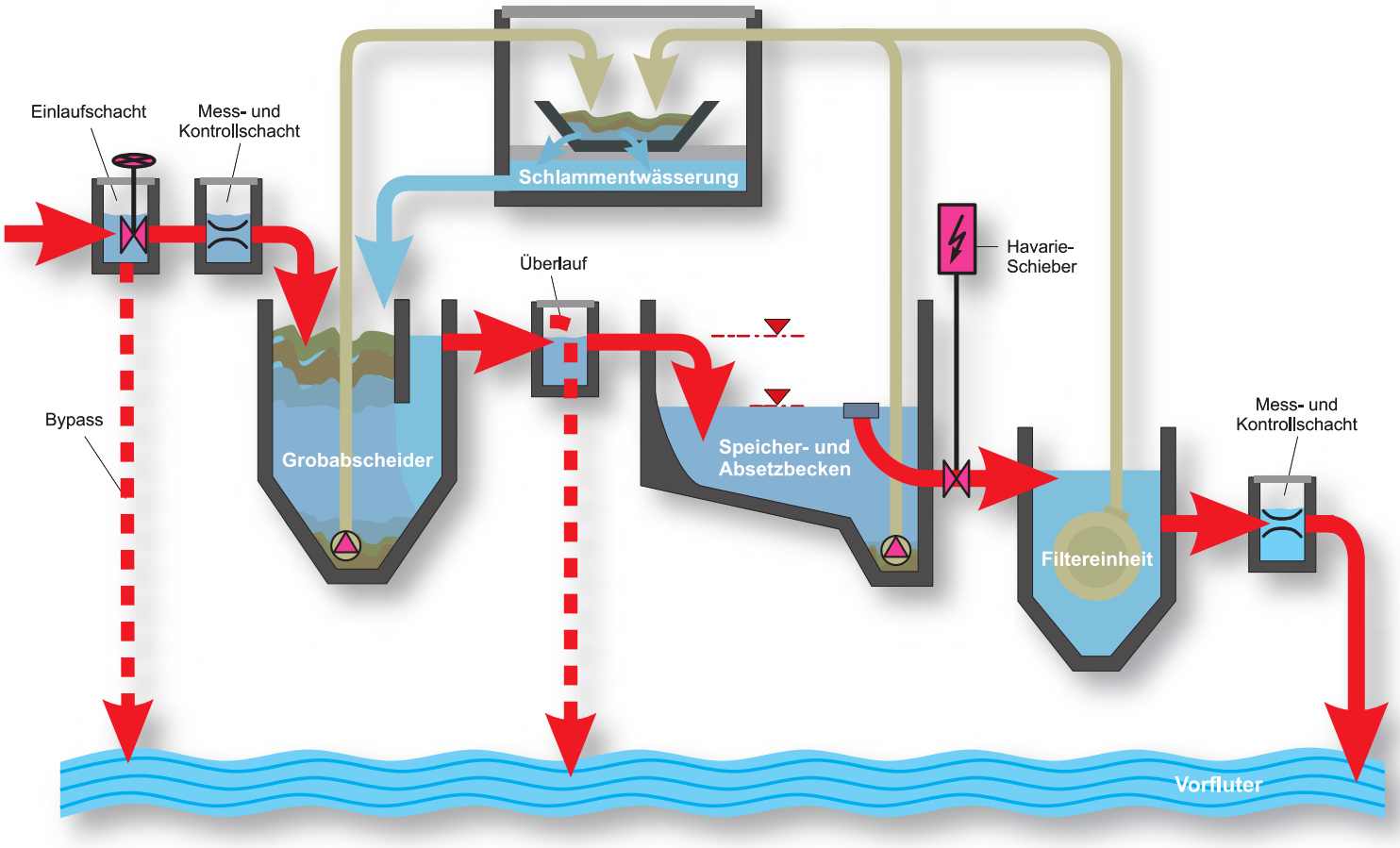
  Diese Variante filtriert das vorgereinigte Abwasser über grosse, offene Retentionsfilterbecken. Dabei handelt es sich um teichförmige, grossflächige Becken, die mit Kies, Sand und bewachsener Erde gefüllt sind. Deren Ablauf führt anschliessend in einen Vorfluter oder wird vor Ort in den Boden versickert.



© by FKS: 04/2014

SABA mit technischer Filteranlage

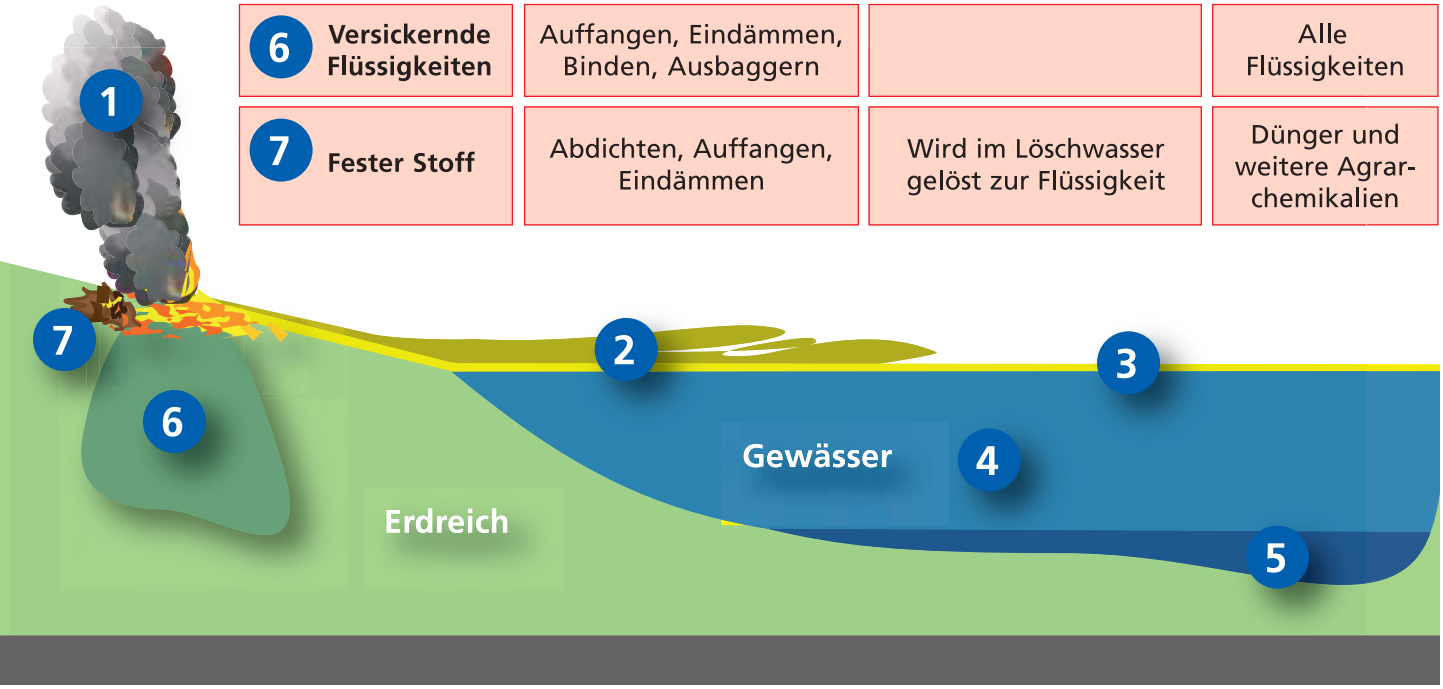
Ist eine Reinigung mittels Retentionsfilterbecken nicht möglich, so kommen SABAs mit technischer Filtration zum Einsatz. Ihre Bauweise und technischen Einrichtungen sind wesentlich komplexer. Insbesondere verfügen diese Anlagen über Filteranlagen, Pumpen und Steuerungen.



© by FKS: 04/2014

2.20 | Stoffverhalten von verschiedenen Aggregatzuständen

Phasen	Mögliche Interventionen	Bemerkungen	Beispiele
1 **Gase Dämpfe Partikel steigend**	Steigen lassen, Lüften, Niederschlagen, brennen lassen	Wann kommt Wolke wieder auf den Boden? Werden Stoffe im Nebel/ Regen angereichert?	Erdgas, Wasserstoff, heisse Brandgase, Ammoniak, Asche
2 **Gase Dämpfe Partikel fallend**	Lüften, Niederschlagen, Gaswaschen, brennen lassen	Evtl. (Licht-)Schächte, Abflüsse etc. abdichten	Propan, Butan, Chlor, Kohlendioxid (CO_2)
3 **Flüssigkeit schwimmt auf Wasser**	Abdichten, Auffangen, Eindämmen, Binden, Umpumpen, Bachsperren, Skimmen, Ausbaggern, => auch für Löschwasser	Schlecht adsorbierbar, wenn eingeschäumt, wird wasserlöslich	Benzin, (Diesel-) Öl, Toluol, Nitroverdünner
4 **Flüssigkeit ist wasserlöslich**	Abdichten, Auffangen, Eindämmen, Binden, Umpumpen, Ausbaggern, auch für Löschwasser	Ölsperre nützt nichts	Ethanol, Methanol, Aceton, Säuren, Laugen
5 **Flüssigkeit sinkt im Wasser**	Abdichten, Auffangen, Eindämmen, Binden, Umpumpen, Ausbaggern, auch für Löschwasser	Starkes Umweltgift, Eintritt in Gewässer/ Kanalisation unter allen Umständen verhindern	Perchlor, Methylenchlorid, Chloroform
6 **Versickernde Flüssigkeiten**	Auffangen, Eindämmen, Binden, Ausbaggern		Alle Flüssigkeiten
7 **Fester Stoff**	Abdichten, Auffangen, Eindämmen	Wird im Löschwasser gelöst zur Flüssigkeit	Dünger und weitere Agrarchemikalien



© by FKS: 04/2014

2.21 | Messen von ABC-Gefahrstoffen

Sobald man vermutet oder weiss, dass ein Gefahrstoff freigesetzt wurde, möchte man gern wissen, was und wie viel freigesetzt wurde sowie ob das Ganze für Mensch und Umwelt gefährlich ist oder nicht. Ein wichtiger Schritt dazu ist das Messen der (vermuteten) freigesetzten Gefahrstoffe. Nicht jede Feuerwehr verfügt über geeignete Messmittel und schon gar nicht für ein grosses Spektrum verschiedenster ABC-Gefahrstoffe. Deshalb ist es meistens vollkommen berechtigt, dies den Spezialisten zu überlassen.

Um vernünftige Messresultate zu erhalten, müssen die Messgeräte korrekt angewendet werden können. Das bedarf einer umfassenden Ausbildung. Noch mehr Ausbildung ist nötig, um die Messresultate korrekt interpretieren zu können. Hier kann die ABC-Fachberatung weiterhelfen.

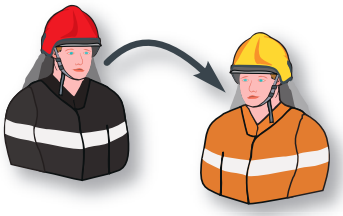
Bei den Einsatzkräften, zumeist bei der Feuerwehr, sind Messgeräte für das Messen von folgenden Stoffen vorhanden:

In der ABC-Wehr findet das Messen in folgenden Bereichen eine Anwendung:

- **Als Teil der Gefahrenerkennung**
  - Triage A / B / C
  - Welche Gefahren sind vorhanden (Gift, Explosion, Strahlung etc.)?
  - Stoffidentifikation bzw. Verifizierung der Gefahrensituation
- **Als Teil der Gefahrenbeurteilung**
  - Festlegung des Schutzgrads für das Einsatzpersonal
  - Messdaten zur Erhebung der Freisetzung, Konzentration und Ausbreitung
    - Beurteilung der Gefährdung und Massnahmen für die Bevölkerung
    - Einfluss auf die Bildung der Zonen
  - Grundlagen für die Beurteilung einer Gewässerverschmutzung
- **Bei der Dekontamination**
  - Kontrolle, ob alle Gefahrstoffe entfernt wurden

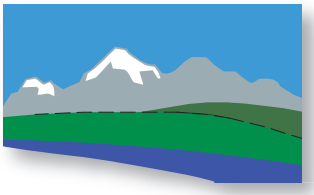
© by FKS: 04/2014

2.21.1 | Messgrundsätze



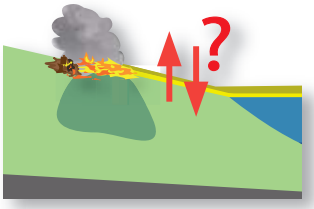
- **Messungen benötigen einen konkreten Auftrag**

- **Windrichtung beachten**



- **Geländeform berücksichtigen (Kanalisation, Vertiefungen etc.)**

- **Messbereich langsam abschreiten**



- **Stoffeigenschaften berücksichtigen (Aggregatzustand? Hoch oder tief messen?)**

- **Immer zu zweit messen**

- **Bei Alarm anhalten und Alarmwert prüfen (welcher Sensor reagiert?)**

- Bei Alarm vom Personendosimeter sofort Rückzug

- **Meldung gesichert an Einsatzleiter (Messwert und Standort)**

- Es wird stets der abgelesene Wert mit der angegebenen Einheit dem Einsatzleiter und/oder der Fachberatung gemeldet. Interpretationen und/oder Umrechnungen von Nichtfachkundigen sind zu unterlassen!

- Elektronische Geräte immer vorgängig ausserhalb der Gefahrenzone einschalten und Betriebsbereitschaft abwarten

© by FKS: 04/2014

2.22 | ABC-Terror

In der ersten Einsatzphase wird es kaum möglich sein, zweifelsfrei festzustellen, ob ein terroristischer Anschlag vorliegt. Deshalb ist eine Sensibilisierung der Einsatzkräfte für ungewöhnliche Situationen mit einem möglichen terroristischen Hintergrund (vorsätzliche Freisetzung, Anschlag) notwendig.

Erkennen

- Explosion mit unklarer Situation (keine Bagatelle / Pyrotechnik)
- Ungewöhnliche Situation, unübliche Anordnungen von Fahrzeugen und Gegenständen, bizarres Schadenausmass
- Zeitnahes Auftreten gleicher Ereignisse an verschiedenen Orten
- Plötzliches Auftreten zahlreicher Betroffener, insbesondere mit gleichen Beschwerden
- Plötzliche Massenfluchtbewegung, ohne sofort ersichtlichen Grund
- Ungewöhnliche Gerüche, Austritt von Pulver, Flüssigkeit, Nebel, Gaswolke, ungewöhnliche Geräusche, die man am Ereignisort nicht erwarten würde
- Verdächtige Objekte; verdächtiges Verhalten von Personen; Bekennermitteilung

Besondere Hinweise bei Explosionen

- Absperrung bei Explosion:
  - Mindestens 100 m (Gefahrenzone)
  - Mindestens 500 m (Sperrzone)
- Trümmer nie berühren!
- Verletzte rasch retten / aus der Gefahrenzone bringen!
- Deckung nutzen!
- Sprengstoffspezialisten der Polizei beiziehen

- Es sind am gleichen Ereignisort weitere Anschläge nicht auszuschliessen

Unterschiede zwischen A-, B- und C-Anschlägen

Messgrösse	Radiologischer Anschlag	Biologischer Anschlag	Chemischer Anschlag
Patientenzahl	Anzahl Betroffene, je nach Freisetzungsart; Langzeitschäden nur bei wenigen Personen zu erwarten	Anzahl Erkrankter steigt stetig	Rasch viele Verletzte
Symptome	Variieren im Laufe der Zeit (Stunden, Tage, Wochen)	Variieren im Laufe der Zeit (Stunden, Tage)	Ähnliche Symptome, gleichzeitig auftretend
Lokalisation	Geografisch limitiert, evtl. Kontaminationen	Verbreitung, sekundäre Erkrankungsherde	Einmalig, geografisch limitiert

- Spurenschutz beachten
- Weitere Informationen befinden sich in den entsprechenden Spezialkapiteln „Kriminelles / Terroristisches Ereignis“ (Punkt 3.5 A-Wehr, Punkt 4.5 B-Wehr, Punkt 5.5 C-Wehr)
- Das Labor Spiez kann unter der Nummer 033 228 14 01 die kantonale Fachberatung rund um die Uhr beraten

© by FKS: 04/2014

2.23 | Einsatzpläne

Brandschutz- und Feuerwehreinsatzplanung (BS-FW-EPL)

Um einen gezielten Einsatz der Feuerwehr in einem Betrieb mit ABC-Gefahrstoffen sicherzustellen, ist eine zuverlässige Einsatzplanung unumgänglich. Ein Feuerwehreinsatzplan enthält alle notwendigen Angaben, die für eine rasche Orientierung am und im Objekt notwendig sind. Durch Aussagen über die bauliche Beschaffenheit, Gefahrenpunkte und Schutzeinrichtungen wird eine genauere Lagebeurteilung ermöglicht. Feuerwehreinsatzpläne sind vom Betreiber, in Rücksprache mit der Feuerwehr, anzufertigen. Sie werden im Format A4 oder A3 erstellt und müssen mit einem Raster versehen sein, mit dessen Hilfe Entfernungen erkannt werden können. Ein Nordpfeil muss die kartografische Richtung erkennen lassen.

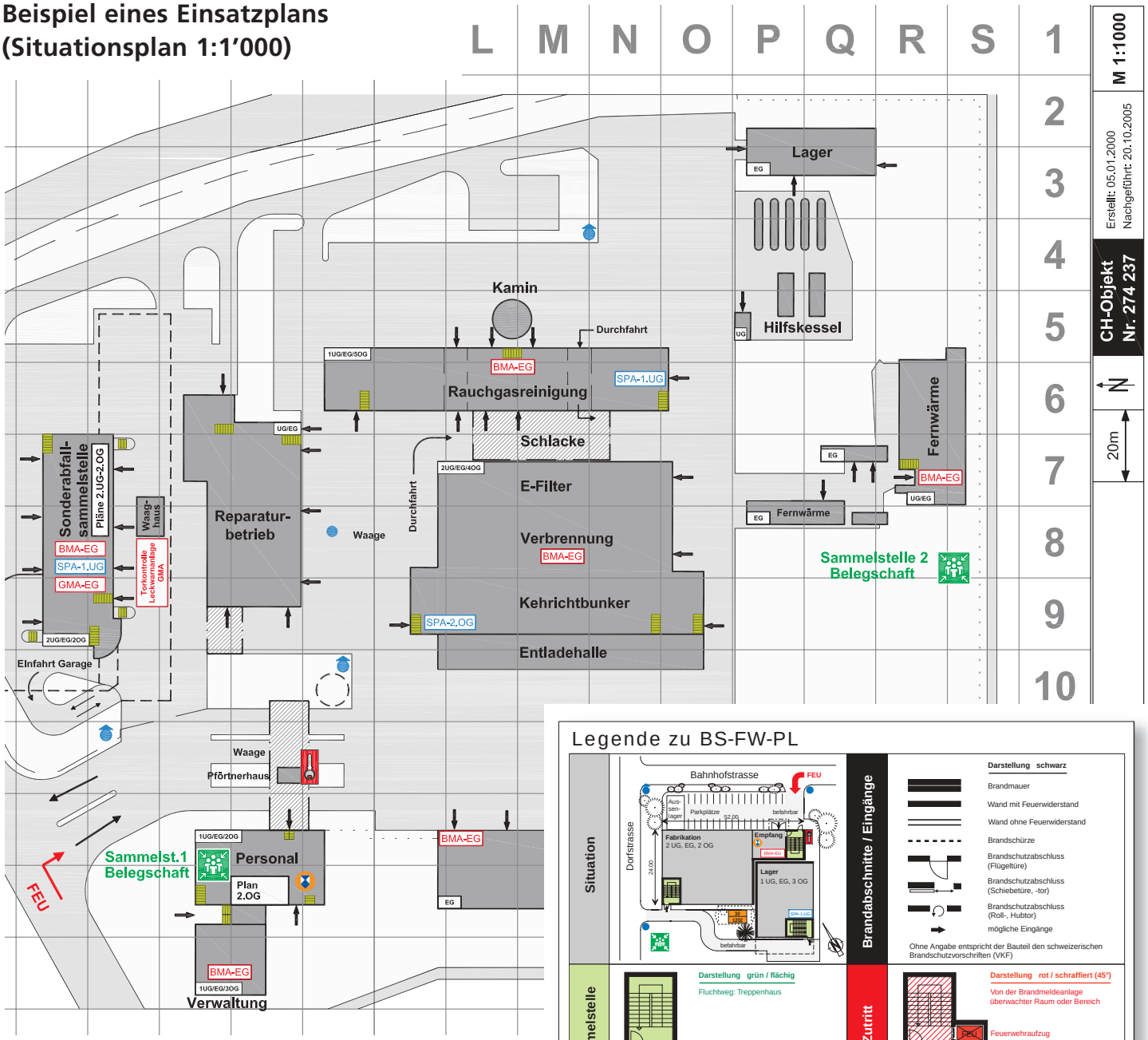
Feuerwehreinsatzpläne enthalten:

- Hinweise auf Löscheinrichtungen, Löschmittel, Löschanlagen, Wasserversorgung und Löschwasserrückhalteanlagen
- Anzahl und Bezeichnung der Stockwerke
- Standorte von gelagertem Gefahrgut
- Bedienstellen von Brandschutzanlagen sowie betriebstechnischen Anlagen
- Erreichbarkeit von Ansprechpersonen und Entscheidungsbefugten
- Zufahrtswege, Flucht- und Evakuierungspläne, Aufstellungs- und Bereitschaftsräume
- Besondere Angriffs- und Rettungswege; nicht begehbare Flächen
- Kritische Anlagen, Stoffe und Zustände, Inventar- und Lagerlisten
- Feuerwehraufzüge und sonstige Aufzüge sowie Treppen
- Spezielle Einsatztaktik und erforderliche Schutzmassnahmen für eigene Kräfte und Betroffene (z.B. bei A-Wehr Gefahrengruppe I und II)
- Angaben zur Löschwasserreserve
- Absperrmassnahmen

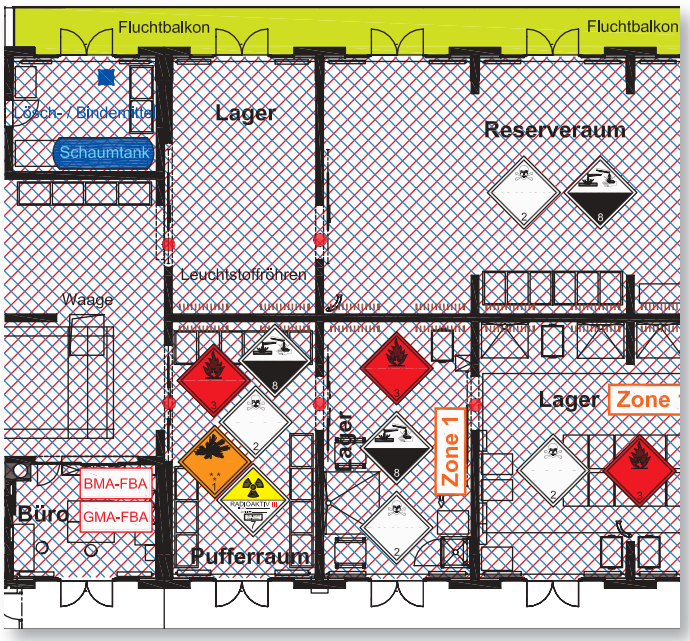
- Für Störfallbetriebe besteht die Pflicht, Einsatzpläne zu erstellen
- Einsatzpläne müssen immer aktuell gehalten und in Übungen laufend überprüft werden

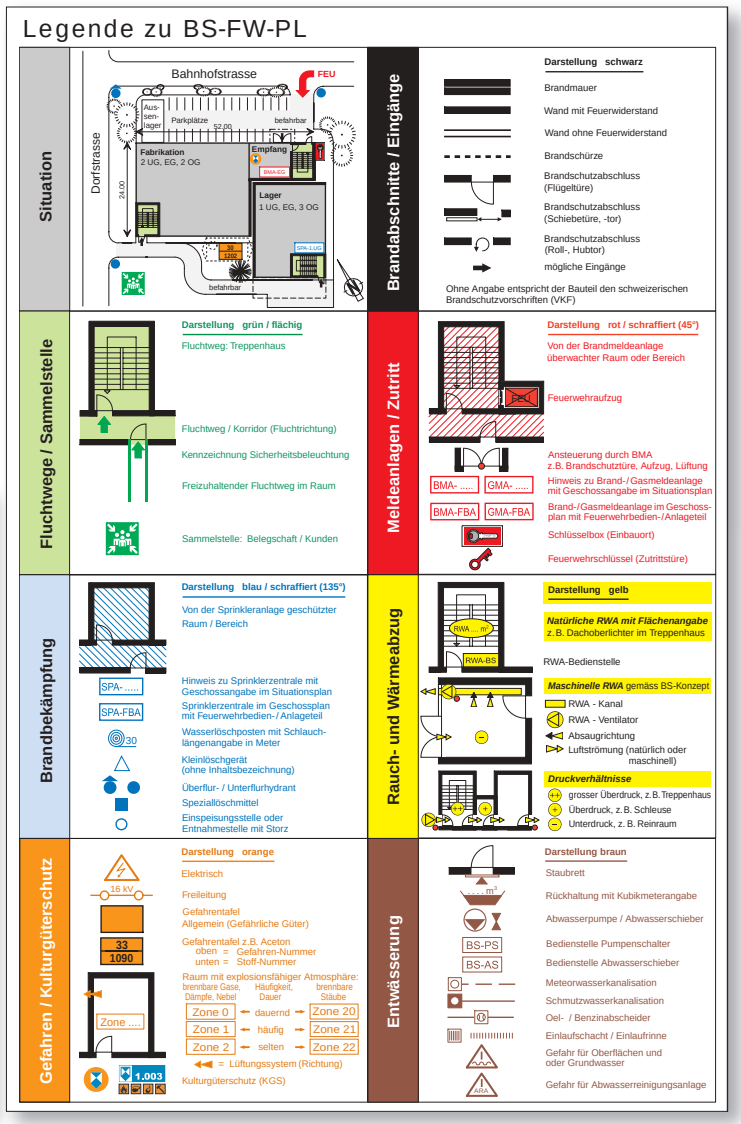
© by FKS: 04/2014

Beispiel eines Einsatzplans (Situationsplan 1:1'000)



(Grundrissplan 1:200)





© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Notizen

© by FKS: 04/2014

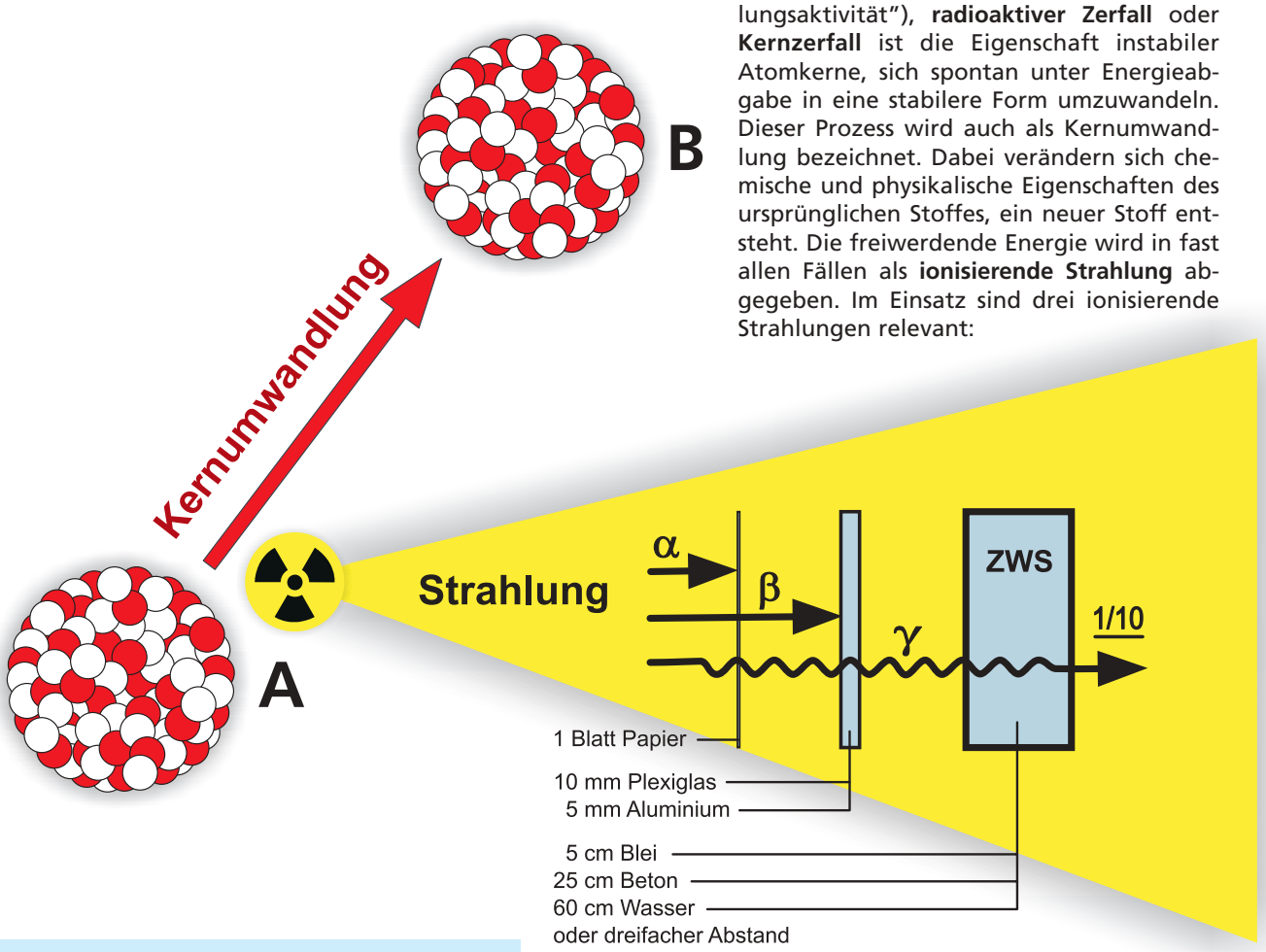
3 | A-Wehr

3.1 | Grundsätzliches

Ein reiner Strahlenschutzeinsatz der Feuerwehr, wie er sich beispielweise bei Unfällen in radiologischen Abteilungen eines Krankenhauses, in der Industrie, in einem Labor oder bei Schweissnahtprüfungen ereignen kann, ist relativ selten. Solche Ereignisse lassen sich in der Regel durch betriebliche Fachkräfte und ohne Beizug der Feuerwehr beherrschen.

Ein Feuerwehreinsatz wird vor allem dann notwendig, wenn eine zusätzliche Gefährdung hinzukommt wie z.B. Personenrettung, ein Brand, eine Überflutung, ein Verkehrsunfall oder ein Einsturz. Bei einem solchen Notfalleinsatz kann die Strahlengefahr den Einsatzschwerpunkt bilden, muss aber nicht. Der Schwerpunkt kann beispielweise auch der Brand sein.

3.1.1 | Radioaktivität und Strahlungsarten



Radioaktivität (von lat. radius, Strahl „Strahlungsaktivität"), **radioaktiver Zerfall** oder **Kernzerfall** ist die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan unter Energieabgabe in eine stabilere Form umzuwandeln. Dieser Prozess wird auch als Kernumwandlung bezeichnet. Dabei verändern sich chemische und physikalische Eigenschaften des ursprünglichen Stoffes, ein neuer Stoff entsteht. Die freiwerdende Energie wird in fast allen Fällen als **ionisierende Strahlung** abgegeben. Im Einsatz sind drei ionisierende Strahlungen relevant:

- **Alpha-Strahlung** — Hierbei wird ein Heliumkern freigesetzt
- **Beta-Strahlung** — Elektronen, die beim Zerfall aus dem Atomkern abgegeben werden
- **Gamma-Strahlung / Röntgenstrahlung** — Unsichtbares, energiereiches Lichtteilchen (Photon), das aus dem Kern abgegeben wird

ZWS ist die Zehntelwertsschicht, d.h. nach dieser Schicht entspricht die Dosisleistung noch einem Zehntel der Dosisleistung vor dieser Schicht.

Der Abstand ist im Strahlenschutz besonders wichtig, da bereits Luft und Wasser eine gute Abschirmung bieten können:

Strahlenart	Reichweite in Luft	im Wasser
α „alpha"	0,3 - 10,6 cm	4 - 100 µm
β „beta"	0,1 - 9,1 m	0,2 - 14 mm
γ „gamma"	15 - 445 m 1/10	14 - 70 cm 1/10

© by FKS: 04/2014

Aktivität

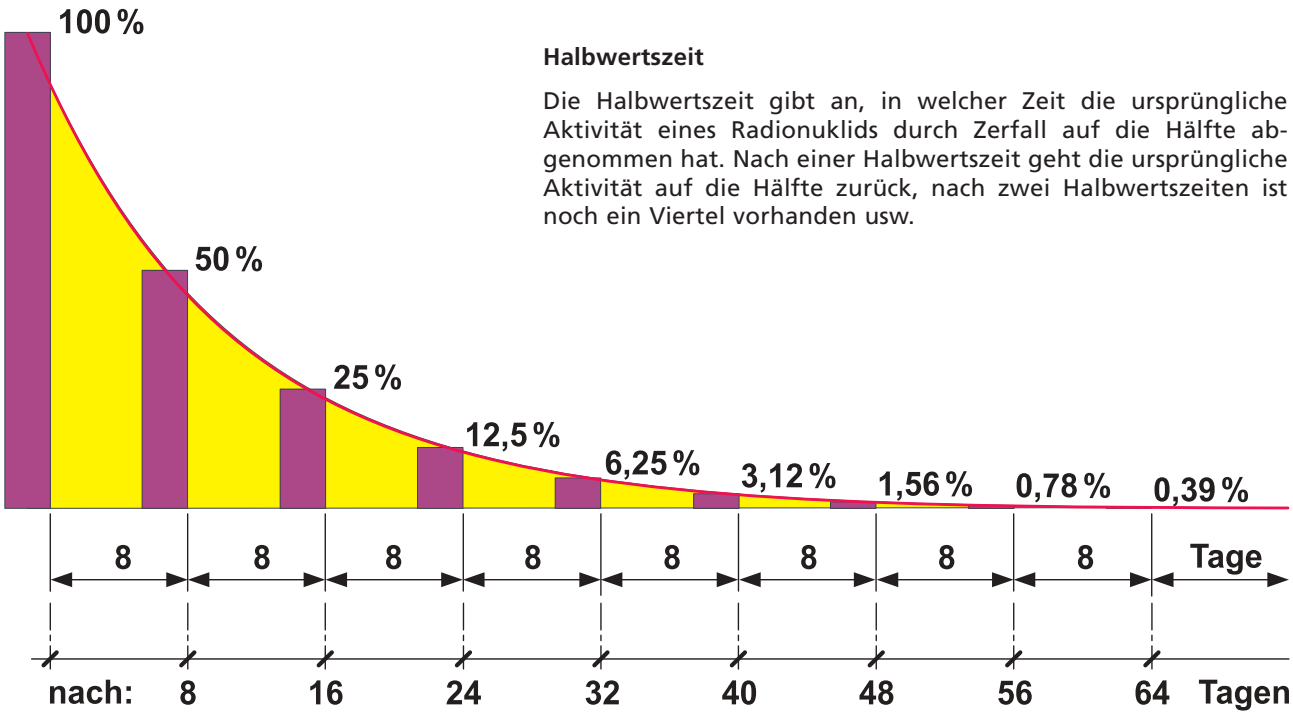
Die Aktivität gibt an, wie viele Atomkerne pro Zeiteinheit zerfallen und dabei ionisierende Strahlung aussenden. Die Masseinheit für die Aktivität (A) ist das Becquerel (Bq). Dieses entspricht einem Zerfall pro Sekunde (s).

In vielen Fällen ist die Angabe einer spezifischen Aktivität, d.h. Aktivität pro Masse (z.B. Bq/kg), oder einer Aktivitätskonzentration, d.h. Aktivität pro Volumen (z.B. Bq/m^3), wichtig.

$$\text{Aktivität} = \frac{\text{Zerfälle}}{\text{Zeiteinheit}}$$

1 Becquerel (Bq) = 1 Zerfall / s

Das Becquerel ersetzt die frühere Einheit Curie (Ci)
1 Ci = 3,7 x 10^{10} Bq



Halbwertszeit

Die Halbwertszeit gibt an, in welcher Zeit die ursprüngliche Aktivität eines Radionuklids durch Zerfall auf die Hälfte abgenommen hat. Nach einer Halbwertszeit geht die ursprüngliche Aktivität auf die Hälfte zurück, nach zwei Halbwertszeiten ist noch ein Viertel vorhanden usw.

Beispiel (oben): Abnahme der Aktivität von **Iod-131** mit Halbwertszeit von **8 Tagen**

- Nach zehn Halbwertszeiten beträgt die Aktivität einer radioaktiven Substanz nur noch etwa 1/1'000 des Anfangswertes. Die Halbwertszeit kann, je nach Radionuklid, nur wenige Stunden (z.B. Technetium-99m) bis zu mehreren Milliarden Jahren (z.B. Uran-238) betragen.

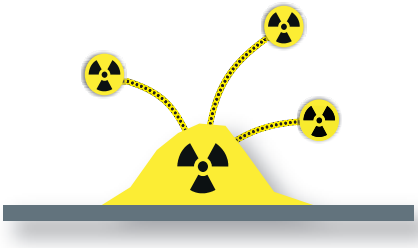
  Insbesondere für die Dekontamination spielt die Halbwertszeit eine wichtige Rolle.

© by FKS: 04/2014

Strahlenquellen

Geschlossene Quelle

- Strahlengefahr



Offene Quelle

- Strahlengefahr
- Kontaminationsgefahr
- Inkorporationsgefahr

Dosisleistung und Dosis

Die **Dosis** ist das Mass für die Beurteilung des gesundheitlichen Risikos durch ionisierende Strahlung.

Die Dosiseinheit ist das Sievert (Sv): **1 Sv = 1 J / 1 kg Körpermasse**

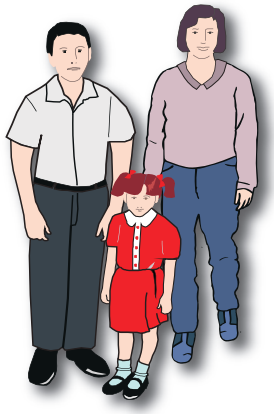
Dosisleistung x Zeitdauer = Dosis

Vergleich

- Die Dosis nimmt linear mit der Aufenthaltszeit zu (doppelte Dosis, bei doppelter Aufenthaltszeit)

© by FKS: 04/2014

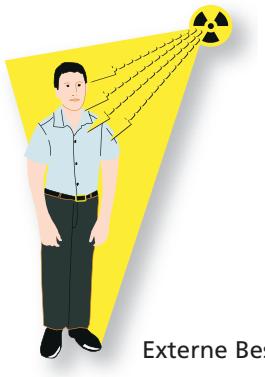
Gesetzliche Dosisgrenzwerte

Personengruppe:	Zulässige max. Zusatzdosis zur durchschnittlichen mittleren, jährlichen Dosis (6 mSv):
	■ Bevölkerung + 1 mSv
	■ Beruflich strahlenexponierte Personen + 20 mSv
	■ Verpflichtete Personen + 50 mSv (Schutz von Sachwerten) + 250 mSv (Rettung von Menschenleben)

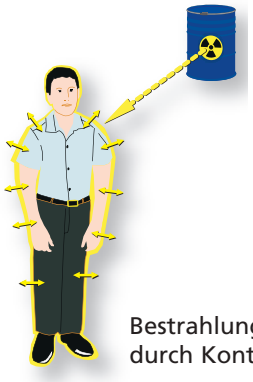
© by FKS: 04/2014

3.1.2 | Wirkung auf den Menschen

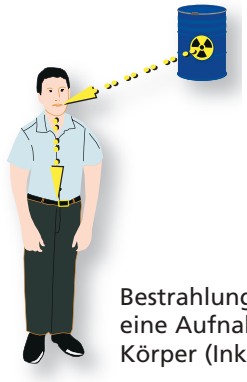
Radioaktive Stoffe können auf folgende Arten auf den Menschen einwirken:



Externe Bestrahlung



Bestrahlung
durch Kontamination



Bestrahlung durch
eine Aufnahme in den
Körper (Inkorporation)

Die ionisierende Strahlung verursacht auf die umliegende Materie eine Ionisation. Dies ist ein Vorgang, bei dem aus einem Atom oder Molekül ein oder mehrere Elektronen entfernt werden, sodass das Atom oder Molekül als positiv geladenes Ion zurückbleibt. Diese Ionen gehen neue – teils schädliche – Bindungen ein.

Neben der ionisierenden Strahlung gibt es auch die nicht ionisierende Strahlung, wie beispielweise elektromagnetische Strahlung durch Funkwellen (Handy, Funkstationen) oder Hochspannungsleitungen.

Im menschlichen Körper können diese Ionen zwei Arten von Schäden verursachen:

- **Sichtbare Schäden** (deterministische Schäden) können ab 250 mSv als Veränderungen im Blutbild nachgewiesen werden. Ab ca. 7'000 mSv Ganzkörperbestrahlung ist ein Überleben kaum möglich.
- **Unsichtbare Schäden** (stochastische Effekte) beschreiben die Wahrscheinlichkeit, tödlich an Krebs zu erkranken. Nachgewiesen steigt bei 250 mSv das Krebsrisiko um zusätzlich 1%.

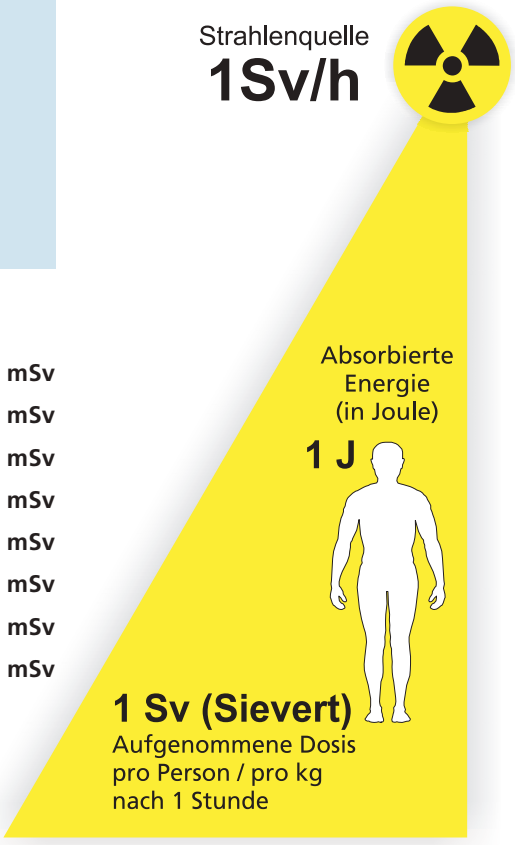
Ungeborenes Leben ist besonders empfindlich auf ionisierende Strahlung (Beeinträchtigung ab einer Zusatzdosis von 1 - 10 mSv möglich).

Die Dosis beschreibt die deponierte Energie pro Masse. Beim Menschen wird dabei die Einheit Sievert verwendet.

- Eine Quelle strahlt in Sievert pro Stunde (Dosisleistung, Sv/h). Die über eine bestimmte Zeit aufgenommene Strahlung (Dosis) wird nur in Sievert angegeben.
- 1 Sievert = 1 J / 1 kg Körpermasse während einer Stunde
- 1 Sievert (Sv) = 1'000 Millisievert (mSv)

Beispiele von Belastungen und biologischen Auswirkungen:

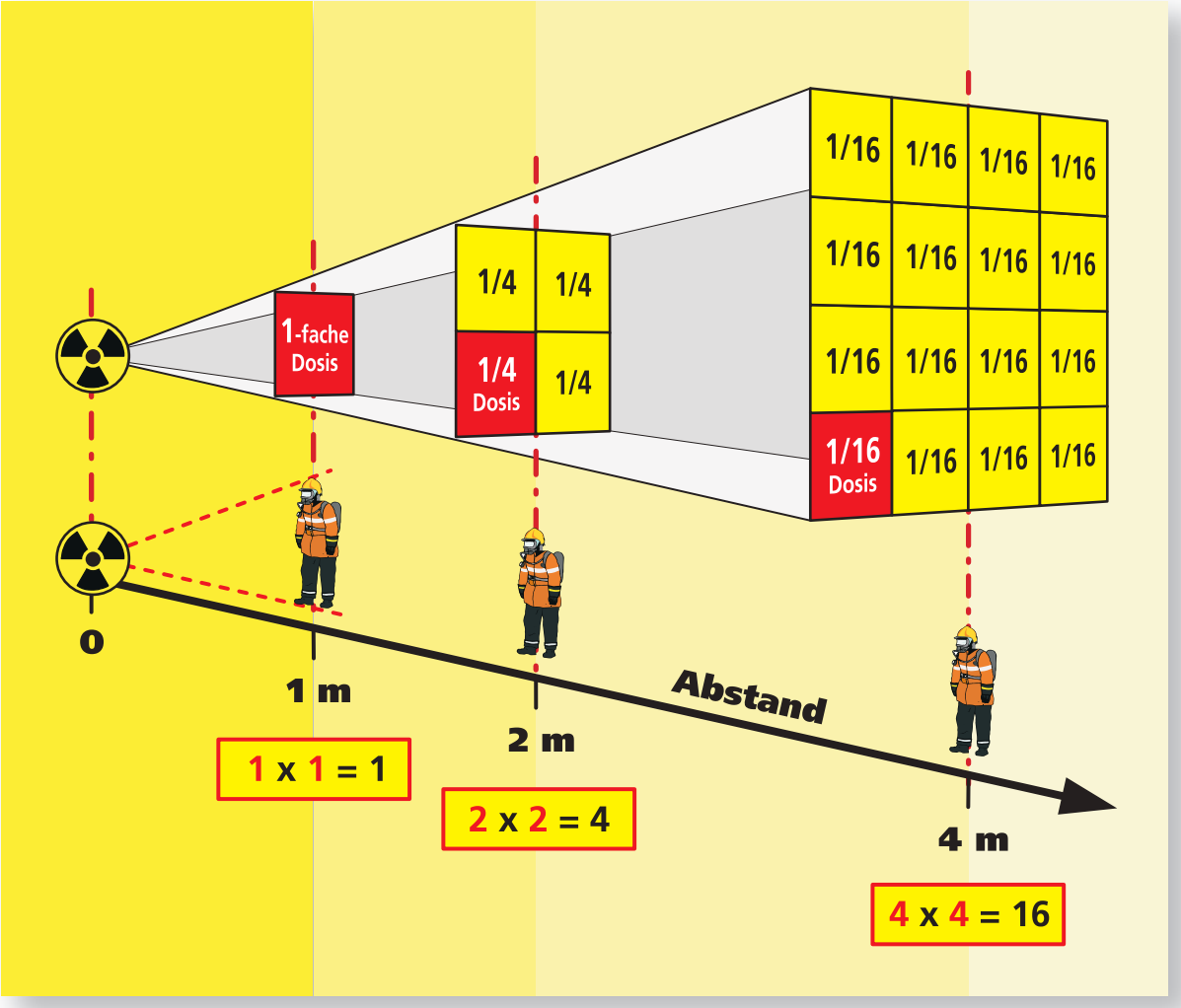
Mittlere jährliche Dosisbelastung in der Schweiz		**6 mSv**
Jahresdosis durch natürliche Strahlung (Kerala, Indien)		**20 mSv**
Max. Jahresdosis durch natürliche Strahlung (Brasilien)		**120 mSv**
Schwelle für das Auslösen der Strahlenkrankheit		**1'000 mSv**
Schwellendosis für Strahlenreaktion der Haut		**2'000 mSv**
Sterilität nach Bestrahlung der Keimdrüsen	Frau	**2'500 mSv**
	Mann	**3'500 mSv**
50 % Sterblichkeit nach Ganzkörperbestrahlung		**4'000 mSv**

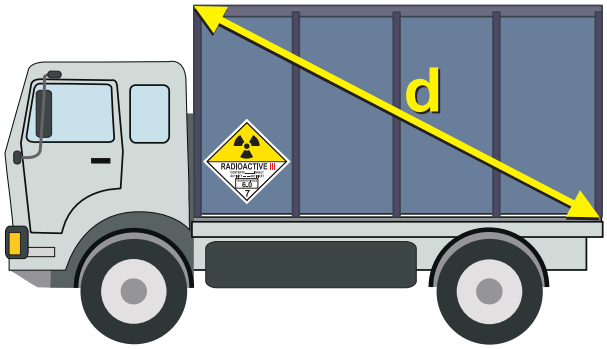


© by FKS: 04/2014

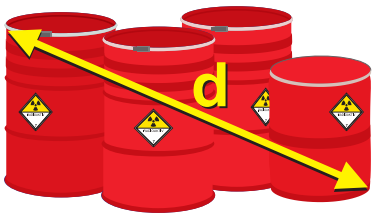
3.1.3 | Quadratisches Abstandsgesetz

- Die Dosisleistung nimmt bei **doppeltem Abstand** von der Quelle **4-mal ab**, bei **halbem Abstand** von der Quelle **4-mal zu**.





Beispiel von grossflächigen Quellen:



- Das Quadratische Abstandsgesetz funktioniert nur bei Punktquellen, bei grossflächigen Quellen muss der Abstand grösser als 5-mal die Diagonale (**d**) sein, damit das Abstandsgesetz funktioniert!

© by FKS: 04/2014

3.1.4 | Zuständigkeiten im Strahlenschutz

Erhöhte Radioaktivität

Die rechtliche Zuständigkeit liegt bei A-Ereignissen immer beim Bund. Je nach Ausmass eines solchen Ereignisses bzw. Gefährdung, werden die Notfallorganisationen, andere Stellen oder verpflichtete Personen auf Stufe Bund, Kanton oder auch Gemeinde zum Einsatz kommen.

	Radiologisches Ereignis	Einsatzverantwortung bei
Kleinereignisse	Transportunfall mit radioaktivem Material	Kanton
	Betriebsunfall mit radioaktivem Material	Kanton
	Unsachgemässer Umgang mit radioaktivem Material	Kanton
	Verlust von radioaktivem Material / radioaktiven Quellen	Kanton
	Illegaler Handel mit radioaktivem Material	Bund
Ausserordentliche Ereignisse	Satellitenabsturz (mit Quellen als Energieantrieb)	Bund + Kanton
	Kernkraftwerkunfall im In- und Ausland	Bund + Kanton
	Explosion von A-Waffen (beabsichtigt oder unbeabsichtigt)	Bund + Kanton
	Nuklear-Terror / Erpressung	Bund + Kanton

Bei ausserordentlichen Ereignissen von nationaler Tragweite wird der Bundesstab ABCN für die Koordination einberufen. Der Bundesstab ABCN setzt sich zusammen aus den Direktoren oder Direktorinnen der betroffenen Bundesämter wie auch z.B. dem Chef oder der Chefin des Führungsstabs der Armee.

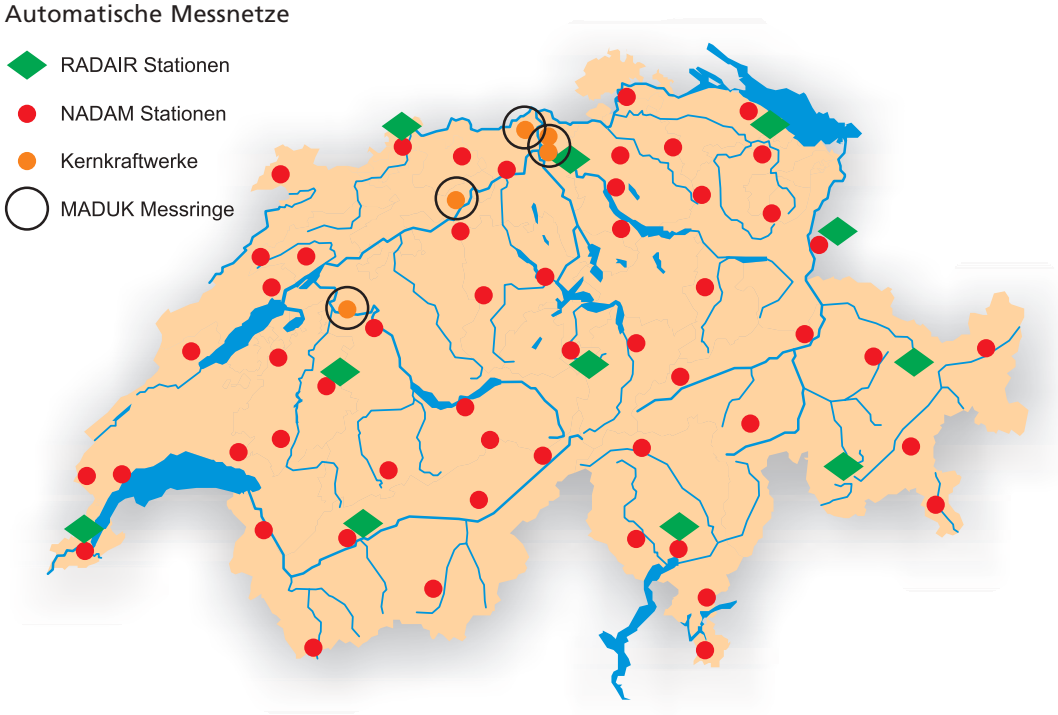
- Jedes A-Ereignis muss in der Schweiz der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) gemeldet werden

- Die NAZ bietet fachliche Unterstützung und stellt weiteres Fachpersonal wie z.B. das Bundespikett zur Verfügung
- Die NAZ informiert die zuständige Aufsichtsbehörde

© by FKS: 04/2014

Probenahmen- und Messorganisation

Automatische Messnetze



RADAIR
Messung der Luftaktivität.

NADAM
Messung der Ortsdosisleistung.

MADUK
Messstellen im Umkreis der Schweizer Atomkraftwerke (Ortsdosisleistung).

Bei Überschreitung von vordefinierten Messwerten wird in der NAZ Alarm ausgelöst.
Im Ereignisfall kann die NAZ ihre Überwachung mit folgenden mobilen Messungen ergänzen:

- dem Netz der Atomwarnposten
- mobilen Messequipen mit Messwagen und Armeehelikoptern
- Messequipen der ABC-Abwehr der Armee
- Messlaboratorien zur Feststellung der Kontamination, insbesondere von Lebens- und Futtermitteln sowie von Trink- und Tränkewasser
- Strahlenwehrstützpunkten

Aufsichts- und Bewilligungsbehörden

Nicht immer ist die gleiche Behörde zuständig für Bewilligungen resp. für die Aufsicht.
Die unten stehende Tabelle gibt hierzu eine Übersicht:

Betrieb	Bewilligungsbehörde	Aufsichtsbehörde
Spitäler und Universitäten	BAG	BAG
Transport nicht spaltbar / spaltbar	BAG, BFE, ENSI	ENSI / Suva / BAG (Aufsicht / Strahlenschutz) und Kapo (ADR / Kontrollen)
Industrie	BAG	Suva
Kernanlagen	BFE, ENSI	ENSI

BAG: Bundesamt für Gesundheit
BFE: Bundesamt für Energie
ENSI: Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
Suva: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

■ Nur die Aufsichtsbehörde kann im Einsatz Zonen aufheben

© by FKS: 04/2014

3.2 | Persönliche A-Schutzausrüstung

Ein Einsatz in der kompletten Brandschutzausrüstung, inkl. Umluft unabhängiger Atemschutz, schützt sehr gut vor α- und β-Strahlen.

Eine Schutzausrüstung für γ-Strahlung ist technisch nicht möglich (z.B. Bleikleider). Hier sind der Abstand, die Aufenthaltszeit und das Ausnutzen der Deckungsmöglichkeiten (Abschirmung) besonders wichtig.

Brand oder Crash-Rettung → siehe Kapitel 2.5.1

Übrige A-Einsätze

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
oder	oder	■ **Atemschutz** Atemschutz (PA oder Vollmaske mit P3-Filter) schützt vor einer Inkorporation radioaktiver Partikel --- ■ **Körperschutz** Brandschutzkleidung, inkl. Helm mit Nackenschutz oder Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3) --- ■ **Fussschutz** Feuerwehreinsatzstiefel oder Chemiegummistiefel --- ■ **Handschutz** Feuerwehrhandschuhe; idealerweise mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) oder optimalerweise: Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) ---

■ Filteratemschutz nur in Absprache mit dem Strahlenschutzsachverständigen verwenden

■ Auch wenn keine Strahlung detektiert wird, ist die komplette Schutzausrüstung innerhalb der Gefahrenzone so lange zu tragen, bis die Aufsichtsbehörde die Zone aufgehoben hat

© by FKS: 04/2014

Dosiskontrolle im Einsatz

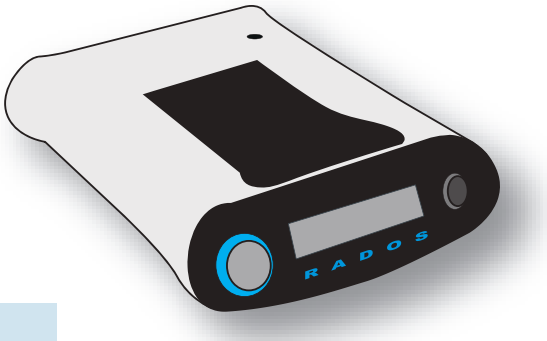
Grundsätzlich besteht die Pflicht, die Dosis der Einsatzkräfte bei A-Ereignissen festzuhalten und aufzubewahren.

Personendosimeter

Personendosimeter sind auf Brusthöhe zu tragen.

Diese Geräte messen die Gesamtkörperdosis an γ-Strahlen (α- und β-Strahlen können nicht gemessen werden).

Dosismessung siehe Punkt 3.10.3



- **Einsatzkräfte ohne Dosimeter** — Einsatz nur zur unmittelbaren Rettung von Leben. In Betrieben mit Quellen der Feuerwehr-Gefahrengruppe II (siehe Punkt 3.11.1) darf in bezeichneten Räumen die max. Aufenthaltszeit nicht überschritten werden (siehe Einsatzplan des Betriebes).
- **Einsatzkräfte mit Dosimeter** — Bei jedem Einsatz mit möglichen A-Gefahren, ist zwingend mind. ein Dosimeter pro Trupp zu tragen.

Beispiel Dosiskontrolle

Dosis-kontrolle	Einsatztrupp (Name)	Einsatzbeginn (Datum / Zeit)	Einsatzende (Datum / Zeit)	Einsatzort	Auswertung Dosis (µSv)
	.....	..... /	..... /	.....	.....
	.....	..... /	..... /	.....	.....
	.....	..... /	..... /	.....	.....

© by FKS: 04/2014

3.3 | Ereignis in stationärer Anlage

Arten von radiologischen Störfällen

Gemäss der Strahlenschutzverordnung wird zwischen verschiedenen Störfällen unterschieden.

Ein technischer Störfall liegt vor, wenn die Sicherheit einer Anlage beeinträchtigt ist. Es handelt sich um einen radiologischen Störfall, wenn eine nicht berufliche strahlenexponierte Person mehr als 1 mSv erhält. Ein Strahlenunfall liegt vor, wenn jemand mehr als 50 mSv erhält. Für eine vorsätzliche Freisetzung siehe Punkt 3.5.

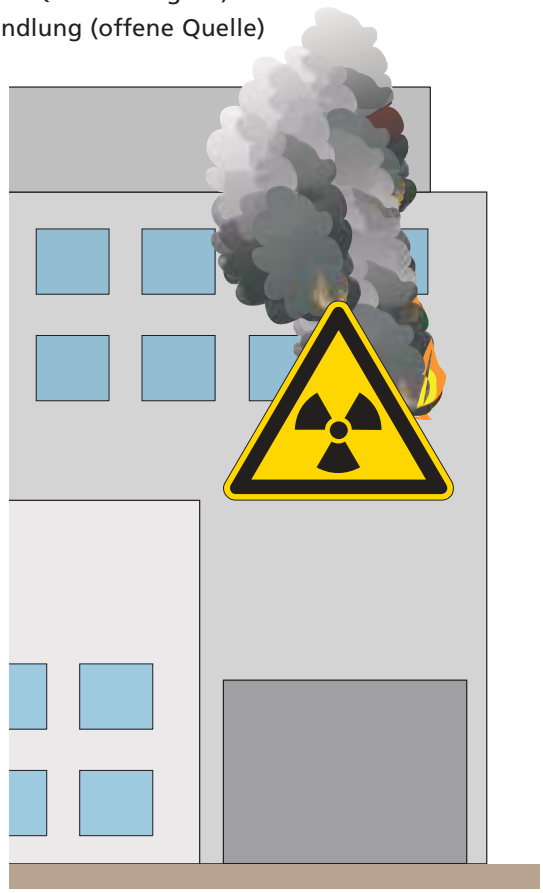
Stationäre Anlagen sind primär Forschungslaboratorien (inkl. Tieranlagen, Gewächshäuser), Spitäler, Zoll, Frachtbereiche an Flughäfen, Diagnostiklaboratorien, Recycling- und Entsorgungsbetriebe sowie Produktionsstätten.

In stationären Anlagen sind für die Einsatzkräfte Brandschutz- und Feuerwehreinsatzpläne hinterlegt. Die Einsatzkräfte haben nach diesen Vorgaben den Einsatz zu bewältigen.

Ereignisbeispiele

- Brand bei Schweissnahtprüfungen auf Baustelle (extrem starke Quellen möglich)
- Freisetzung von Medikamenten zur Injektion bei Tumorbehandlung (offene Quelle)

In Wissenschaft, Technik und Medizin werden für vielfältige Aufgaben elektrisch betriebene Röntgengeräte und Teilchenbeschleuniger eingesetzt. Bei Unfällen und Schadenfällen ist darauf zu achten, dass keine Personen in den Strahlengang geraten und die Strahlenquellen schnellstmöglich abgeschaltet werden. Mit dem Abschalten der Quelle ist die Strahlengefahr beseitigt oder zumindest stark reduziert.



Eigenschaften ionisierender Strahlung

- Kann Krebs oder Erbschäden auslösen
- Ist mit menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbar
- Strahlung kann von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen ausgehen
- Mögliche Schäden werden erst nach langer Zeit sichtbar (Stunden, Jahre oder erst bei den Nachkommen)
- Kann Abschirmungen durchdringen (γ-Strahlen)
- Auch sehr kleine Gegenstände und Partikel (< 1 mm) können starke Strahlung aussenden
- Stoffe, die ionisierende Strahlung aussenden, können auch alle anderen Gefahren beinhalten (giftig, brennbar etc.)
- Ionisierende Strahlung kann mit geeigneten Messgeräten relativ einfach detektiert werden (ausser α-Strahlung)
- Der Umgang mit ionisierender Strahlung ist gesetzlich stark eingeschränkt und überwacht

Gefahr bei Freisetzung radioaktiver Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Inkorporation oder durch externe Bestrahlung)
- Gefahr für Nahrungskette
- Gefahr der Kontamination grosser Flächen

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Strahlenwehr aufbieten
- Sachverständige gemäss Einsatzplan aufbieten
- NAZ informieren
- Eigenschutz: Brandschutz komplett, inkl. Atemschutz und Dosimeter
- Kein Mobiltelefon oder Pager in die Nähe von Messgeräten bringen
- Betroffene Personen aus unmittelbarem Gefahrenbereich bringen
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Personen und Material)
- Fenster und Türen möglichst geschlossen halten
- Ventilations- bzw. Lüftungsanlagen nach Vorgaben des Brandschutz- und Feuerwehreinsatzplans abschalten, *Ausnahme*: kontrollierte Zonen
- Nur in Absprache mit Sachverständigen oder dem Bundespikett, lüften / bzw. Lüfter einsetzen
- Zutritt verhindern und Zonen bilden (können nur durch die Aufsichtsbehörde wieder aufgehoben werden)
- Informationen sammeln
- Quellen nur bewegen, wenn es zur Stabilisierung der Lage nötig ist; Quellen nie von Hand berühren!

- Kontrollierte Zone, wenn möglich, nicht stromlos machen (vorhandene Be- und Entlüftungssysteme verhindern eine Verbreitung von Kontaminationen über die Luft)
- Feuerwehr-Gefahrengruppe gemäss Einsatzplan beachten (siehe Punkt 3.11.1)

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Gefahrenzonenrand ausmessen (Dosisleistung darf nicht mehr als 25 µSv/h betragen)
- Mögliche Dekostelle ausmessen (mit der Wischtestsonde nicht mehr als 3 Ips)
- Nur falls es gemäss diesen Messungen nötig ist, die Zone vergrössern
- Dekostelle aufbauen
- Alle Beteiligte auf Kontamination überprüfen (auch wenn sie schon zu Hause sind)
- Möglichst alle Einsatzkräfte dosimetrieren und alles protokollieren
- Messwerte nur mittels gesicherter Verbindung weiterleiten, keine Infos über die radiologische Situation an die Medien (Aufgabe der NAZ bzw. der Aufsichtsbehörde)
- Wenn Dosisleistungsalarm (100 mSv/h) vom Dosimeter ertönt:
  - sofort zurücktreten und radiologische Situation erfassen
  - kein erneutes Vorrücken, ohne zusätzliches Dosisleistungsmessgerät (z.B. Teletektor)
- Alle Massnahmen im radiologischen Messprotokoll der NAZ festhalten (siehe Punkt 3.11.3)

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer

- Sprühstrahl, Schaum und CO_2. Pulver nur im Notfall (z.B. Metallbrände)
- Löschmittel sparsam einsetzen
- Möglicherweise kontaminiertes Wasser auffangen
- Unbeschädigte Quellenbehälter aus der Wärmestrahlung entfernen
- Kontrollierte Zonen vorrangig schützen
- Falls möglicherweise kontaminierter Rauch aus dem Gebäude kommt, so schnell wie möglich löschen (hohe Priorität)

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

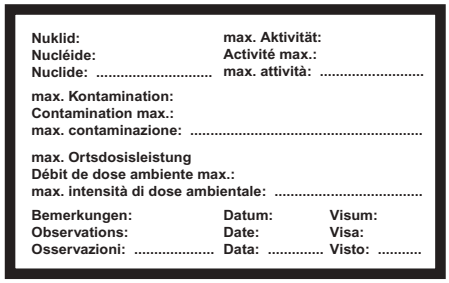
Kennzeichnung für Labors mit Strahlenquellen

In kontrollierten Zonen können alle Arten von Quellen vorkommen. Beim Verlassen einer kontrollierten Zone muss immer eine Kontaminationskontrolle durchgeführt werden.

Stromlos; keine oder sehr geringe Strahlung.

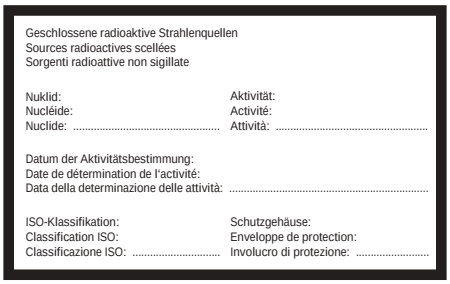
Kann auch stromlos weiterstrahlen.

Zusätzlich soll vom Bewilligungsinhaber folgendes Schild angebracht werden



Für offene Quellen

In der Regel wird das Nuklid mit der grössten biologischen Wirkung angegeben, das im betreffenden Arbeitsbereich bearbeitet oder gelagert wird.



Für geschlossene Quellen

Zusätzliche Kennzeichnung für Labors mit offenen Strahlenquellen

1 bis 100 LA

1 bis 10'000 LA

1 LA bis bewilligte Grenze (über 10'000 LA)

LA (limite d'autorisation) ist die Bewilligungsgrenze. Ab dieser Aktivität braucht ein Labor eine Bewilligung von den Behörden. Gemäss StSV, Anhang 3, verursacht die Inkorporation von 1 LA im ungünstigsten Fall eine effektive Folgedosis von 5 mSv.

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

ISO-Klassifizierung

Die ISO-Klassifizierung beschreibt die Umschliessungsqualität einer Quelle. Je nach Beanspruchbarkeit wird eine radioaktive Quelle einer ISO-Klasse zugeordnet, die durch das Kurzzeichen ISO mit dem nachfolgenden Buchstaben „**C**" und fünf Ziffern gekennzeichnet wird. Bei Grossquellen mit Aktivitäten über 1'000'000 LA steht anstelle des Buchstaben „**C**" ein „**E**".

Geschlossene radioaktive Strahlenquellen
Sources radioactives scellées
Sorgenti radioattive non sigillate

Nuklid: Aktivität:
Nucléide: Activité:
Nuclide: ..... Attività: .....

Datum der Aktivitätsbestimmung:
Date de détermination de l'activité:
Data della determinazione delle attività: .....

ISO-Klassifikation: Schutzgehäuse:
Classification ISO: C.6.2.1.1.5 Enveloppe de protection:
Classificazione ISO: Involucro di protezione: .....

Beispiel: ISO / C.6.2.1.1.5

ISO / C .	6 .	2 .	1 .	1 .	5

Beanspruchung durch:		Temperatur *Ziffer 1*	Druck *Ziffer 2*	Schlag (grossflächig) *Ziffer 3*	Schwingung (Beschleunigung) *Ziffer 4*	Durchstoss (*) *Ziffer 5*
ISO-Klassifizierung	1	ungeprüft	ungeprüft	ungeprüft	ungeprüft	ungeprüft
	2	- 40 °C (20 Min.) + 80 °C (1 h)	25 kPa	50 g aus 1 m Höhe	zusätzlich 30 Min. bei jeder Resonanzfrequenz	1 g aus 1 m Höhe
	3	- 40 °C (20 Min.) + 180 °C (1 h)	25 kPa und 2 MPa	200 g aus 1 m Höhe		10 g aus 1 m Höhe
	4	- 40 °C (20 Min.) + 400 °C (1 h) und Abschrecken von 400 °C auf 20 °C	25 kPa und 7 MPa	2 kg aus 1 m Höhe		50 g aus 1 m Höhe
	5	- 40 °C (20 Min.) + 600 °C (1 h) und Abschrecken von 400 °C auf 20 °C	25 kPa und 70 MPa	5 kg aus 1 m Höhe		300 g aus 1 m Höhe
	6	- 40 °C (20 Min.) + 800 °C (1 h) und Abschrecken von 800 °C auf 20 °C	25 kPa und 170 MPa	20 kg aus 1 m Höhe		1 kg aus 1 m Höhe
	X	Sonderanforderung				

(*) wie Schlag, jedoch kleine Aufprallfläche

- Nur die ISO-Temperatur-Klasse 6 gilt für Quellen als feuerhemmend umschlossen

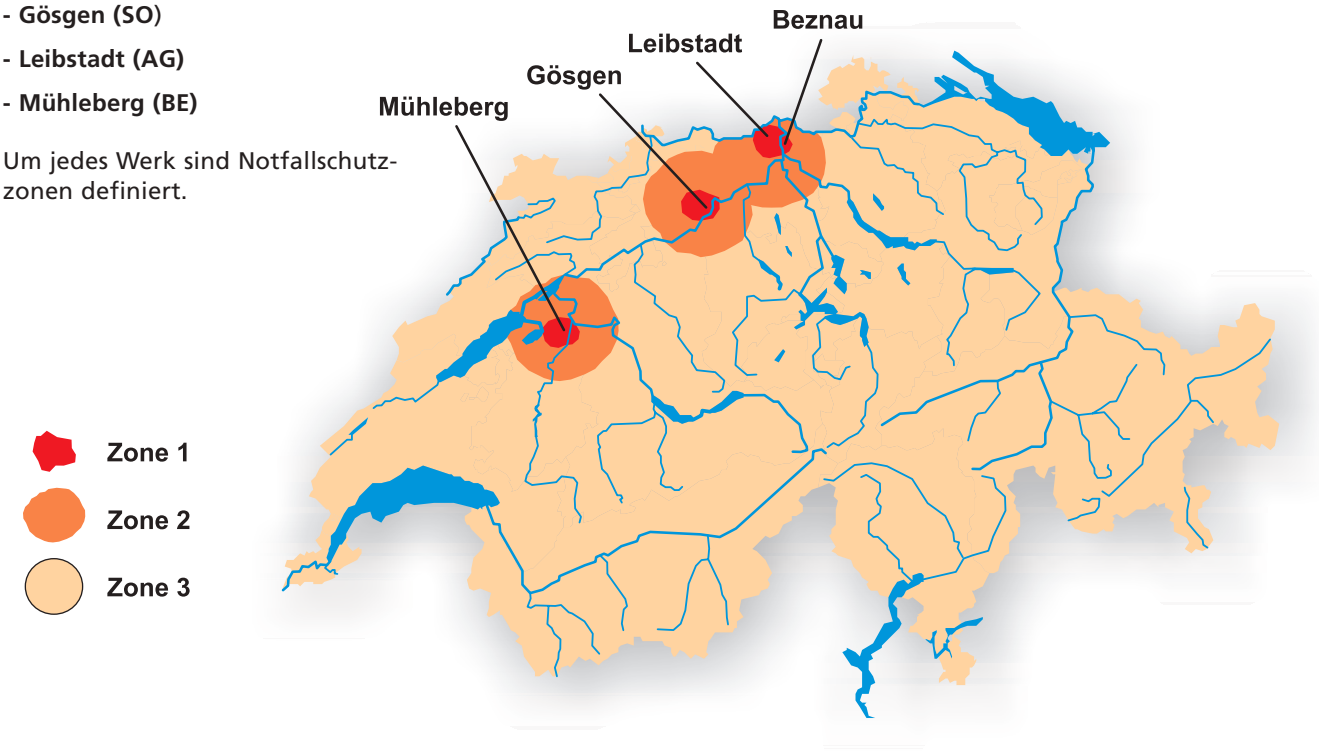
© by FKS: 04/2014

3.3.1 | Kernkraftwerkunfall

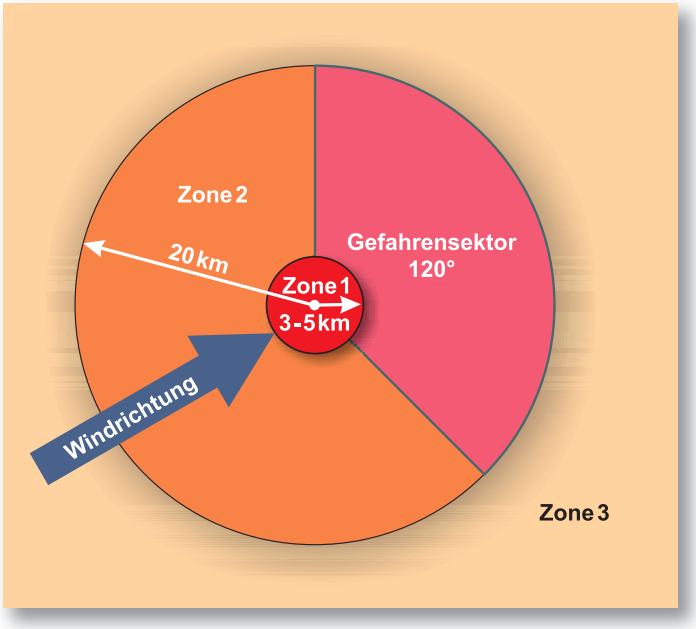
In der Schweiz gibt es vier Kernkraftwerkstandorte:

- **Beznau (AG)** mit zwei Reaktoren
- **Gösgen (SO)**
- **Leibstadt (AG)**
- **Mühleberg (BE)**

Um jedes Werk sind Notfallschutzzonen definiert.



- **Zone 1** umfasst das Gebiet um das Kernkraftwerk, wo bei einem Unfall eine Gefahr für die Bevölkerung entstehen kann. In dieser Zone bedarf es rascher Schutzmassnahmen.
- **Zone 2** ist in sechs sich überlappende Sektoren von je 120° eingeteilt. Sofern es die Windverhältnisse eindeutig zulassen, kann dadurch die Alarmierung gezielt in den betroffenen Gebieten erfolgen. Die Zonen- und Sektorengrenzen folgen den Gemeindegrenzen.
- **Zone 3** umfasst das Gebiet der übrigen Schweiz. In dieser Zone sind Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung während des Durchzuges einer radioaktiven Wolke, aller Voraussicht nach, nicht notwendig.



Massnahmen

Um geeignete Massnahmen wie Räumen und Evakuieren zu treffen, ist es besonders wichtig, die aktuelle Wetterlage zu berücksichtigen (z.B. Wind).

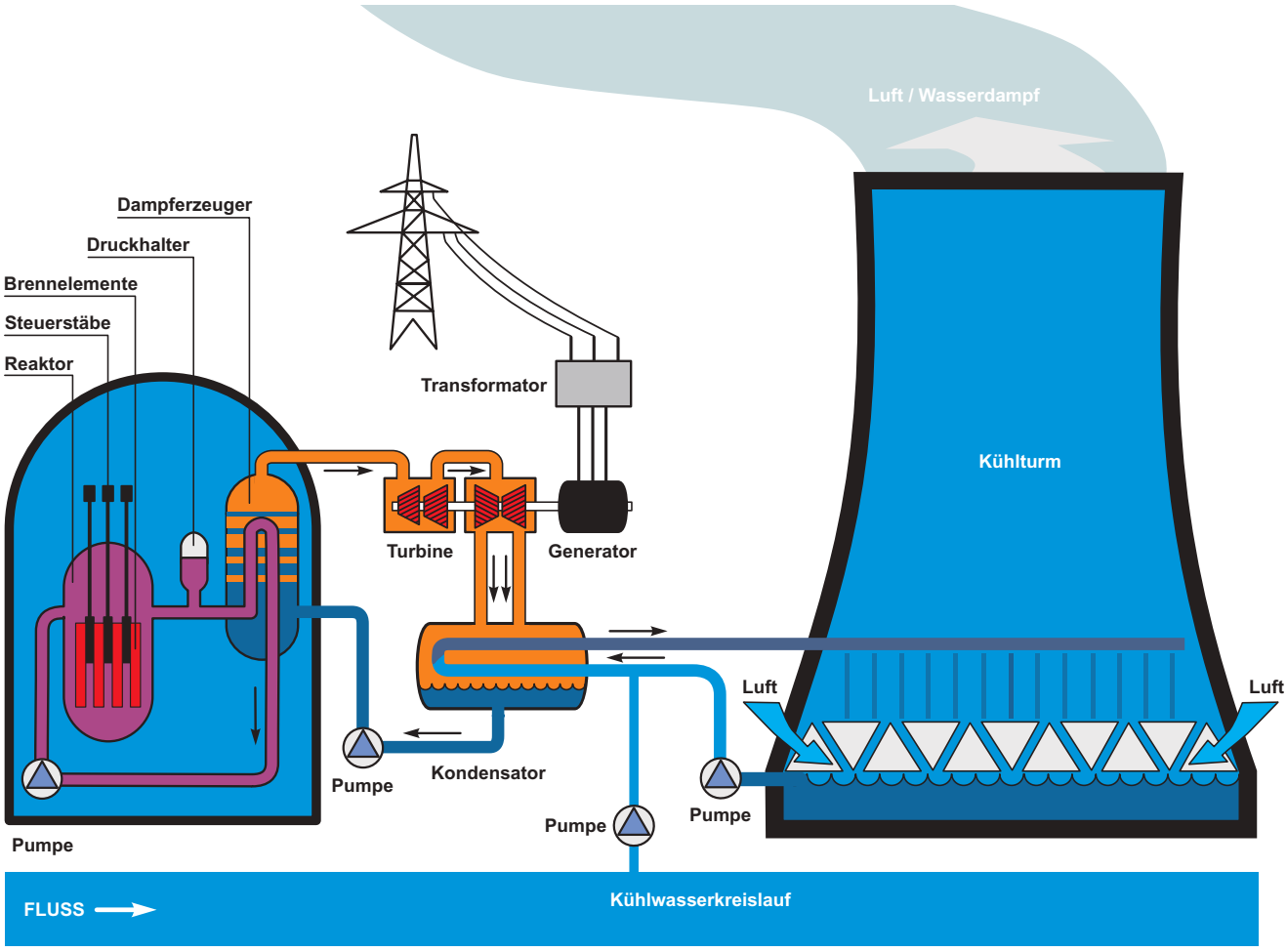
Abhängig von der jeweiligen Notfallschutzzone und der zu erwartenden Dosis, werden Massnahmen umgesetzt. In der Schweiz gibt es dafür das vordefinierte Dosismassnahmenkonzept (DMK).

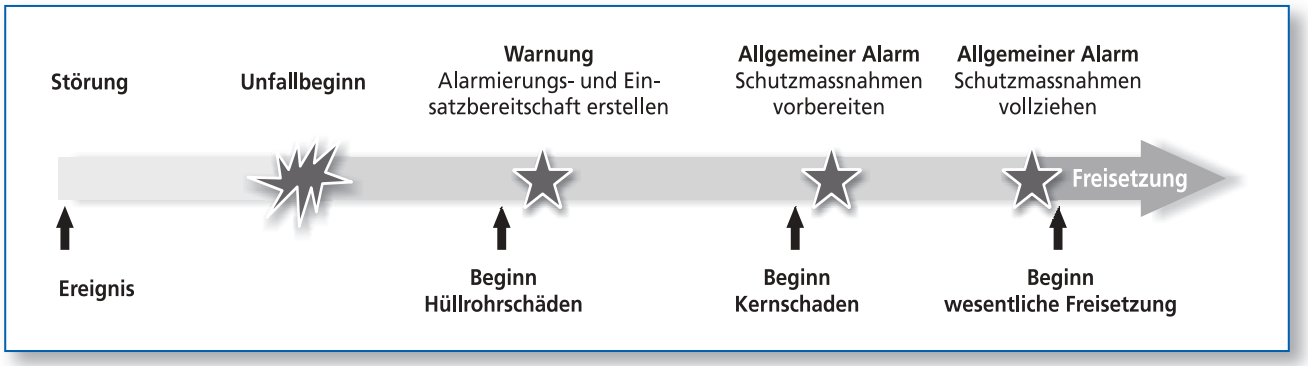
Die NAZ ordnet bei unmittelbarer Gefährdung Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung an. Sie ist das Kernelement des Bundesstabes ABCN. Sobald der BST ABCN im Einsatz ist, beantragt er über die zuständigen Departemente dem Bundesrat die notwendigen Massnahmen.

© by FKS: 04/2014

Wenn es in einem Reaktor zu einem schnellen Druckanstieg kommt (z.B. bei Explosion) oder aus technischen Gründen ein Leck bei mehreren Sicherheitsbarrieren entsteht, wird in erster Linie über die im Werk installierten Filteranlagen eine begrenzte Abgabe an die Umwelt vorgenommen (Venting). Dabei werden radioaktive Edelgase an die Umwelt abgegeben (Iod-Prophylaxe notwendig; Gefahr während des Wolkendurchzugs; in der Regel keine Bodenkontamination). Nur wenn die Anlage so stark zerstört ist, dass ohne Filterung radioaktive Nuklide an die Umwelt abgegeben werden, besteht die Gefahr einer Bodenkontamination. Aufgrund der Bauart der KKWs in der Schweiz, vergehen vom Zeitpunkt des Unfalls bis zu einer Freisetzung Stunden bis Tage.

Beispiel Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor





© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Internationale Bewertungsskala INES
(International Nuclear Event Scale)

Die Internationale Bewertungsskala INES für nukleare Ereignisse teilt sicherheitsrelevante Ereignisse im Zusammenhang mit einem Kernkraftwerk in verschiedene Schweregradstufen ein. Wie auch bei der Richterskala bei Erdbeben liegt der INES-Skala ein logarithmischer Massstab zugrunde. Ein Übergang auf die nächste Stufe bedeutet einen 10-mal so grossen Schweregrad.

Auswirkungen

7	Schwerste Freisetzung in die Umwelt, Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld (Tschernobyl 1986, Fukushima 2011)
6	Erhebliche Freisetzung in die Umwelt mit einer Strahlenexposition für die Bevölkerung in der Höhe von ca. der hundertfachen natürlichen Strahlung
5	Schwere Schäden am Reaktorkern/an den radiologischen Barrieren, begrenzte Freisetzung in die Umwelt (Strahlenexposition etwa in der Höhe der zehnfachen natürlichen Strahlung)
4	Schäden am Reaktorkern, schwere Kontamination innerhalb der Anlage, geringe Freisetzung in die Umwelt (Strahlenexposition etwa in der Höhe der natürlichen Strahlung)
3	Schwere Kontamination innerhalb der Anlage, sehr geringe Freisetzung in die Umwelt (Strahlenexposition in der Höhe eines Bruchteils der natürlichen Strahlung)
2	Begrenzter Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen, keine Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt
1	Abweichung vom normalen Betrieb der Anlage, keine Freisetzung von Radioaktivität
0	Keine oder nur sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung, keine Freisetzung von Radioaktivität

© by FKS: 04/2014

3.4 | Ereignis bei Gütertransport / -umschlag

Es stehen insbesondere Ereignisse auf Verkehrswegen und auf Güterumschlagplätzen sowie auf Fahrzeugen im Zusammenhang mit Spitälern, der Luftfracht oder dem Zoll im Vordergrund.

Bis nicht mit Messungen das Gegenteil bewiesen ist, ist anzunehmen, dass kontaminiertes Material austritt, die Abschirmung beschädigt wurde und/oder ionisierende Strahlung verstärkt austritt.

Mögliche Erscheinungsbilder von beschädigten Versandstücken sind Risse, feuchte Stellen, Verformungen etc.

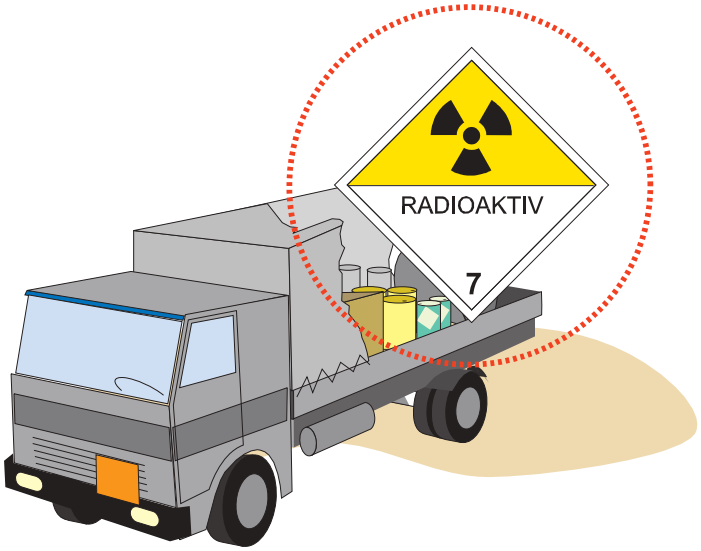
Eine besondere Art von Quellen stellen mobile Prüfeinrichtungen (z.B. auf Baustellen) dar. Neben Messgeräten zur Dichte- / Feuchtigkeitsmessung mit radioaktiven Quellen, sind insbesondere Quellen zur Schweissnahtprüfung von Bedeutung für die Einsatzkräfte (extrem starke Quellen möglich).

Ereignisbeispiele

- Verkehrsunfall mit Isotopentransport (medizinischer Diagnosebereich)
- Stapler-Fehlmanipulation beim Frachtumschlag (z.B. Paket durch Gabel angestochen)

Eigenschaften ionisierender Strahlung

- Kann Krebs oder Erbschäden auslösen
- Ist mit menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbar
- Strahlung kann von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen ausgehen
- Mögliche Schäden werden erst nach langer Zeit sichtbar (Stunden, Jahre oder erst bei den Nachkommen)
- Kann Abschirmungen durchdringen (γ-Strahlen)
- Auch sehr kleine Gegenstände und Partikel (< 1 mm) können starke Strahlung aussenden
- Stoffe, die ionisierende Strahlung aussenden, können auch alle anderen Gefahren beinhalten (giftig, brennbar etc.)
- Ionisierende Strahlung kann mit geeigneten Messgeräten relativ einfach detektiert werden (ausser α-Strahlung)
- Der Umgang mit ionisierender Strahlung ist gesetzlich stark eingeschränkt und überwacht



Gefahr bei Freisetzung radioaktiver Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Inkorporation oder durch externe Bestrahlung)
- Gefahr für Nahrungskette
- Gefahr der Kontamination grosser Flächen

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Strahlenwehr aufbieten
- Unfallstelle sichern
- NAZ informieren
- Eigenschutz: Brandschutz komplett, inkl. Atemschutz und Dosimeter
- Falls UN-Nummer unbekannt ist, kann mit den Angaben in den ERI-Cards nach UN 2915 gehandelt werden
- Kein Mobiltelefon oder Pager in die Nähe von Messgeräten bringen
- Betroffene Personen aus unmittelbarem Gefahrenbereich bringen
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Personen und Material)
- Brandschutz sicherstellen
- Zutritt verhindern und Zonen bilden (können nur durch die Aufsichtsbehörde wieder aufgehoben werden)
- Informationen sammeln (Beförderungspapier, Fahrzeugbesatzung etc.)
- Quellen nur bewegen, wenn es zur Stabilisierung der Lage nötig ist; Quellen nie von Hand berühren!

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Gefahrenzonenrand ausmessen (Dosisleistung darf nicht mehr als 25 µSv/h betragen)
- Mögliche Dekostelle ausmessen (mit der Wischtestsonde nicht mehr als 3 Ips)
- Nur falls es gemäss diesen Messungen nötig ist, die Zone vergrössern
- Dekostelle aufbauen
- Alle Beteiligte auf Kontamination überprüfen (auch wenn sie schon zu Hause sind)
- Möglichst alle Einsatzkräfte dosimetrieren und alles protokollieren
- Messwerte nur mittels gesicherter Verbindung weiterleiten, keine Infos über die radiologische Situation an die Medien und auch nicht an die Transportfirma (Aufgabe der NAZ bzw. der Aufsichtsbehörde).
- Wenn Dosisleistungsalarm (100 mSv/h) vom Dosimeter ertönt:
  - sofort zurücktreten und radiologische Situation erfassen
  - kein erneutes Vorrücken, ohne zusätzliches Dosisleistungsmessgerät (z.B. Teletektor)
- Alle Massnahmen im radiologischen Messprotokoll der NAZ festhalten (siehe Punkt 3.11.3)

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer

- Sprühstrahl, Schaum und CO_2. Pulver nur im Notfall (z.B. Metallbrände)
- Löschmittel sparsam einsetzen
- Möglicherweise kontaminiertes Wasser auffangen
- Unbeschädigte Versandstücke, wenn nötig, aus der Wärmestrahlung entfernen
- Fahrzeuge mit Gefahrgut der Klasse 7 vorrangig schützen
- Brand in einem Tunnel so schnell wie möglich löschen (hohe Priorität, da nur bei sehr hohen Temperaturen die stabilen Verpackungen beschädigt werden können)

© by FKS: 04/2014

3.4.1 | Transportverpackungen

Bei der Klasse 7 gibt die UN-Nummer keine Auskunft über den verpackten Stoff, sondern nur über die Menge der Aktivität.

Die Versandstücke mit den unten aufgelisteten UN-Nummern stellen eine sehr geringe Gefahr für die Einsatzkräfte dar:

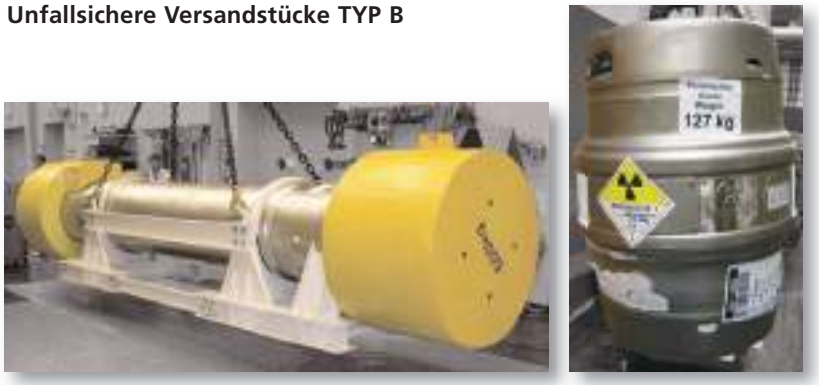
- UN 2908 - 2911 freigestellte Versandstücke (keine Bezettelung und keine orange Tafel)
- UN 2913, 3326 oberflächenkontaminierte Versandstücke (**SCO**, **S**urface **C**ontaminated **O**bject)
- UN 2912, 3321, 3322, 3324, 3325 radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (**LSA**, **L**ow **S**pecific **A**ctivity)

Alle anderen Versandstücke werden gemäss IAEA-Versandstück-Philosophie transportiert.

IAEA-Versandstück-Philosophie

Beschränkung des Inhaltes TYP A

Unfallsichere Versandstücke TYP B



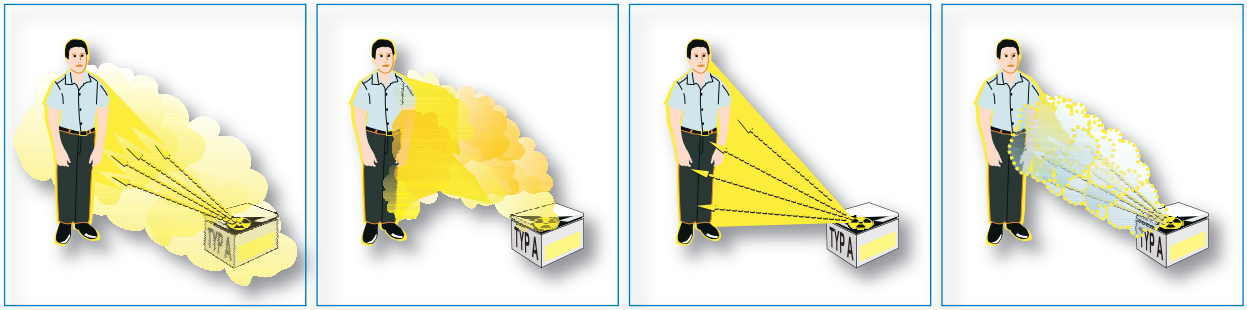
© by FKS: 04/2014

3.4.2 | Versandstücke

- **Typ A**

(Begrenzte Stoffmenge) UN 2915, 3327, 3332, 3333.
Die effektive Dosis soll nach einer schweren Beschädigung des Versandstückes kleiner sein als **50 mSv**.
Bei folgender realistischer Annahme:
30 Min. Aufenthalt in 1 m Abstand zum beschädigten Versandstück

Berücksichtigte Expositionspfade:



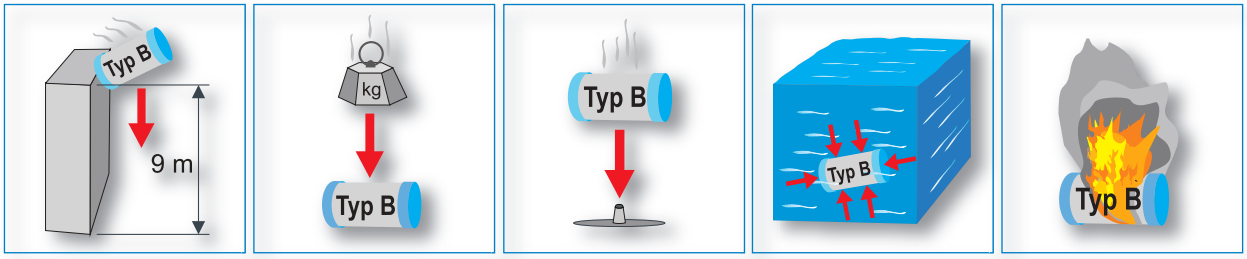
Beschädigte Abschirmung | Radioaktives Gas (gesamter Inhalt wird inhaliert) | Kontamination des gesamten Inhalts auf die Haut | Eine Gaswolke gibt Strahlung ab

Auch bei einer Kombination der Expositionspfade erreicht man nie mehr als 50 mSv.

- **Typ B**

(Unfallsichere Versandstücke) UN 2916, 2917, 3328, 3329, 3323, 3330.
Typ-B-Versandstücke müssen so ausgelegt sein, dass auch bei Unfallbedingungen ein Austreten der radioaktiven Stoffe unwahrscheinlich ist.

Die Baumuster werden folgenden harten Prüfungen unterzogen:

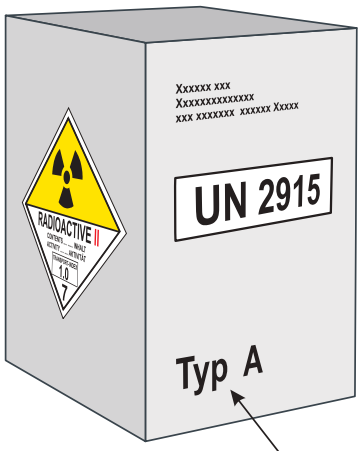


Fallhöhe: mind. 9 m | Quetschversuch: Fallhöhe 9 m, Gewicht 500 kg | Freifallprüfung auf Dorn: Fallhöhe 1 m, Dorndurchm. 15 cm | Druck (20 bar): 8 h bei 200 m Wassersäule | Hitzeprüfung: 30 Min. bei 800 °C

© by FKS: 04/2014

3.4.3 | Transportindex bei Versandstücken

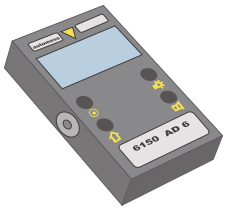
- Je nach Dosisleistung werden die Versandstücke in verschiedene Unterklassen eingeteilt (siehe Punkt 2.11). Bei intaktem Versandstück gibt der Transportindex zusätzlich Auskunft über die Dosisleistung.



Hinweis auf Versandstück „Typ A“

1 m ab Oberfläche

Transportkennzahl (Transportindex TI)
= Messwert in mSv/h x 100
oder 10 µSv/h = **TI 1**



Dosisleistungs-messgerät

Beispiele:

TI 1,0	=	0,010 mSv/h	(10 µSv/h)	in 1 m Abstand
TI 0,5	=	0,005 mSv/h	(5 µSv/h)	in 1 m Abstand
TI 10,0	=	0,1 mSv/h	(100 µSv/h)	in 1 m Abstand

Bei Gefahrzettel der Kategorie II oder III auf einem Grossversandstück (Tank, Container etc.) ist beim angegebenen Wert ein Multiplikations-faktor berücksichtigt.

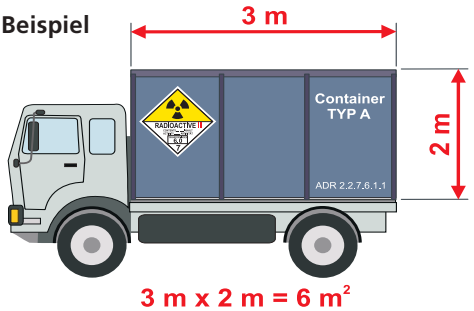
Bezeichnung „Gefahrzettel“

- Strahlensymbol
- Kategorie III – GELB
- Inhalt „Cobalt 60“
- Aktivität „370 Gigabecquerel“
- Transportkennzahl „1,8“
- Gefahrklasse „7“

Multiplikationsfaktoren für Tanks, Container und unverpackte LSA-I-Stoffe und SCO-I-Gegenstände

Fläche der Ladung grösste Querschnittfläche der Ladung	Multiplikationsfaktor
- bis 1 m²	1
- grösser als 1 m² bis 5 m²	2
- grösser als 5 m² bis 20 m²	3
- grösser als 20 m²	10

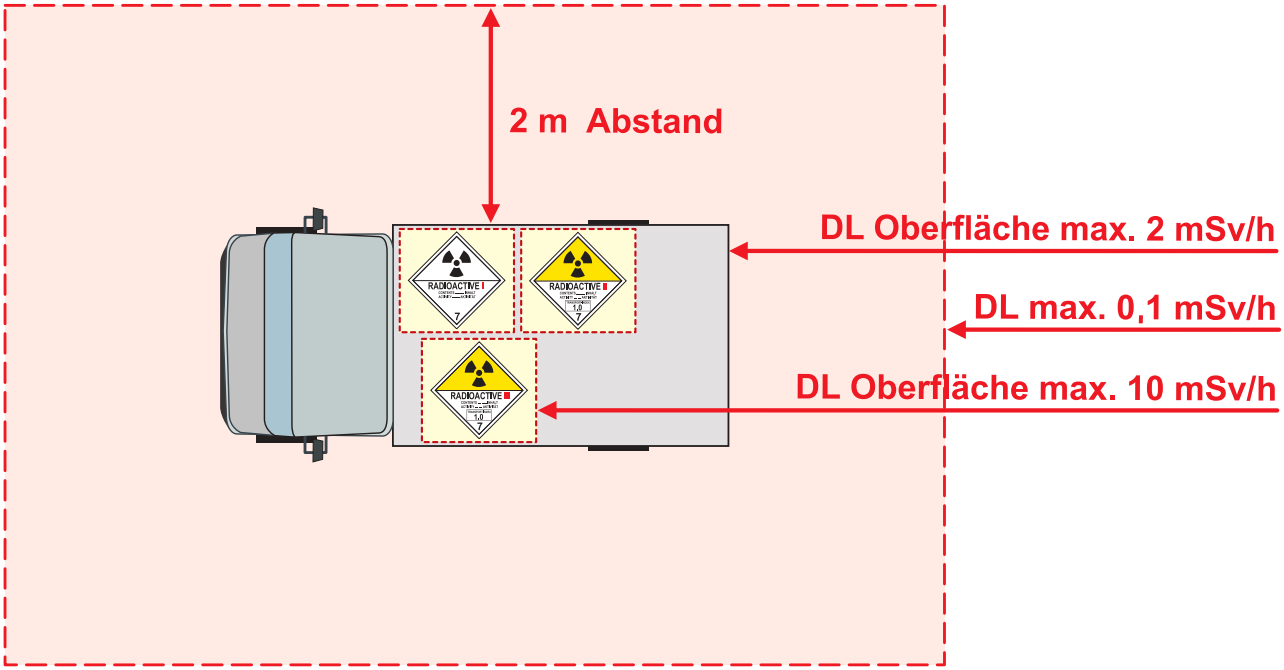
Beispiel



3 m x 2 m = 6 m²
Multiplikationsfaktor = 3

© by FKS: 04/2014

Max. Dosisleistung (DL) um das intakte Fahrzeug oder Versandstück



© by FKS: 04/2014

3.5 | Kriminelles / Terroristisches Ereignis

Eine „Dirty bomb" (schmutzige Bombe) ist ein konventioneller Sprengkörper, der mit radioaktivem Material versehen ist, das bei der Sprengung in der Umgebung verteilt wird. Staub bzw. Partikel werden mittels des Windes zusätzlich verfrachtet. Dies führt zu Luft- und Bodenkontaminationen.

Weitere Formen von radiologischem Terrorismus:

- Anschlag mit geschlossener Quelle
- Oberflächenkontamination mittels Ausschütten
- Kontamination von Lebensmitteln
- Kontamination von Trinkwasser
- Versprühen von Aerosolen

Ereignisbeispiele

- Anschlag auf Transport hoch radioaktiver Abfälle
- Anschlag mit radioaktivem Material an einer Grossveranstaltung

Eigenschaften ionisierender Strahlung

- Kann Krebs oder Erbschäden auslösen
- Ist mit menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbar
- Strahlung kann von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen ausgehen
- Mögliche Schäden werden erst nach langer Zeit sichtbar (Stunden, Jahre oder erst bei den Nachkommen)
- Kann Abschirmungen durchdringen (γ-Strahlen)
- Auch sehr kleine Gegenstände und Partikel (< 1mm) können starke Strahlung aussenden
- Stoffe, die ionisierende Strahlung aussenden, können auch alle anderen Gefahren beinhalten (giftig, brennbar etc.)
- Ionisierende Strahlung kann mit geeigneten Messgeräten relativ einfach detektiert werden (ausser α-Strahlung)
- Der Umgang mit ionisierender Strahlung ist gesetzlich stark eingeschränkt und überwacht

Gefahr bei Freisetzung radioaktiver Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Inkorporation oder durch externe Bestrahlung)
- Gefahr für Nahrungskette
- Gefahr der Kontamination grosser Flächen

Wie wirkt eine „Dirty bomb"?

- Durch konventionelle Explosion
- Durch psychologischen Effekt (Strahlenphobie)
- Durch ionisierende Strahlung:
  - Wolken- und Bodenstrahlung
  - Hautkontamination
  - Verschlucken (Ingestion)
  - Inhalation
- Je nach Strahlenart, Verteilung und konkretem Standort / konkreter Aufenthaltszeit kann es möglich sein, dass mit dem Personendosimeter RAD 50 / RAD 60 ein Anschlag mittels „Dirty bomb" nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden kann, sofern die Dosisleistung zu gering ist
- Auch mit der Teletektorsonde (z.B. X1000 / 6150 AD-t) kann u.U. keine Radioaktivität festgestellt werden
- Rings um den Ereignisort kann evtl. mit Grossflächenkontaminationsmessgeräten (z.B. Microcont II / CoMo 170 / 6150 AD-k) eine Strahlung nachgewiesen werden, was Rückschluss auf eine „Dirty bomb" zulässt

- Das Problem bei einer „Dirty bomb" ist primär das Einatmen von in der Luft vorhandenem kontaminiertem Staub sowie die grossflächige kontaminierte Umgebung und nicht die direkte Strahlung

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Strahlenwehr aufbieten
- Grossräumig absperren / umleiten, Windrichtung und Wetter beachten
- NAZ informieren (auch im Zweifels-, Verdachtsfall)
- Weisungen der Sprengstoffexperten der Polizei einhalten
- Eigenschutz: Brandschutz komplett, inkl. Atemschutz und Dosimeter
- Medizinische und psychologische Betreuung
- Kein Mobiltelefon oder Pager in die Nähe von Messgeräten bringen
- Betroffene Personen aus unmittelbarem Gefahrenbereich bringen
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Personen und Material)
- Zutritt verhindern und Zonen bilden (können nur durch die Aufsichtsbehörde wieder aufgehoben werden)
- Quellen / Trümmer nicht bewegen bzw. berühren

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Evakuieren
- Information der Bevölkerung
- Bei Aufenthalt in den Häusern, Türen und Fenster schliessen, Ventilationen / Klimaanlagen abschalten
- Dekontamination von Personen, Material, Gebäuden und Plätzen
- Zusammenarbeit mit anderen Einsatzkräften (Polizei, Sanität, Messorganisationen, Zivilschutz, Armee etc.) sicherstellen (Informationsaustausch)
- Alle Beteiligte auf Kontamination überprüfen (auch wenn sie schon zu Hause sind)
- Möglichst alle Einsatzkräfte dosimetrieren und alles protokollieren
- Messwerte nur mittels gesicherter Verbindung weiterleiten, keine Infos über die radiologische Situation an die Medien (Aufgabe der NAZ bzw. der Aufsichtsbehörde)
- Passanten: grob dekontaminieren, registrieren, nach Hause schicken zum Duschen und Kleiderwechseln
- Landwirtschaft: je nach Lage, vorsorgliches Ernte-, Weide- und Ablieferungsverbot (behördliche Anordnung)
- Alle Massnahmen im radiologischen Messprotokoll der NAZ festhalten (siehe Punkt 3.11.3)

- Für die Erfassung der radiologischen Gefahrenlage, ist eine Identifikation des Nuklids von grosser Bedeutung

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Mythen und Realitäten

Mythos	Realität
Es genügt, eine Bombe in der Nähe von radioaktivem Material zu zünden, um eine „Dirty bomb" zu haben	Radioaktives Material muss fast immer zuerst aufbereitet werden; Metallstäbe sind besonders schwierig zu pulverisieren
Alle radioaktiven Materialien können für eine „Dirty bomb" verwendet werden, so auch medizinische Abfälle	Falsch, die meisten Abfälle sind zu kurzlebig oder zu schwach, insbesondere medizinische Abfälle
Eine „Dirty bomb" wird sofort Tausende von Todesopfern fordern	Es ist unwahrscheinlich, dass Menschen ausserhalb des Wirkungsradius einer konventionellen Sprengung getötet werden; Langzeitschäden bei mehreren Personen sind nicht ausgeschlossen
Iodtabletten schützen den Körper vor der Aufnahme von Radioaktivität	Iodtabletten sind für die Einnahme zum Schutz bei KKW-Unfällen ausgelegt; sie schützen ausschliesslich die Schilddrüsen vor der Aufnahme von radioaktivem Iod (Sättigung der Schilddrüsen mit nicht radioaktivem Iod)
„Dirty bombs" werden häufig eingesetzt	Bei Drucklegung ist kein Einsatz einer „Dirty bomb" bekannt

© by FKS: 04/2014

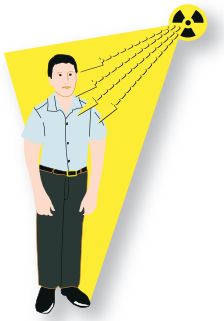
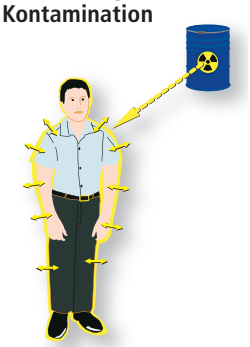
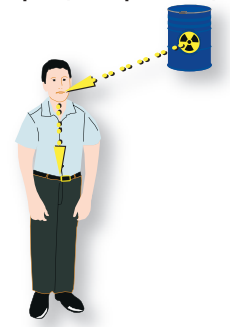
3.6 | Erste Hilfe

Eine Bestrahlung kann auf drei unterschiedliche Arten erfolgen. Diese können einzeln, aber auch in jeder beliebigen Kombination zusammenwirken.

Die drei Bestrahlungsarten:

- Externe Bestrahlung (z.B. durch nicht abgeschirmte Quellen)
- Bestrahlung durch Kontamination (offene, flüssige oder staubförmige Quellen)
- Bestrahlung durch eine Aufnahme in den Körper (Inkorporation; feste, flüssige oder gasförmige Quellen)

Für einen möglichen Schaden ist aber nicht nur die Bestrahlungsart verantwortlich. Auch die Dosis, das betroffene Gewebe und die Strahlenart haben einen grossen Einfluss. Zusammenhänge und genauere Abschätzungen können in der Strahlenschutzverordnung nachgeschlagen werden.

Bestrahlungsart des Patienten / Betroffenen	Symptome	Zeit, bis Symptome sichtbar sind	Gefahr, ausgehend vom Patienten	Behandlung
Externe Bestrahlung 	Ab ca. 2 Sv (Hautdosis): sichtbare Schäden (Hautrötungen); bis zu schlecht heilenden Verbrennungswunden ab ca. 30 Sv (Hautdosis). Falls der ganze Körper bestrahlt wird, kann eine Dosis bereits ab 4 Sv mit Todesfolge verbunden sein.	Stunden bis mehrere Tage	Aus radiologischer Sicht keine	Ab einer Gesamtkörperdosis von 1 Sv: Einlieferung in das Universitätsspital Zürich (Sterilbettzimmer); bei Dosen unter 1 Sv: Einlieferung in das nächste Akut- oder Dekospital
Bestrahlung durch Kontamination 	Kurzfristig keine, längerfristig wie „externe Bestrahlung"	Stunden bis mehrere Tage (Strahlung sofort messbar)	Kontaminationsgefahr	Dekontamination (siehe Punkt 3.7) und/oder Dekospital
Bestrahlung durch eine Aufnahme in den Körper (Inkorporation) 	Abhängig vom betroffenen Organ und ob dieses seine Funktion noch aufrechterhalten kann	Stunden bis mehrere Tage	Aus radiologischer Sicht nur bei γ-Strahlern geringe Gefahr vorhanden, oder bei Körperausscheidungen	Mit entsprechenden Medikamenten versuchen, den Stoff aus dem Körper zu schaffen (Dekospital)

© by FKS: 04/2014

Massnahmen

- Lebensrettende Massnahmen haben immer Vorrang
- Patienten einem geeigneten Spital übergeben (Zuweisung über Sanitätsnotrufzentrale 144; der Rettungsdienst nimmt mit dem zugewiesenen Spital Kontakt auf)
- Auch bei schwerverletzten Patienten, zur Lagestabilisierung vor dem Abtransport, eine Grobdekontamination durchführen (siehe Punkt 3.7)
- Bei Inkorporationsverdacht, diese Info an Rettungsdienste weitergeben
- Falls Patienten bereits ins Spital abtransportiert wurden, muss jemand mit einem Messgerät ins Spital fahren und den Patienten und seine Kleidungsstücke ausmessen; falls Kontaminationen festgestellt werden, muss alles, womit der Patient in Berührung kam, ausgemessen und gegebenenfalls dekontaminiert werden (siehe Punkt 3.7)
- NAZ informieren
- Alle Massnahmen im radiologischen Messprotokoll der NAZ festhalten (siehe Punkt 3.11.3)

- Die Aufsichtsbehörde Suva hat mit den schweizerischen Kernanlagen und dem Paul Scherrer Institut (PSI) einen Vertrag, wonach diese die Kosten für zwei sterile Betten im Universitätsspital Zürich (USZ), speziell für Strahlenopfer, finanzieren. Zudem besteht ein Vertrag mit dem USZ, wonach dieses jederzeit zwei Strahlenopfer aufnehmen und behandeln kann sowie das dafür nötige Personal ausbildet und zur Verfügung stellt. Das PSI betreibt für das USZ eine Ganzkörpermessstelle.

© by FKS: 04/2014

3.7 | Dekontamination

Der wichtigste Grundsatz bei der Deko im A-Ereignis ist: **Grobdekontamination kommt vor Perfektion.** Bei A-Ereignissen besteht der grosse Vorteil, dass direkt vor Ort die Wirkung der Dekontamination gemessen werden kann. Die Dekontamination ist nur gegen die äussere Kontamination (Haut, Bekleidung) effektiv und hat keine Wirkung auf die Konsequenzen einer externen Bestrahlung und einer Inkorporation.

Grobdekontamination

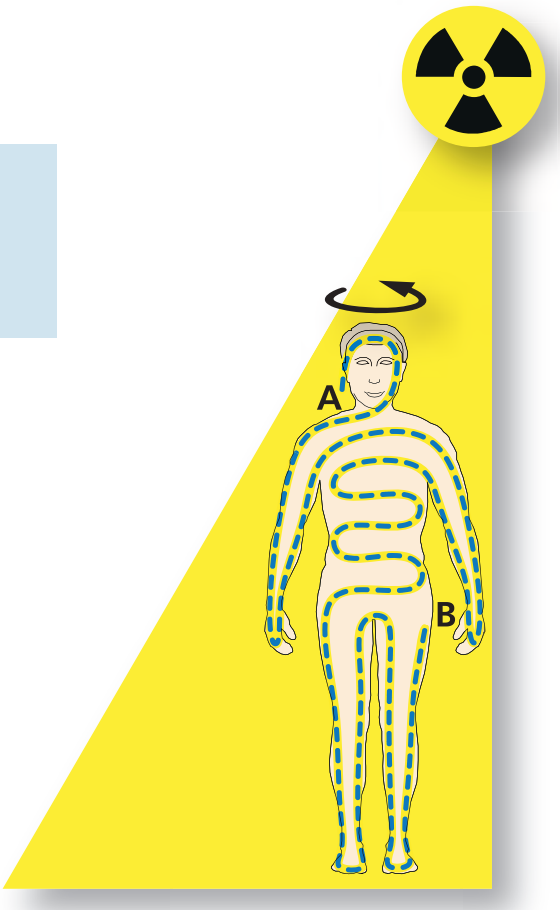
Kleider entfernen, möglichst ohne den Betroffenen oder die Rettungskräfte mit der kontaminierten Seite der Kleidungsstücke zu berühren. Kleider aufschneiden und/oder herunterrollen. Unterlage zusammen mit den Kleidern in einen Plastiksack geben und diesen beschriften.

Schutz der Rettungskräfte am Rand der Zone für die Patientenübergabe: Handschuhe, filtrierende Halbmaske als Berührungsschutz. Auch Arme und Beine sollten keine freie Haut zeigen, damit bei einer möglichen Kontamination das entsprechende Kleidungsstück einfach ausgezogen werden kann (geschlossene Kleidung).

Überprüfen auf Kontamination

Bei der Ausmessung von Patienten muss sichergestellt werden, dass jede Körperpartie gemessen wird.

- Eine Grobdekontamination ersetzt nicht das Freimessen durch die Aufsichtsbehörde
- Kontaminationsprotokoll für radiologische Ereignisse ausfüllen (siehe Punkt 3.11.4)



Strahlenmessung

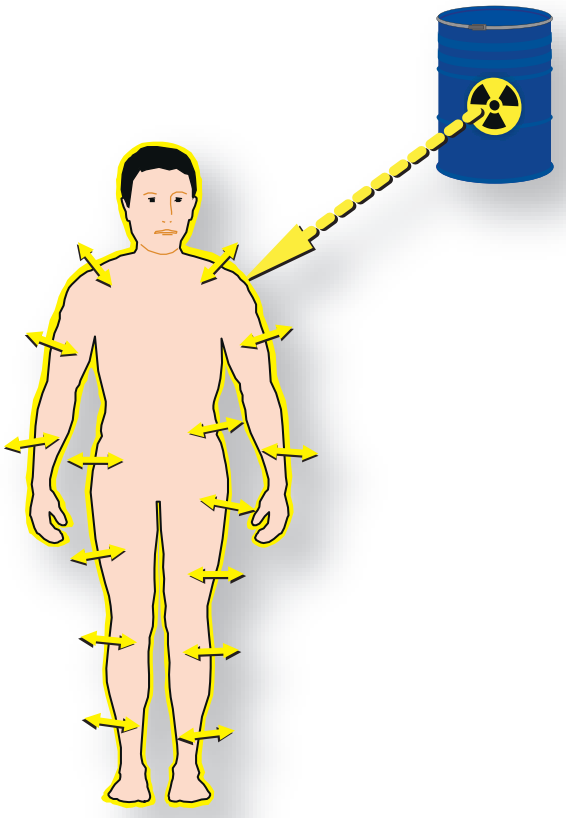
Vorgehen einer Ausmessung von **A** nach **B** (Vorderseite und Rückseite)

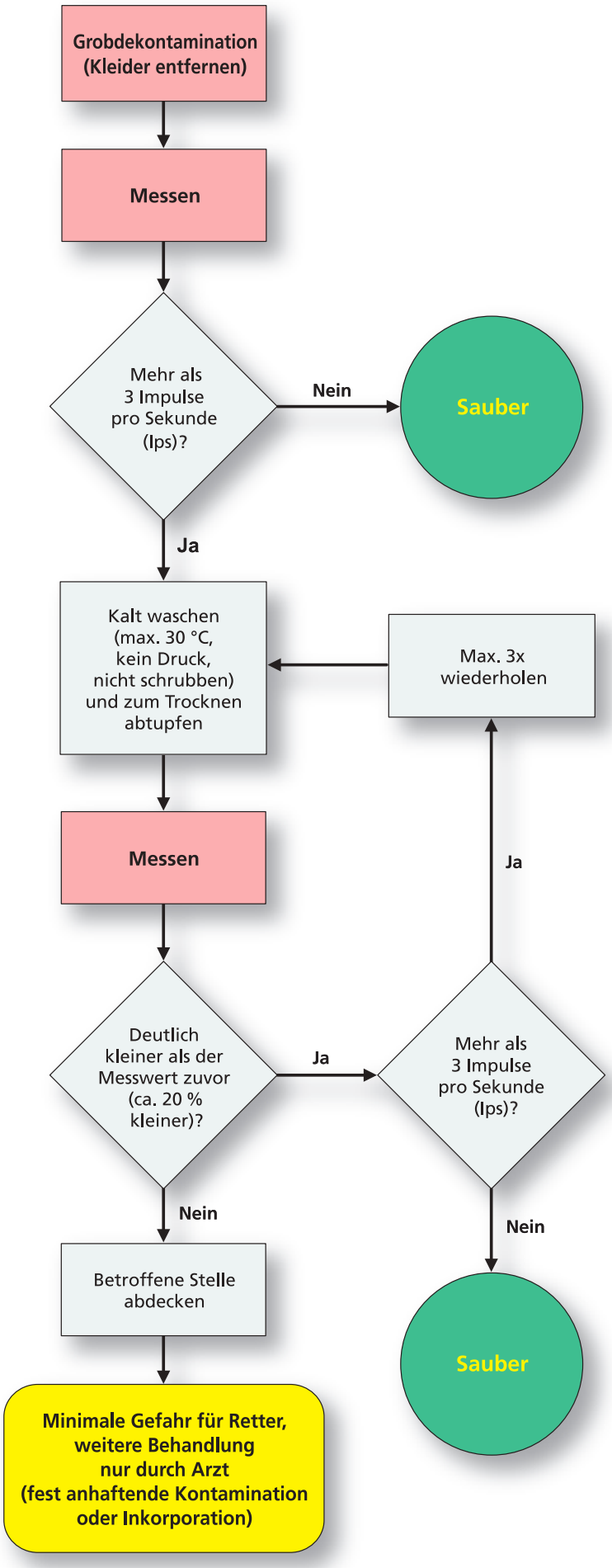
© by FKS: 04/2014

Kontaminationen auf der Haut

Bei Kontaminationen auf der Haut besteht die Gefahr, dass, durch Reinigungsversuche, der radioaktive Stoff immer weiter in die Haut eindringt.

Deshalb wird beim Messen immer mit der Wischtestsonde gearbeitet, und es muss nebenstehender Ablauf eingehalten werden:



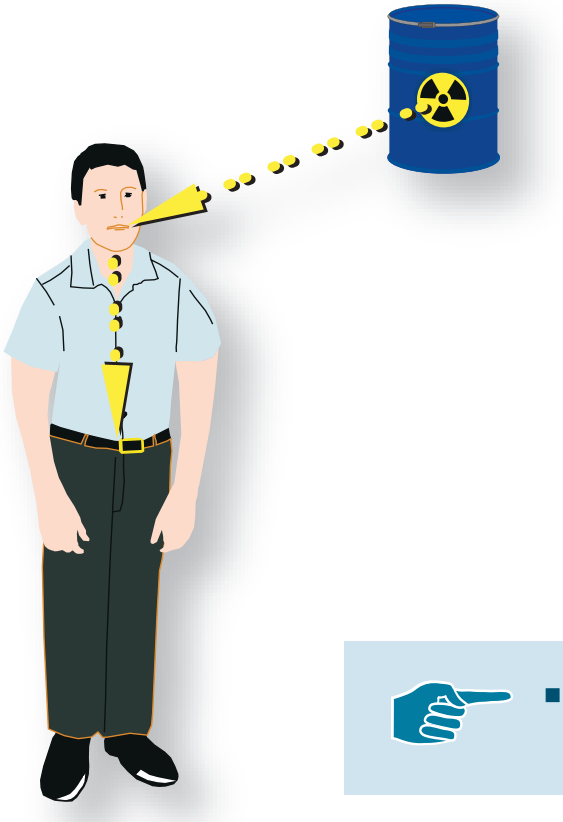


© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Medizinische Behandlungsmöglichkeiten bei einer Inkorporation

Methode	Beispiel
Sättigen des betroffenen Organs	Bei Kontaminationsgefahr mit radioaktivem Iod, Gabe von stabilem Iod zum Blocken der Aufnahme durch die Schilddrüse
Verdünnen des Isotops	Bei Kontamination mit radioaktivem Tritium, Gabe von Flüssigkeit und Diuretika
Verschieben des Isotops	Bei Kontamination mit radioaktivem Strontium, Gabe von Calcium zur Verdrängung von im Knochen gebundenem Strontium
Binden des Isotops	Gabe von DTPA, EDTA, Penicillamin



- Behandlung nur durch spezialisierten Arzt in einem Spital

© by FKS: 04/2014

3.8 Umgang mit Abfällen und Abwässern

Flüssigkeiten auffangen, Abfälle wenn möglich in Plastiksäcken sammeln und diese beschriften.
Die Aufsichtsbehörde entscheidet nach dem Messen und dem Analysieren, was mit den Abfällen passieren muss.

3.9 Probenahmen bei A-Ereignissen

Die Probenahme erfolgt bei A-Ereignissen nur nach Anweisungen der Aufsichtsbehörde bzw. der NAZ.

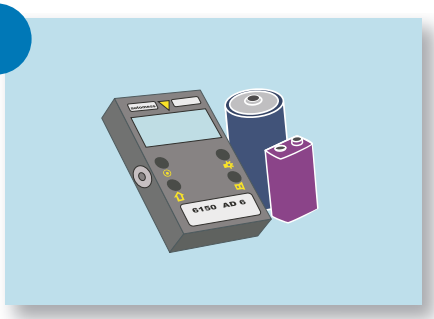
© by FKS: 04/2014

3.10 | Messungen vor Ort bei A-Ereignissen

Die meisten Messgeräte in der A-Wehr sind von Umgebungsbedingungen abhängig. Zum Beispiel bei Feuchtigkeit, Regen oder starken Magnetfeldern können die Messgeräte gestört werden und falsche Werte ausgeben. Ebenso können die Messgeräte durch Mobiltelefone und Pager gestört werden, die darum nicht in die Nähe gebracht werden dürfen.

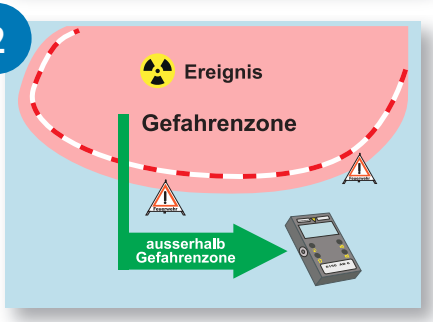
Beim Messen ist nach folgenden Punkten vorzugehen:

1



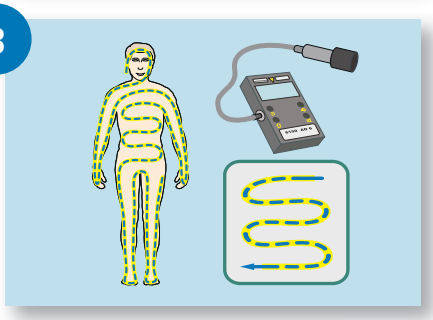
- Batterietest / Funktionskontrolle

2



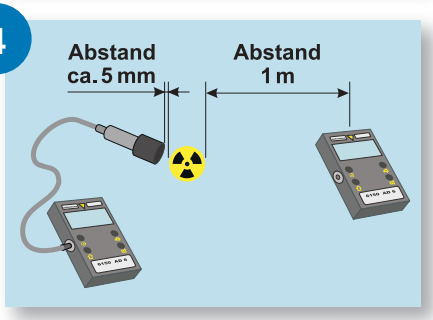
- Am Rand der Gefahrenzone muss die Ortsdosisleistung (ODL) kleiner als 25 µSv/h sein
- An der Dekostelle darf der Untergrund nicht grösser als 1x Richtwert sein (siehe Punkt 3.10.1)

3



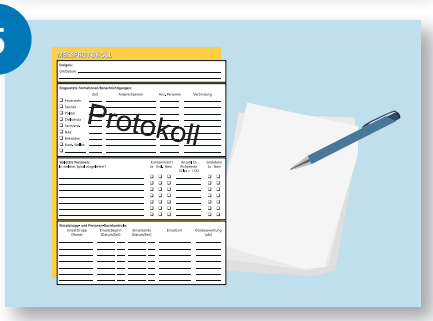
- Mit System messen, damit nichts ausgelassen wird

4



- Abstände:
  Dosisleistung 1 m
  Kontaminationsnachweis ca. 5 mm
- Vorsicht: Objekt nicht mit der Sonde berühren
  Kontaminationsgefahr

5



- Protokollieren (siehe Punkt 3.11.3 und 3.11.4)

Nicht jedes Gerät kann alle Arten von ionisierender Strahlung messen. Zum Beispiel Tritium ist ein schwacher β-Strahler und kann nur von wenigen Geräten gemessen werden (z.B. CoMo170).

© by FKS: 04/2014

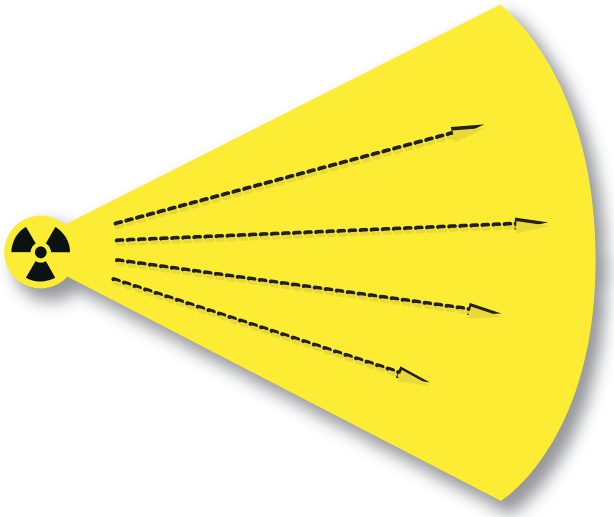
Fachinformationen

Messarten und Einheiten

- **Personendosis-Messung**

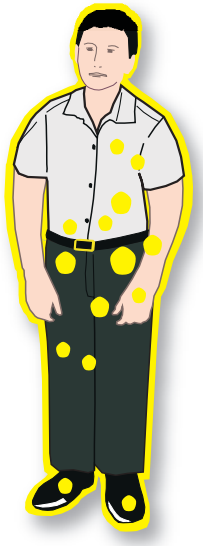
Sievert, Millisievert, Mikrosievert (Sv, mSv, µSv)

- Dosis ist immer **Dosisleistung x Zeit**



- **Dosisleistungs-Messung**

Sievert pro Stunde, Millisievert pro Stunde, Mikrosievert pro Stunde (Sv/h, mSv/h, µSv/h)



- **Kontaminationsnachweis**

Impulse pro Sekunde (Ips)

© by FKS: 04/2014

3.10.1 | Messen von Kontaminationen

Für die Kontaminationsmessung an Personen und Material können für kleine Bereiche die Wischtestsonde und für grössere Bereiche ein Grossflächenmessgerät eingesetzt werden. Werden mit einem Grossflächenmessgerät erhöhte Werte gemessen, muss auf die Wischtestsonde umgestiegen werden, um den exakten Kontaminationsort zu bestimmen.

Beispiel Kontaminationsmessgerät

Wischtestsonde (WT)

Mit der Wischtestsonde (WT) können α-, β- und γ-Kontaminationen gemessen werden. Der Messwert wird mit „Impulse pro Sekunde" (Ips oder s-1) angegeben. Im Einsatz gelten mehr als 3 Ips als kontaminiert (Richtwert bezogen auf Co-60).

Beispiele Kontaminations-Grossflächenmessgeräte

AD-k

Mit den Grossflächenmessgeräten können auch α-, β- und γ-Kontaminationen gemessen werden.

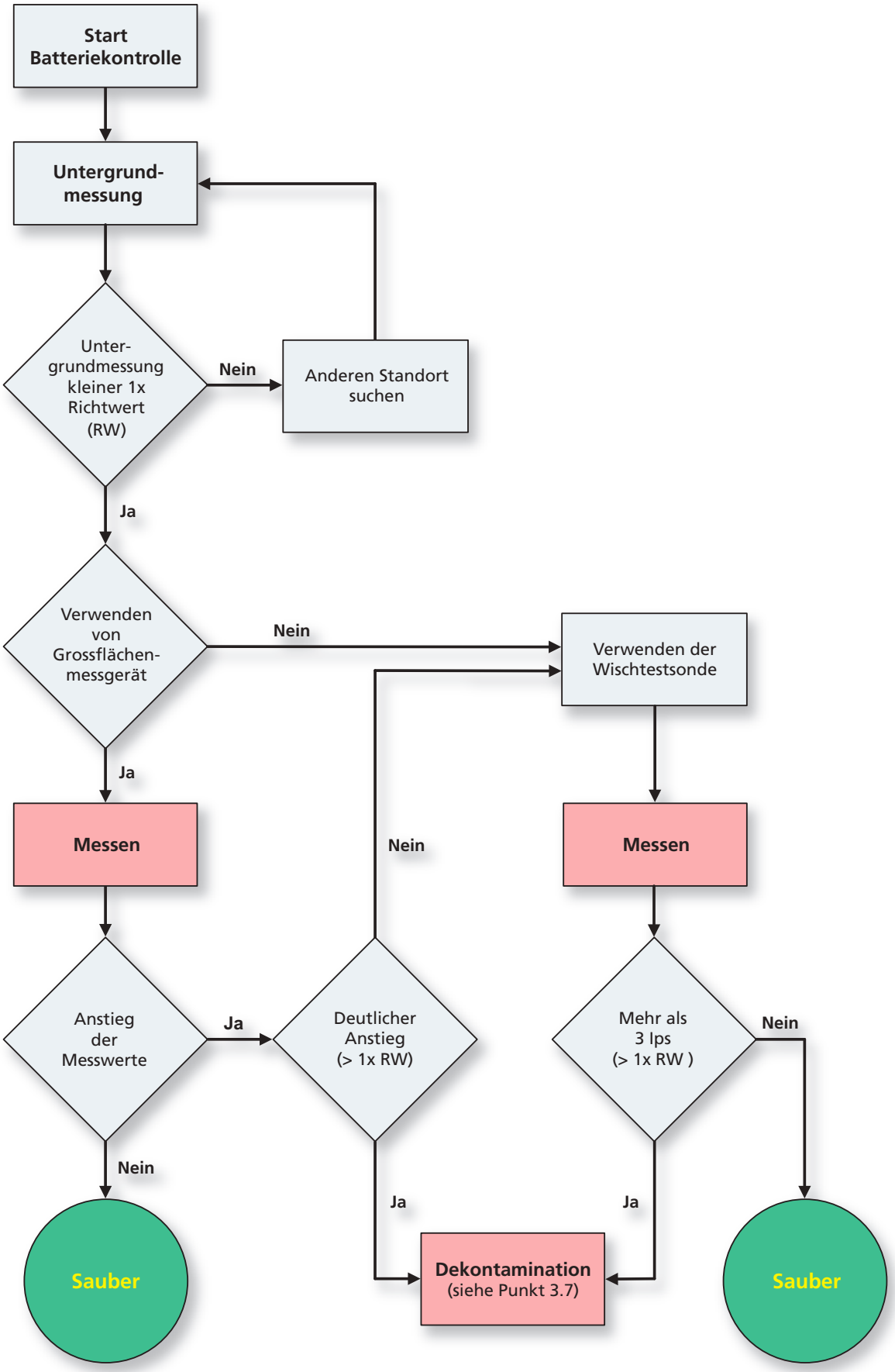
Bei dem AD-k können 20 Ips oder 60 Ips (Richtwert bezogen auf Co-60) als kontaminiert gelten (hängt von der Kalibrierung ab). Der gültige Wert sollte gut sichtbar angeschrieben sein.

Microcount II

Bei dem Microcount II können 250 Ips (Richtwert bezogen auf Co-60) als kontaminiert gelten. Auch bei diesem Gerät ist der genaue Wert von der Kalibrierung abhängig.

© by FKS: 04/2014

Messablauf für Kontaminationsmessung



© by FKS: 04/2014

3.10.2 | Messen von Ortsdosisleistungen (ODL)

Messgerät

Ortsdosisleistung, wenn möglich, zum Eigenschutz immer mit Teletektor messen. Die Messwerte werden in µSv/h oder mSv/h oder Sv/h gemessen. Nach dem Aufspüren einer Quelle wird der Wert in 1 m Abstand festgehalten.

Teletektor ausgefahren

Messgerät mit Teletektor

Messgerät 6150 AD 6/H

- Messbereich – vor allem Obergrenze – beachten, besonders in Strahlenfeldern grösser als 10 mSv/h

  Nur Teletektorgeräte haben typischerweise zwei Zählrohre, die auch einen höheren Dosisleistungsbereich abdecken

© by FKS: 04/2014

3.10.3 | Messen der Dosis

Personendosimeter

Personendosimeter werden getragen, um die Personendosis jeder Person, die im Gefahrenbereich eingesetzt wird, zu erfassen.

Die Dosimeter sind so eingestellt, dass bei einer Dosisleistung von 100 mSv/h ein Alarmton ertönt. Das bedeutet für die Einsatzkräfte **„sofort Rückzug"**, sofern kein separater Messtrupp mit Teletektor zur Verfügung steht. Ein zusätzlicher Dosisalarm erfolgt standardmässig bei 10 mSv. Die Grenze von 50 mSv (Schutz von Sachwerten) und 250 mSv (Rettung von Menschenleben) dürfen im Einsatz nicht überschritten werden. Es ist zwingend, rechtzeitig den Rückzug anzutreten, bevor die Grenzwerte überschritten werden.

Der Wert für den Dosisleistungsalarm beruht auf einer maximalen Einsatzzeit von 30 Minuten (Einsatzdauer PA): 30 Min x 100 mSv/h = 50 mSv Dosis. Für Einsatzkräfte ohne Pressluftatmer wird ein Dosisleistungsalarm von 100 mSv/h empfohlen.

Die Dosisgrenzwerte (50 mSv / 250 mSv) gelten für radiologische Störfälle (pro Einsatz / Jahr). Für Einsatzkräfte, welche bei mehreren oder längeren Einsätzen ionisierender Strahlung ausgesetzt sind, sind die Alarmschwellen entsprechend anzupassen. Für Organisationen, die regelmässig in einem Betrieb innerhalb von kontrollierten Zonen Einsätze leisten, wird eine Absprache mit dem zuständigen Strahlenschutzsachverständigen empfohlen.

RAD 50

RAD 60 (EDOS 99)

Korrekte Tragart Personendosimeter

In der Brusttasche, Klipp nach aussen

- Das RAD 50 reagiert empfindlich zusammen mit Mobiltelefonen; es darf daher nie zusammen mit einem Mobiltelefon oder Pager in der gleichen Tasche getragen werden; beim RAD 60 besteht dieses Problem weniger

- Vor und nach jedem Einsatz, Messwert ablesen und protokollieren (Dosiskontrolle)

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Kalibrierung und Eichung

Empfehlung: Zusätzlich zu den Wartungen gemäss Herstellerangaben, die Messgeräte von einer anerkannten Fachstelle eichen und kalibrieren lassen.

Kalibrierung

Hält das ganze Leben. Das heisst, es muss nur regelmässig die Funktion des Gerätes geprüft werden. Wenn bei einer Prüfung eine grosse Abweichung festgestellt wird, muss das Gerät neu kalibriert werden.

Eichung

Zeitlich limitiertes Zertifikat, das bei einer anerkannten Eichstelle erneuert werden kann.

- Ist ein Messgerät nicht geeicht, muss die Aufsichtsbehörde sämtliche Werte nachprüfen

© by FKS: 04/2014

3.11 | Hilfsmittel

Nützliche Formeln für die Einsatzplanung

Für die Berechnung sind notwendige Daten und Werte einerseits durch Messungen zu ermitteln, den Produktdatenblättern oder Packungsbeschriftungen zu entnehmen und andererseits in Nachschlagewerken oder in der Strahlenschutzverordnung (StSV) nachzuschlagen.

Berechnung der Dosisleistung anhand der Aktivität einer Quelle

$$\dot{H} = A \times h_{10}$$

$\dot{H}$	Dosisleistung	[mSv/h]
A	Aktivität	[Gbq]
h_{10}	Beurteilungsgrösse in 1 m Abstand (StSV Anhang 3)	$\left[\frac{mSv/h}{GBq}\right]$

Beispiel: **200 Mbq Co-60** => 0,2 Gbq x 0,366 $\left[\frac{mSv/h}{GBq}\right]$ = 0,073 mSv/h = **73 µSv/h**

- h_{10}-Werte sind in der StSV Anhang 3 zu finden

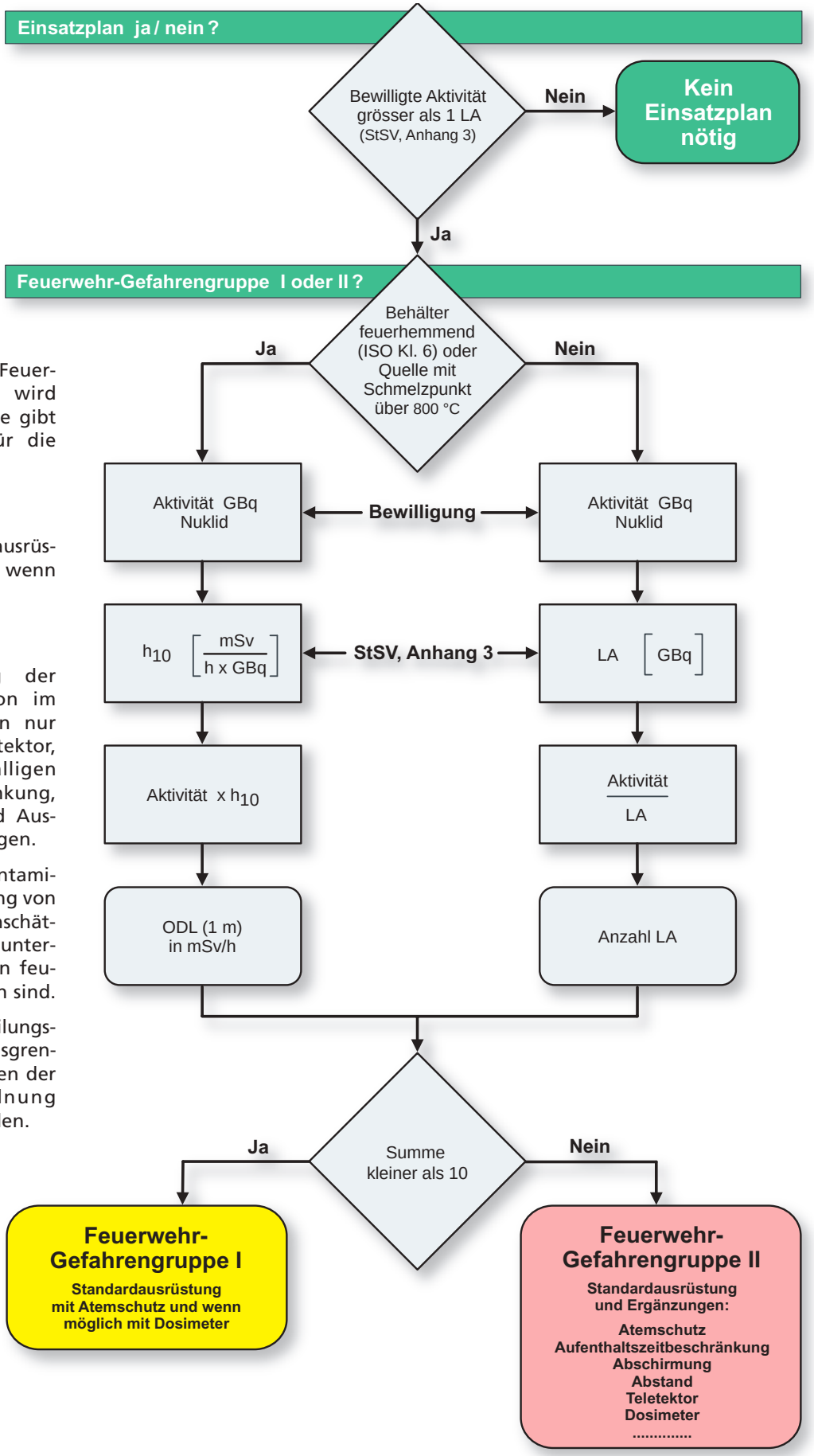
Berechnung der Aufenthaltsdauer

max. Aufenthaltsdauer für **Sachrettungen** = $\frac{\mathbf{50\,mSv \times 60}}{\mathbf{h_{10} \times A}}$ [**Min.**]

max. Aufenthaltsdauer für **Personenrettungen** = $\frac{\mathbf{250\,mSv \times 60}}{\mathbf{h_{10} \times A}}$ [**Min.**]

© by FKS: 04/2014

3.11.1 | Klassifizierung von Quellen für die Einsatzplanung



Die Aufteilung in zwei Feuerwehr-Gefahrengruppen wird seit 1985 empfohlen. Sie gibt einen Anhaltspunkt für die Einsatzleitung.

Gruppe I

Vorrücken mit Standardausrüstung und Atemschutz, wenn möglich mit Dosimeter.

Ab Gruppe II

Laufende Beurteilung der radiologischen Situation im Trupp nötig. Vorrücken nur mit Dosimeter und Teletektor, Beachtung einer allfälligen Aufenthaltszeitbeschränkung, gemäss Einsatzplan und Ausnutzen von Abschirmungen.

Um die Gefahr von Kontaminationen bzw. Freisetzung von Radioaktivität besser einschätzen zu können, wird unterschieden, ob die Quellen feuerhemmend umschlossen sind.

Die Werte für die Beurteilungsgrössen und Bewilligungsgrenzen (h_{10} / LA etc.) können der Strahlenschutzverordnung (StSV) entnommen werden.

© by FKS: 04/2014

3.11.2 | Umrechnungstabellen

Übersicht der Masseinheiten

p	Pico	=	10^{-12}	=	0,000 000 000 001	= Billionstel
n	Nano	=	10^{-9}	=	0,000 000 001	= Milliardstel
µ(u)	Mikro	=	10^{-6}	=	0,000 001	= Millionstel
m	Milli	=	10^{-3}	=	0,001	= Tausendstel
c	Zenti	=	10^{-2}	=	0,01	= Hundertstel
d	Dezi	=	10^{-1}	=	0,1	= Zehntel
D	Deka	=	10^{1}	=	10	= Zehn
h	Hekto	=	10^{2}	=	100	= Hundert
k	Kilo	=	10^{3}	=	1'000	= Tausend
M	Mega	=	10^{6}	=	1'000'000	= Million
G	Giga	=	10^{9}	=	1'000'000'000	= Milliarde
T	Tera	=	10^{12}	=	1'000'000'000'000	= Billion

Umrechnungstabelle für die Aktivität

Becquerel		Curie		Curie		Becquerel
100 GBq	=	2,7 Ci		100 Ci	=	3,7 TBq
10 GBq	=	270 mCi		10 Ci	=	370 GBq
1 GBq	=	27 mCi		**1 Ci**	**=**	**37 GBq**
1000 MBq	=	27 mCi		1000 mCi	=	37 GBq
100 MBq	=	2,7 mCi		100 mCi	=	3,7 GBq
10 MBq	=	270 mCi		10 mCi	=	370 MBq
1 MBq	=	27 mCi		1 mCi	=	37 MBq
1000 kBq	=	27 mCi		1000 µCi	=	37 MBq
100 kBq	=	2,7 mCi		100 µCi	=	3,7 MBq
10 kBq	=	270 nCi		10 µCi	=	370 kBq
1 kBq	=	27 nCi		1 µCi	=	37 kBq
1000 Bq	=	27 nCi		1000 nCi	=	37 kBq
100 Bq	=	2,7 nCi		100 nCi	=	3,7 kBq
10 Bq	=	270 pCi		10 nCi	=	370 Bq
1 Bq	=	27 pCi		1 nCi	=	37 Bq

© by FKS: 04/2014

Download Formular

3.11.3 | Meldeformular für radiologische Ereignisse

EINSATZPROTOKOLL (Seite 1/2) Meldung Nr. .....

Ereignis

Datum ..... ❑ Betrieb .....

Zeit ..... ❑ Transportunfall .....

Ort ..... ❑ Brand .....

Wetter ❑ sonnig ❑ bewölkt ❑ Regen ❑ Schnee

Wind ❑ aus Richtung ..... ❑ Stärke .....

Einsatzkräfte (vor Ort)

	Zeit	Ansprechperson	Verbindung
❑ Feuerwehr	.....	.....	.....
❑ Rettungsdienst	.....	.....	.....
❑ Polizei	.....	.....	.....
❑ A-Sachverst.	.....	.....	.....
❑ NAZ	.....	.....	.....
❑	.....	.....	.....

ISOTOPE

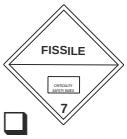
❑ ISOTOPE bekannt ..... ❑ ISOTOPE unbekannt

Aktivität ..... Bq

❑ LABOR Arbeitsbereich ❑ Typ A ❑ Typ B ❑ Typ C

❑ Kernanlage Zone ❑ I ❑ II ❑ III ❑ IV

GEFAHRENKENNZEICHEN, Versandstückkategorie:



❑ ❑ ❑ ❑ ❑ UN-Nummer .....

VERSANDSTÜCK-TYP ❑ A ❑ B(U) ❑ B(M) ❑ C

Festgestellte Auswirkungen

❑ Kontamination Oberfläche ..... Ips ..... RW

Messort ..... Messgerät .....

.....

❑ Ortsdosisleistung ..... µSv/h

Messort ..... Messgerät .....

.....

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

EINSATZPROTOKOLL (Seite 2/2)

Haupt-gefährdung

❑ Mensch (Anzahl) ..... ❑ Tier ..... ❑ Boden ❑ Luft ❑ Wasser

❑ Andere ..... ❑ .....

Getroffene Massnahmen

❑ Gefahrenzone eingerichtet ❑ .....

❑ Betroffene ausserhalb der Gefahrenzone ❑ .....

Weitere Mittel — Datum / Zeit

❑ ABC-Wehr ..... ❑ angefordert ..... / .....

❑ auf Platz ..... / .....

❑ Bundespikett ..... ❑ angefordert ..... / .....

❑ auf Platz ..... / .....

❑ A-Sachverständige ..... ❑ angefordert ..... / .....

❑ auf Platz ..... / .....

Betroffene Personen

Name	Aufenthaltsort / Spital	Verletzt ja	Kontaminiert ja	Kontaminiert nein	Kontaminiert evtl.	Deko ja	Gemessen ja
.....	.....	❑	❑	❑	❑	❑	❑
.....	.....	❑	❑	❑	❑	❑	❑
.....	.....	❑	❑	❑	❑	❑	❑
.....	.....	❑	❑	❑	❑	❑	❑
.....	.....	❑	❑	❑	❑	❑	❑

Dosis-kontrolle

Einsatztrupp (Name)	Einsatzbeginn (Datum / Zeit)	Einsatzende (Datum / Zeit)	Einsatzort	Auswertung Dosis (µSv)
.....	..... /	..... /	.....	.....
.....	..... /	..... /	.....	.....
.....	..... /	..... /	.....	.....

Meldung

❑ Kontaktperson — Einsatzorganisation — Telefon / Natel / Fax

....

❑ Meldung an NAZ — Datum / Zeit

Tel. 044 804 11 11 .... / .....

Fax 044 268 57 78 .... / .....

Beilagen

❑ .....

© by FKS: 04/2014

Download Formular

3.11.4 | Kontaminationsprotokoll für radiologische Ereignisse

KONTAMINATIONSPROTOKOLL

Meldung Nr. .....

Betroffene Personen

Name ..... Vorname ..... PLS .....

Datum ..... Geburtsdatum .....

Ort .....

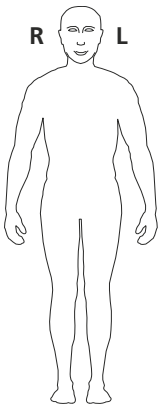
.....

Messzeitpunkt .....

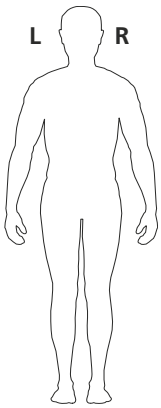
Messung

Vor Deko

vorne



hinten



Kontaminationskontrolle

Untergrundmessung ..... Ips

Max. Wert ..... Ips ..... RW

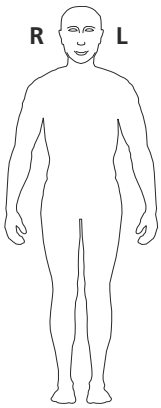
Messgerät .....

Bemerkung .....

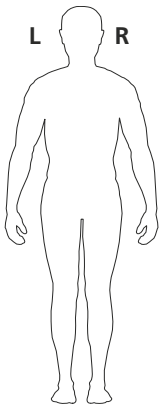
.....

Nach Deko

vorne



hinten



Kontaminationskontrolle

Untergrundmessung ..... Ips

Max. Wert ..... Ips ..... RW

Messgerät .....

Bemerkung .....

.....

Weg der betroffenen Person

Übergabe an ..... Zeit .....

Spital .....

Begleitperson .....

Verbindung / Kontakt .....

.....

Ausgefüllt von

Name ..... Organisation .....

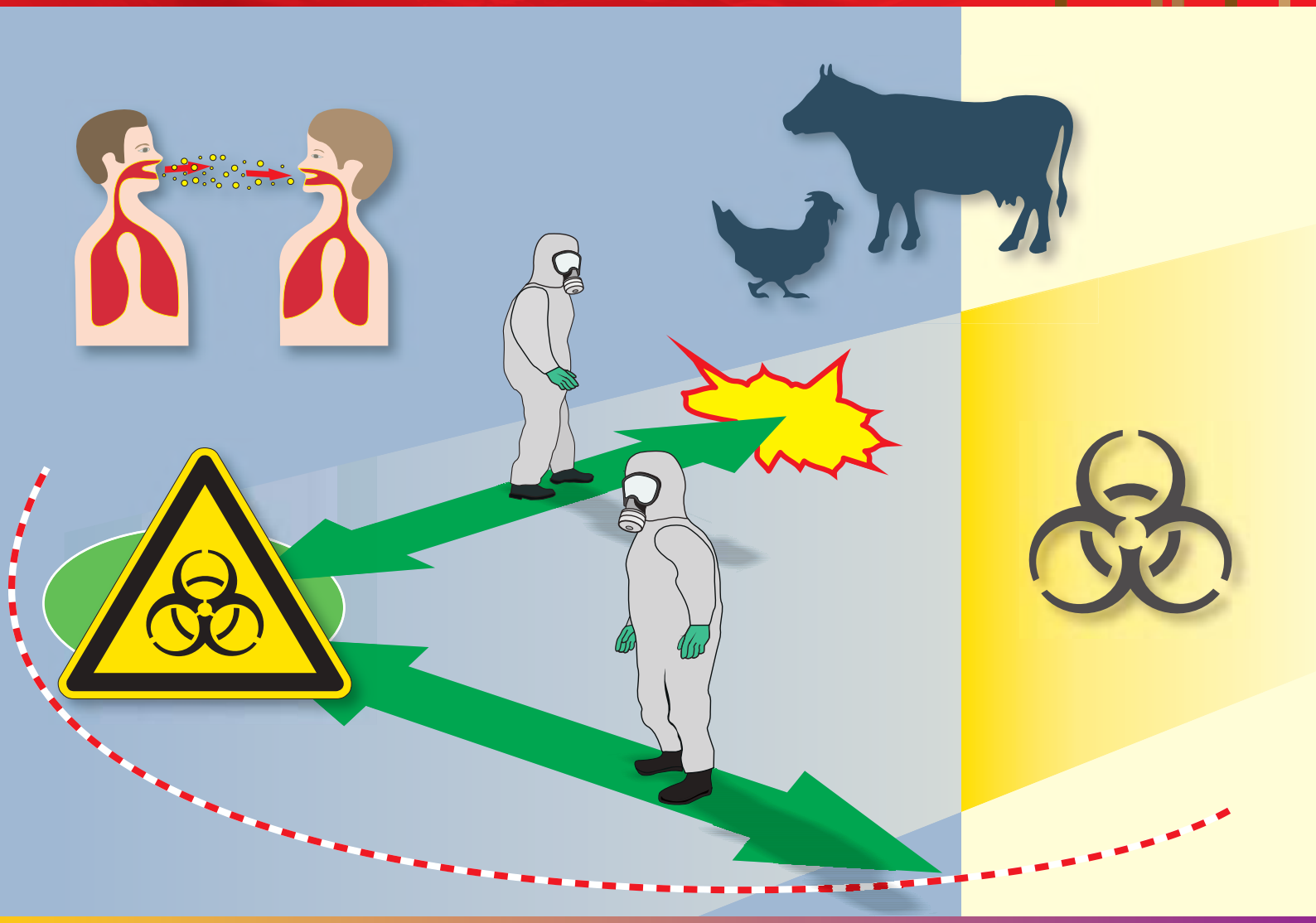
Kontakt .....

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Notizen

© by FKS: 04/2014



4 | B-Wehr

4.1 | Grundsätzliches

Bei einem **B-Ereignis** handelt es sich primär um die Freisetzung von Mikroorganismen, die krankheitserregend und/oder gentechnisch verändert sind. Bei der Freisetzung kann es sich um eine tatsächliche oder eine vermeintliche handeln. Sie ist meistens nur indirekt und verzögert (durch Krankheitssymptome, Laborbefund etc.) erkennbar. Betroffen sind Gesundheit von Mensch und Tier, Unversehrtheit der Umwelt und der Biodiversität sowie die freie Verfügbarkeit von Infrastrukturen.

Bei einem B-Ereignis ist es die Aufgabe des Einsatzleiters, geeignete Massnahmen anzuordnen und diese zu überwachen, um die Verbreitung bzw. Vermehrung der freigesetzten Krankheitserreger zu verhindern. Die B-Fachberatung steht dem Einsatzleiter unterstützend zur Seite.

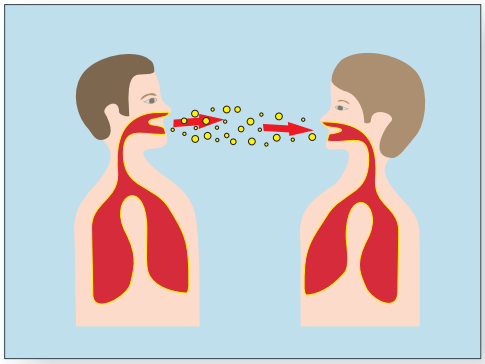
Im Gegensatz zu einem Brandereignis hat der Faktor Zeit bei einem B-Ereignis eine andere Bedeutung. Ist erst einmal eine regelkonforme Zone gebildet und sind erste Massnahmen zur Verhinderung der weiteren Verbreitung oder Vermehrung getroffen (z.B. Ausschalten der Gebäudelüftung, Sperrung von Räumlichkeiten, Isolation von Betroffenen), herrscht kein unmittelbarer Zeitdruck mehr.

Um die Menge vorhandener Krankheitserreger zu vermindern, wird dekontaminiert, gegebenenfalls desinfiziert.

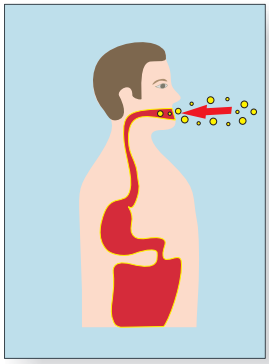
Krankheitserreger wie Bakterien oder Viren können nicht mit den menschlichen Sinnen wahrgenommen werden. Neben Plausibilitätsüberlegungen der B-Fachberatung erlaubt nur der Nachweis in einem Labor (Diagnostik) eine verlässliche Aussage über die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Krankheitserregers.

Die ärztliche Überwachung und medizinische Nachsorge können bei einem B-Ereignis von grosser Bedeutung sein. Die B-Fachberatung empfiehlt gegebenenfalls den Beizug amtsärztlicher oder amtstierärztlicher Unterstützung.

Verschiedene Wege der Ansteckung

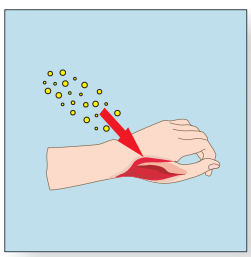


über Atemwege

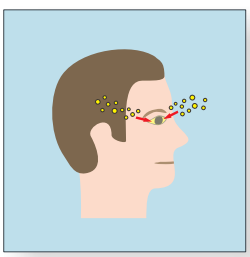


über das Verschlucken

Die Übertragung (Ansteckung) und Verbreitung von Krankheitserregern kann durch Kontakt mit festen oder flüssigen Medien, durch die Luft oder durch Kontakt und Berührung von kontaminierten Gegenständen und Oberflächen erfolgen. Um insbesondere die Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern, ist jeglicher Kontakt mit kontaminierten Flüssigkeiten, Aerosolen (Tröpfchen) in der Luft, Stäuben, Gegenständen und Oberflächen zu vermeiden. Dazu ist eine geeignete Form der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) zu wählen (siehe Punkt 4.2).



über Wunden



über die Augen

Kontaminierte Oberflächen nicht berühren; nicht mit Händen ins Gesicht fassen (grösste Infektionsgefahr!).

© by FKS: 04/2014

4.2 | Persönliche B-Schutzausrüstung

Brand oder Crash-Rettung → siehe Kapitel 2.5.1

Übrige B-Einsätze ohne Brand: Transport und stationär „Biosicherheitsstufe 2"

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
oder oder		■ **Atemschutz** Mind. leichter Filteratemschutz (FFP3-Halbmaske und Schutzbrille), Vollmaske mit P3-Filter oder Aussenluft unabhängiger Pressluftatmer mit Überdruck --- ■ **Körperschutz** Brandschutzkleidung, inkl. Helm mit Nackenschutz oder Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3) --- ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel oder Feuerwehrgummistiefel --- ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren) ---

Übrige B-Einsätze ohne Brand: stationär „Biosicherheitsstufen 3 und 4"

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		■ **Vollschutz** Chemie-Vollschutzanzug mit Aussenluft unabhängigem Pressluftatmer mit Überdruck Sicherheitshandschuhe am Anzug Sicherheitsstiefel am Anzug ---

© by FKS: 04/2014

Einsatz bei „Anthrax-Verdacht“

Atemschutz

oder

Körperschutz

Bemerkungen

- **Atemschutz**
  Vollmaske mit P3-Filter oder leichter Filteratemschutz (FFP3-Halbmaske und Schutzbrille)

- **Körperschutz**
  Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3)

- **Fussschutz**
  Chemiegummistiefel oder Feuerwehrgummistiefel

- **Handschutz**
  Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)

Einsatz beim Auffinden toter Wildvögel

Atemschutz

Körperschutz

Bemerkungen

- **Atemschutz**
  Leichter Filteratemschutz (FFP3-Halbmaske und Schutzbrille)

- **Körperschutz**
  Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 4, 5, 6)

- **Fussschutz**
  Chemiegummistiefel oder Feuerwehrgummistiefel

- **Handschutz**
  Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)

© by FKS: 04/2014

4.3 | Ereignis in stationärer Anlage

Im Vordergrund stehen Unfälle oder technische Zwischenfälle in Produktionsstätten der Industrie, in Forschungslaboratorien (inkl. Tieranlagen, Gewächshäuser, Versuchsfelder) sowie in Diagnostiklaboratorien. Diese Anlagen verfügen jeweils über eine für die Biosicherheit verantwortliche Person (Biosafety Officer, BSO).

In stationären Anlagen der Biosicherheitsstufen 2, 3 und 4 sind für die Einsatzkräfte Brandschutz- und Feuerwehreinsatzpläne hinterlegt. Die Einsatzkräfte haben, gemäss diesen Vorgaben, den Einsatz zu bewältigen.

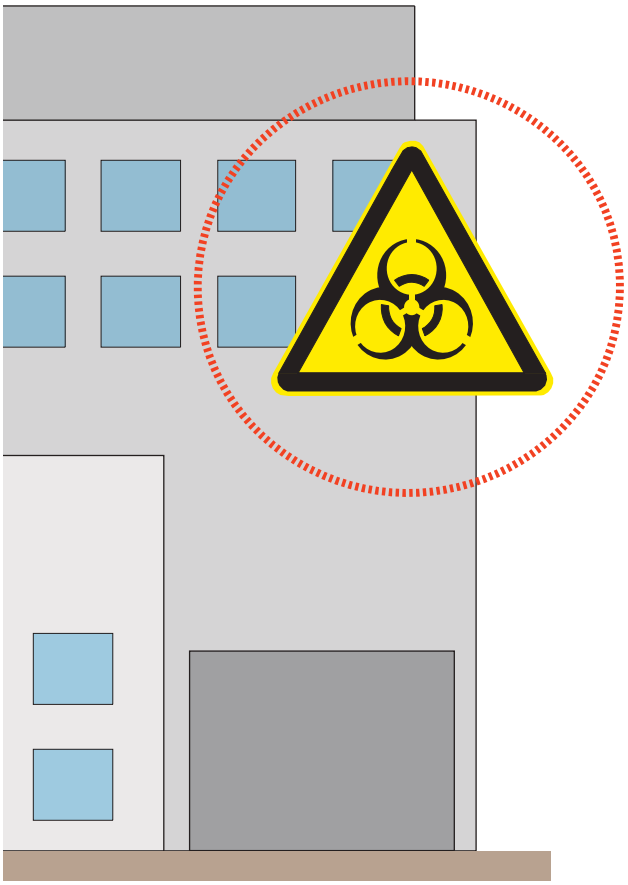
In jedem Fall ist zusätzlich die kantonale Fachstelle Biosicherheit zu informieren (z.B. Umweltschutzamt, Kantonales Labor etc.).

Ereignisbeispiele

- Freisetzung ansteckungsgefährlicher Viren in kleinen Mengen (weniger als 1 l)
- Freisetzung gentechnisch veränderter Bakterien oder Pilze in grossen Mengen (mehr als 1 l)

Eigenschaften der Organismen

- Sie können Krankheiten auslösen
- Sie können die Umwelt gefährden (z.B. gentechnisch veränderter Organismus)
- Sie können in flüssiger oder fester Form sowie als Aerosol vorkommen
- Sie sind in der Luft und auf Oberflächen von blossem Auge normalerweise nicht erkennbar
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Desinfektionsmitteln
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Antibiotika / Virostatika bei medizinischer Behandlung



Gefahren bei Freisetzung

- Verbreitung über Luft, Abwasser, Oberflächen, Gegenstände, Mensch, Tier, Kleidung möglich
- Aufnahme beim Menschen vor allem über Atemwege und Haut, aber auch über Körperöffnungen und Verletzungen möglich
- Krankheitssymptome erst Stunden bis Tage später erkennbar
- Kontaminationsgefahr für Umwelt
- Versuchstiere können Träger von Krankheitserregern sein und diese verbreiten (Vorsicht vor Bissen und Kratzern)
- Austreten von ansteckungsgefährlichen Stoffen aus auftauenden Kühlgeräten und Kühlräumen (kühl halten)
- Erwärmung von geschlossenen Behältern kann zum Druckanstieg und Bersten führen (siehe Punkt 4.12)
- Es können gleichzeitig leicht entzündliche oder ätzende chemische Substanzen freigesetzt werden

- Für einsatzrelevante Informationen sind die für die Überwachung der biologischen Sicherheit verantwortliche Person des Betriebes (Biosafety Officer, BSO) zu kontaktieren sowie allfällig vorhandene (Einsatz-)Pläne zu konsultieren

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Biosicherheitsverantwortliche Person (Biosafety Officer, BSO) des Betriebes kontaktieren
- Partnerorganisationen informieren
- B-Fachberatung aufbieten
- Der Situation angepasste Zonen erstellen
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht in Lebensgefahr sind, nach Möglichkeit an einem geeigneten Ort, innerhalb der Gefahrenzone, sammeln
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material, Personen)
- Informationen über die vorhandenen Organismen und deren Eigenschaften beschaffen (Betriebspersonal, Notfallkonzept, Einsatzplan etc.)
- Ventilations- bzw. Lüftungsanlagen nach Vorgaben des Brandschutz- und Feuerwehreinsatzplans abschalten; Ausnahme: Unterdrucksysteme bei Anlagen der Biosicherheitsstufe 3 oder 4
- Lecks wenn möglich abdichten (Chemiewehrmaterial verwenden)
- Austretenden Stoff (selbst kleinste Mengen) auffangen und in dicht verschliessbaren Behältnissen, z.B. stabile Plastiksäcke (3-fach), verwahren
- Feste Stoffe, ohne Staubaufwirbelung, aufnehmen und in dicht verschliessbaren Gefässen deponieren
- Abläufe, Kanalisationsschächte etc. rasch abdichten
- Besteht die Gefahr, dass Stoffe in offenes Gewässer, Kanalisation oder Erdreich gelangen, Gewässerschutzfachstelle informieren
- Kühlgeräte und Kühlräume in Betrieb halten, bei Ausfall der Kühlung nicht mehr öffnen
- Labortiere nur nach Anweisung der Fachleute bergen und transportieren

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Lokalisierung der Quelle
- Probenahme für Analysen (siehe Punkt 4.10)
- Dekontamination / Desinfektion (siehe Punkt 4.8)
- Massnahmen für Rückhalt von Abwasser treffen (siehe Punkt 4.9)
- Bei Ansteckungsgefahr können Quarantänemassnahmen notwendig sein (behördliche Anordnung)

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer, unter Beteiligung von kontaminiertem Material

- Geeignetes Löschmittel: Schaum, Sprühstrahl, CO_2
- Löschmittel sparsam einsetzen
- Kontaminiertes Wasser auffangen (siehe Punkt 4.9)
- Unbeschädigte Behälter, Kühleinrichtungen, Anlageteile aus der Wärmestrahlung entfernen, nach Möglichkeit aber in der Biosicherheitszone oder im Gebäude belassen

- In Gebäuden, Hochleistungslüfter nur gemäss Einsatzplan und/oder nach Rücksprache mit der B-Fachberatung einsetzen (Gefahr der Kontaminationsverbreitung)

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Warnzeichen
Biogefährdung (Biohazard)

Biosicherheit
Primär anzutreffen im Eingangsbereich eines Labors ab Biosicherheitsstufe 2

Stationäre Anlagen

Stationäre Anlagen im Biologiebereich sind Bauten oder andere ortsfeste Einrichtungen, in denen mit pathogenen und/oder gentechnisch veränderten Organismen im geschlossenen System umgegangen wird. Dabei wird der Kontakt der Organismen mit den Beschäftigten und der Umwelt durch physikalische oder andere Schranken begrenzt oder verhindert. B-Anlagen unterstehen der Meldepflicht und sind deshalb den Behörden bekannt. Darunter fallen bestimmte Diagnostik- und Forschungslaboratorien, Produktionsanlagen, Tierhaltungsräume, Gewächshäuser und dazugehörige Kühl- und Lagerräume. Explizit nicht darunter fallen Anlagen in der Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion (wie Bäckereien, Brauereien etc.), Kläranlagen oder Kompostierwerke, obwohl darin u.U. auch mit Organismen umgegangen wird.

Jede Anlage besitzt ein spezifisches Gefährdungspotential für Mensch (inkl. der Einsatzkräfte im Ereignisfall), Tier und Umwelt, das sich hauptsächlich aus dem schädigenden Potential der verwendeten Organismen und den damit durchgeführten Tätigkeiten ergibt. Aufgrund des Gefährdungspotentials einer Anlage wird diese einer bestimmten Sicherheitsstufe zugewiesen, die wiederum die gesetzlich vorgeschriebenen technischen und organisatorischen Sicherheitsmassnahmen definiert.

Labor der Biosicherheitsstufe	Gefahr für Mensch, Tier und Umwelt	Bauliche und technische Sicherheitsmassnahmen	Anzahl Anlagen in der Schweiz	Organismen
1	keine oder vernachlässigbar	Standard-Laborbau	ca. 1'500	Joghurtbakterien, Bierhefen
2	gering	Warnzeichen Biogefährdung, einfache Zutrittskontrolle	ca. 500	Röteln, Salmonellen
3	mässig	Unterdruck, Zugang über doppeltürige Schleuse, Raum ist begasbar	ca. 50	Tuberkulose-Bakterien HIV-Viren
4	hoch	Hochsicherheitslabor	3	Maul- und Klauenseuche, Ebola-Virus, Pocken-Virus

- Je grösser das Gefährdungspotential (und somit das Risiko) einer Anlage für Mensch und Umwelt, desto höher ist die Sicherheitsstufe und desto mehr Sicherheitsmassnahmen sind vorgeschrieben

© by FKS: 04/2014

4.4 | Ereignis bei Gütertransport / -umschlag

Es stehen insbesondere Ereignisse auf Verkehrswegen, auf Güterumschlagplätzen, in der Luftfracht und am Zoll im Vordergrund.

Beim Transportgut handelt es sich vornehmlich entweder um Abfälle oder Kleinpackungen.

Es ist anzunehmen, dass kontaminiertes Material austritt.

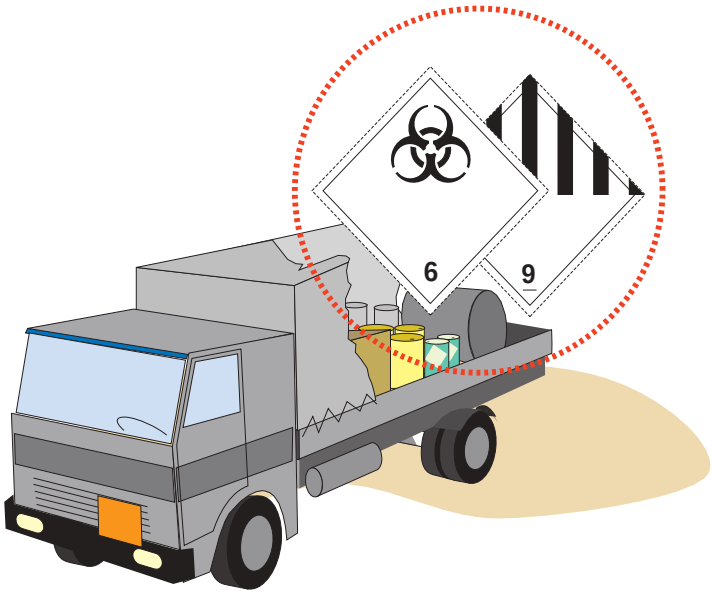
In jedem Fall ist die kantonale Fachstelle Biosicherheit zu informieren (z.B. Umweltschutzamt, Kantonales Labor).

Ereignisbeispiel

- Freisetzung von Patientenproben, Referenzproben oder medizinischen Abfällen

Eigenschaften der Organismen

- Sie können Krankheiten auslösen
- Sie können die Umwelt gefährden (z.B. gentechnisch veränderter Organismus)
- Sie können in flüssiger oder fester Form sowie als Aerosol vorkommen
- Sie sind in der Luft und auf Oberflächen von blossem Auge normalerweise nicht erkennbar
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Desinfektionsmitteln
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Antibiotika / Virostatika bei medizinischer Behandlung
- Sie sind in Transportdokumenten ADR / SDR / RID / ICAO festgehalten



Gefahren bei Freisetzung

- Verbreitung über Luft, Abwasser, Oberflächen, Gegenstände, Mensch, Tier, Kleidung möglich
- Aufnahme beim Menschen vor allem über Atemwege und Haut, aber auch über Körperöffnungen und Verletzungen möglich
- Krankheitssymptome erst Stunden bis Tage später erkennbar
- Kontaminationsgefahr für Umwelt
- Erwärmung von Behältern kann zum Druckanstieg und Bersten führen (siehe Punkt 4.12)
- Es ist mit weiterem Stoffaustritt zu rechnen (Treib- und Betriebsstoffe, Ladungsgut etc.)

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Partnerorganisationen informieren
- B-Fachberatung aufbieten
- In Windrichtung vorgehen, der Situation angepasste Zonen erstellen
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht in Lebensgefahr sind, nach Möglichkeit an einem geeigneten Ort, innerhalb der Gefahrenzone, sammeln
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material, Personen)
- Informationen über die vorhandenen Organismen und deren Eigenschaften beschaffen (Fahrzeuglenker, Transportpapiere, Versender etc.)
- Lecks, wenn möglich, abdichten (Chemiewehrmaterial verwenden)
- Austretenden Stoff (selbst kleinste Mengen) auffangen und in dicht verschliessbaren Behältnissen, z.B. stabile Plastiksäcke (3-fach), verwahren
- Feste Stoffe, ohne Staubaufwirbelung, aufnehmen und in dicht verschliessbaren Gefässen deponieren
- Abläufe, Kanalisationsschächte etc. rasch abdichten
- Besteht die Gefahr, dass Stoffe in offenes Gewässer, Kanalisation oder Erdreich gelangen, Gewässerschutzfachstelle informieren

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Lokalisierung der Quelle
- Probenahme für Analysen (siehe Punkt 4.10)
- Dekontamination / Desinfektion (siehe Punkt 4.8)
- Bei Ansteckungsgefahr können Quarantänemassnahmen notwendig sein (behördliche Anordnung)

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer, unter Beteiligung von kontaminiertem Material

- Geeignetes Löschmittel: Schaum, Sprühstrahl, CO_2
- Löschmittel sparsam einsetzen
- Kontaminiertes Wasser auffangen (siehe Punkt 4.9)
- Unbeschädigtes Transportgut entfernen

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Normalfall und Tierseuchenfall

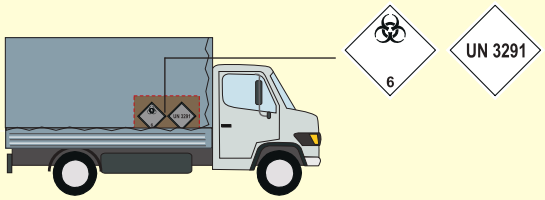
In der Praxis unterscheidet man beim Transport von ansteckungsgefährlichen Stoffen zwischen dem Normalfall und dem Tierseuchenfall.

Normalfall
z.B. Spitalabfall, Labor etc.

- Transport medizinischer Abfälle mit ansteckungsgefährlichen Stoffen, von Spitälern zu vordefinierten Verbrennungsanlagen
- Fahrzeuge, je nach Beförderungsmenge, mit oder ohne neutrale orange Tafel gemäss ADR
- Abfälle gelten als Sonderabfälle und werden aufgrund ihrer Eigenschaften gemäss der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) kategorisiert und codiert
- Stückguttransporte von ansteckungsgefährlichen Stoffen, wie Referenzproben, von Labor zu Labor durch spezielle Kurierdienste in Lieferwagen
- Versandstücke meistens mit Gefahrzettel und UN-Nummer

Mögliche Kennzeichnung der Fahrzeuge

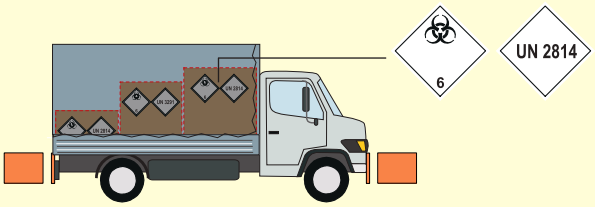
Versandstück



Stückgut mit Diagnostikproben

- 1 Gefahrzettel und 1 UN-Nummer pro Stückgut

Versandstück



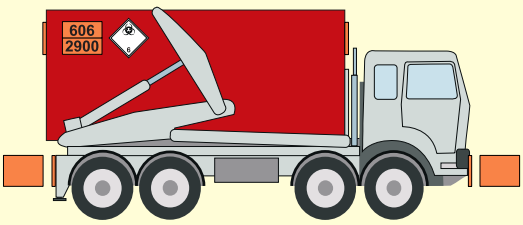
Stückgut mit Spitalabfällen

- 2 orange Tafeln an Fahrzeug (hinten und vorne)
- 1 Gefahrzettel und 1 UN-Nummer pro Stückgut

Tierseuchenfall
z.B. Maul- und Klauenseuche etc.

- Entsorgung der (ansteckungsgefährlichen) Tierkadaver erfolgt in Grosscontainern auf vordefinierten Routen zu einer vertraglich bezeichneten Entsorgungsanlage
- Neben den Gefahrgutbestimmungen sehen das Tierseuchengesetz und seine Verordnungen dafür geschlossene Mulden mit schwarzen Etiketten und der Bezeichnung „Nur zur Entsorgung / Verbrennung" oder „Zur energetischen Nutzung vor der Verbrennung" vor
- Ausbruch von hoch ansteckenden Tierseuchen, wie Maul- und Klauenseuche, wird rasch publik: je nach Ausmass dürfen Region, Fahrstrecken und eingesetzte Fahrzeuge den Einsatzkräften bekannt sein

Kennzeichnung der Fahrzeuge



Wechsellader / Container

- 2 orange Tafeln an Fahrzeug (hinten und vorne)
- 4 orange Tafeln an Container (allseitig mit Gefahrnummer)
- 4 Gefahrzettel pro Container (allseitig)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Kennzeichnung des Transports von biologischem Material gemäss ADR / SDR

Beim Transport von ansteckungsgefährlichen Stoffen wird gemäss ADR / SDR das Transportgut in zwei Kategorien unterteilt:

Kategorie A

- Ansteckungsgefährlicher Stoff, der bei Menschen oder Tieren eine dauerhafte Behinderung oder eine lebensbedrohende oder tödliche Krankheit hervorrufen kann (z.B. Pocken-Virus, SARS-Corona-Virus, Tollwut-Virus, Tuberkulose-Bakterium, Maul- und Klauenseuche-Virus, Blauzungenkrankheit-Virus etc.)
- Bestehen Zweifel darüber, ob ein Stoff die Kriterien erfüllt oder nicht, ist er der Kategorie A zuzuordnen

Kategorie B

- Ansteckungsgefährlicher Stoff, der die Kriterien der Kategorie A **nicht** erfüllt (z.B. Durchfallerreger, Erkältungserreger)

ADR-/ RID-Klasse	Kennzeichnung	Gefahrzettel	Bezeichnung	Anwendung bei
6.2	606		**Gefahrnummer 606** Ansteckungsgefährliche Stoffe	
	606 2814		**UN-Nummer 2814** Ansteckungsgefährlicher Stoff; gefährlich für Menschen	**Mikroorganismen der Kategorie A** ■ Ebola-Virus ■ Pocken-Virus
	606 2900		**UN-Nummer 2900** Ansteckungsgefährlicher Stoff; nur gefährlich für Tiere	**Mikroorganismen der Kategorie A** ■ Rinderpest-Virus (nur Kulturen)
	606 3291		**UN-Nummer 3291** Klinischer Abfall, unspezifiziert, N.A.G. **oder** (bio-)medizinischer Abfall, N.A.G. **oder** unter die Vorschriften fallender medizinischer Abfall, N.A.G.	**Abfall mit Mikroorganismen der Kategorie B oder nicht spezifizierter Abfall**
	606 3373		**UN-Nummer 3373** Biologischer Stoff der Kategorie B	**Mikroorganismen der Kategorie B**
9	90		**Gefahrnummer 90** Umweltgefährdender Stoff	
	90 3245		**UN-Nummer 3245** Gentechnisch veränderte Mikroorganismen oder gentechnisch veränderte Organismen	**Nicht pathogene, gentechnisch veränderte Organismen**

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

- Tierische „Nebenprodukte“ (Schlachtabfall; nicht essbare Bestandteile zur anderweitigen Verwertung) unterliegen **nicht** dem ADR / SDR, ausser sie sind mit Organismen der Kategorie A oder B infiziert!
- Ein Hygienerisiko für Mensch und Tier kann nicht völlig ausgeschlossen werden
- Transportpapiere gemäss VTNP (Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten)

© by FKS: 04/2014

4.5 | Kriminelles / Terroristisches Ereignis

Im Vordergrund steht insbesondere das vermutete, das angedrohte oder das tatsächliche, vorsätzliche Freisetzen von Krankheitserregern mit der Absicht, Angst oder Chaos zu verbreiten.

Es ist anzunehmen, dass, primär für Mensch und Tier gefährliche, hoch ansteckende Krankheitserreger bzw. Toxine freigesetzt werden.

Auch ohne Freisetzung potenziell gefährlicher Krankheitserreger können Unsicherheit und Panik verbreitet werden.

Es ist zu überprüfen, ob es sich ausschliesslich um Bioterror handelt oder ob auch andere Stoffe, z.B. aus dem A- und C-Bereich, involviert sind. Beliebige Kombinationen sind möglich.

Ereignisbeispiel

- Auffinden eines harmlosen Pulverbriefes; Freisetzung von Anthrax, Pest oder Pocken mittels eines terroristischen Ereignisses

Eigenschaften der Organismen

- Sie können Krankheiten auslösen
- Sie können die Umwelt gefährden
- Sie können in flüssiger oder fester Form sowie als Aerosol vorkommen
- Sie sind in der Luft und auf Oberflächen von blossem Auge normalerweise nicht erkennbar
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Desinfektionsmitteln
- Sie reagieren empfindlich gegenüber geeigneten Antibiotika / Virostatika bei medizinischer Behandlung
- Einige wenige, wie z.B. der Erreger des Milzbrandes (Anthrax), überleben grosse Hitze, Kälte und Trockenheit über Jahre

Gefahren bei Freisetzung

- Verbreitung über Luft, Abwasser, Oberflächen, Gegenstände, Mensch, Tier, Kleidung möglich
- Aufnahme beim Menschen vor allem über Atemwege und Haut, aber auch über Körperöffnungen und Verletzungen möglich
- Krankheitssymptome erst Stunden bis Tage später erkennbar
- Kontaminationsgefahr für Umwelt

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Partnerorganisationen informieren
- B-Fachberatung aufbieten
- In Windrichtung vorgehen, der Situation angepasste Zonen erstellen
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht in Lebensgefahr sind, nach Möglichkeit an einem geeigneten Ort, innerhalb der Gefahrenzone, sammeln
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material, Personen)
- Fenster und Türen schliessen
- Ventilation- bzw. Lüftungsanlagen abschalten (Ausbreitung verhindern)
- Besteht die Gefahr, dass Stoffe in offenes Gewässer, Kanalisation oder Erdreich gelangen, Gewässerschutzfachstelle informieren

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Lokalisierung der Quelle
- Probenahme (Spurenschutz beachten)
- Messungen vor Ort
- Dekontamination / Desinfektion (siehe Punkt 4.8)
- Behörden informieren
- Bei Ansteckungsgefahr können Quarantänemassnahmen notwendig sein (behördliche Anordnung)

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Krankheitserreger / Toxine aus den „Nationalen Referenzszenarien"

Nur einige wenige Substanzen aus der grossen Vielfalt verschiedener Krankheitserreger oder Toxine kommen tatsächlich für eine Freisetzung mit terroristischer Absicht infrage.

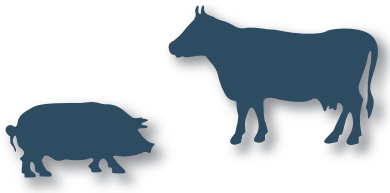
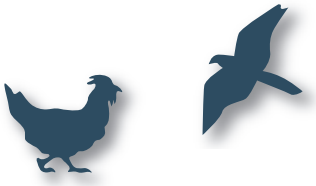
Beispiele von Krankheitserregern	Eigenschaften
Anthrax	■ Erreger des Milzbrandes ■ Resistenz gegenüber Hitze, Kälte und Trockenheit während Jahren (Sporen) ■ Ansteckung von Mensch zu Mensch nicht wahrscheinlich ■ Symptome treten innerhalb von Tagen auf ■ Mit geeigneten Antibiotika behandelbar
Pocken	■ Übertragung von Mensch zu Mensch, hoch ansteckend ■ Symptome treten innerhalb von Tagen auf
Toxine	■ z.B. Ricin, Botulinum-Toxin ■ Aufnahme über Lebensmittel oder Getränke ■ Bereits in kleinen Mengen tödlich ■ Symptome treten innerhalb von Minuten bis Stunden auf (Durchfall, Erbrechen) ■ Möglichkeit von Schnelltests für eine Analyse vor Ort

© by FKS: 04/2014

4.6 | Hoch ansteckende Tierseuche

Ein Einsatz der Einsatzkräfte

- erfolgt zur Unterstützung der kantonalen Veterinärdienste
- liegt primär im Rahmen der Dekontamination / Desinfektion

Beispiele von Tierseuchen	Eigenschaften
Maul- und Klauenseuche (MKS) 	■ befällt ausschliesslich Klauentiere, insbesondere Schweine, Rinder, Schafe und Ziegen ■ kann in kürzester Zeit alle Klauentiere eines Betriebes befallen und damit schwere wirtschaftliche Schäden verursachen ■ akute Gefahr einer Übertragung auf eine Vielzahl von Betrieben zufolge Verschleppung durch Fahrzeuge und Personen
Vogelgrippe 	■ befällt Vögel (Nutztiere und Wildtiere) ■ kann von Tieren auf den Menschen übertragen werden ■ Hauptquellen für Infektion mit dem Vogelgrippe-Virus sind: Kontakt mit infizierten Tieren und kontaminiertem Vogelkot ■ auf Stufe Kanton bestehen Weisungen betreffend das richtige Verhalten beim Auffinden toter Wasservögel

Massnahmen

- Massnahmen erfolgen auf Anordnung des kantonalen Veterinäramtes bzw. Amtstierarztes; Sperrmassnahmen und Hygienevorschriften sind zwingend zu beachten
- Grad der persönlichen Schutzausrüstung wird durch das kantonale Veterinäramt festgelegt
- Mögliche Aufträge der Einsatzkräfte im Bereich:
  - Absperrungen / Zonenbildung
  - Personenerfassung
  - Bergung von Tierkadavern
  - Reinigung
  - Dekontamination / Desinfektion von Gebäuden, Stallungen, Fahrzeugen, Einsatzkräften, Material und Geräten (z.B. Personen- und Fahrzeugschleusen)
  - Inaktivierung von Abfällen und Mist

- Keine Einsatzkräfte einsetzen, die mit potenziell gefährdeten Tieren arbeiten (z.B. Landwirte, Züchter, Tierpfleger)

© by FKS: 04/2014

4.7 | Erste Hilfe

Massnahmen

- Bei Kontaminationsverdacht, Kleidungsstücke unverzüglich entfernen (mittels Schere / Gurtmesser) und isolieren (in Plastiksack)
- Kontaminierte Körperteile mit Wasser und Seife reinigen
  Merke: Augen vor Haut, reinigen von oben (Kopf) nach unten (Fuss)
  (siehe Punkt 4.8)
- Beatmungsgeräte anwenden; Mund-zu-Mund-Beatmung nach Möglichkeit vermeiden (Ansteckungsgefahr)
- Bei Verdacht auf Einatmen oder Verschlucken von biologischen Gefahrstoffen sowie bei Haut- oder Augenkontakt: Betroffene nach Dekontamination medizinischer Behandlung zuführen; den Patienten resp. dem medizinischen Personal sind alle verfügbaren Informationen über die Gefahrstoffe mitzugeben; nach Möglichkeit ist die B-Fachberatung hinzuzuziehen
- Verletzungen, auch durch Tiere, sind sofort der Einsatzleitung zu melden und ärztlich behandeln zu lassen

Care

- Betroffene über Vorgehen informieren
- Betroffene über Gefahren aufklären
- Betroffene beruhigen
- Situation deeskalieren

- Um eine mögliche Kontamination von Helfern zu verhindern, ist dem kontaminierten Patienten nach Möglichkeit eine Hygienemaske anzuziehen

© by FKS: 04/2014

4.8 | Dekontamination / Desinfektion

Eine Dekontamination (Abwischen / Abreiben / Abspülen / Abbürsten) reduziert zwar die Anzahl der Krankheitserreger auf einer gegebenen Oberfläche, aber diejenigen Krankheitserreger, die z.B. im Waschwasser anfallen, sind immer noch ansteckend. Die Gefährdung wird gesamthaft nicht verringert, sondern nur verlagert.

Der Prozess der **Desinfektion** umfasst das Abtöten bzw. die Inaktivierung von Krankheitserregern. Ziel jeder Desinfektion ist es, die Zahl der Krankheitserreger im vorliegenden Fall soweit zu reduzieren, dass eine Ansteckung bzw. eine Infektion nicht mehr möglich ist.

Ein vollständiges Abtöten der Krankheitserreger, also eine Sterilisation wie sie z.B. im Operationssaal gefordert ist, wird nicht angestrebt.

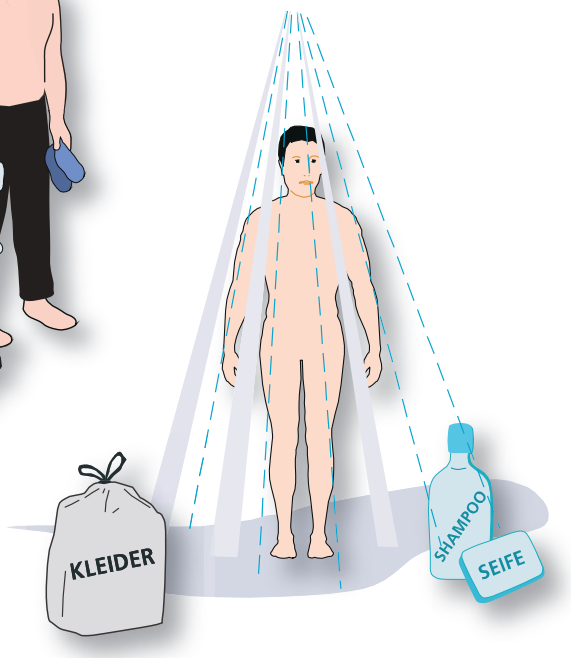
4.8.1 | Dekontamination von Personen

Grobdekontamination

- Grobdekontamination von verletzten und unverletzten Personen
- Personengrobdekontamination bedeutet:
  - Händereinigung mit Seife
  - Kleiderwechsel (ohne duschen), Kleider luftdicht verpacken (Plastiksack)
- Für die anschliessende Feindekontamination, B-Fachberatung beiziehen

Feindekontamination

- Reinigung durch feuchtes Abwischen, Abspülen, Abreiben der kontaminierten Personen (kein Hochdruck)
- Wichtig dabei ist das Auffangen und Entsorgen des kontaminierten Wassers (Mikroorganismen sind noch am Leben)
- Alkalische Seifen / Shampoos verwenden (gemäss KSD-Konzept)



- Im Rahmen der Einsatzhygiene empfiehlt sich die Verwendung von handelsüblichen Desinfektionsmitteln, -tüchern und -sprays; sie basieren meistens auf der Grundlage von Ethanol (Alkohol), gemischt z.B. mit Propanol oder Glycerol
- Gegen Sporenbilder (z.B. Anthrax) sind alkoholische Mittel nicht ausreichend wirksam, deshalb B-Fachberatung beiziehen

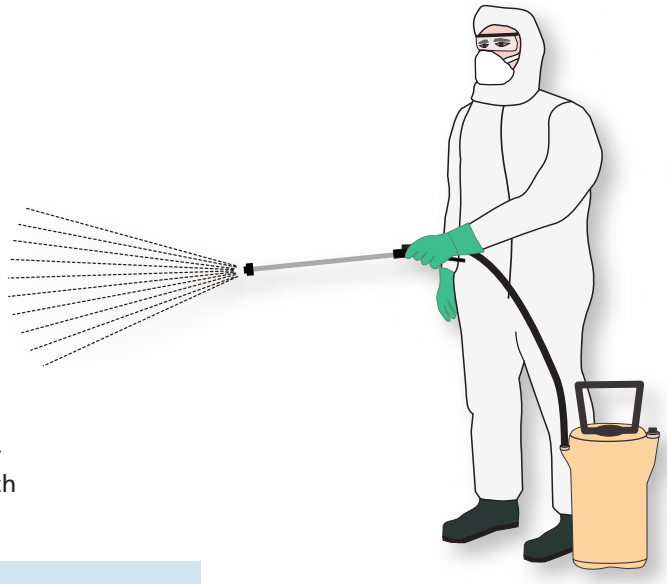
© by FKS: 04/2014

4.8.2 | Desinfektion von Gerätschaften, Fahrzeugen und Flächen

Bei der Flächendesinfektion werden Krankheitserreger auf künstlichen oder natürlichen Oberflächen verschiedenster Beschaffenheit inaktiviert.

- Räume, Gerätschaften, Fahrzeuge
- Teerplatz, Gehweg, Bahntrasse
- Einsatzkräfte in persönlicher Schutzausrüstung
- Stallboden, Erdreich, Wiese

Desinfektion der Einsatzkräfte, der Einsatzfahrzeuge, der Gerätschaften (inkl. Partnerorganisationen) sowie des Einsatzraums, inkl. allfälliger Gebäude oder Gebäudeteile, dürfen nur nach Weisung der Behörden und Fachpersonen vorgenommen werden



Vorgehen

- Gerätschaften und Fahrzeuge vorreinigen
- Mit geeigneten Desinfektionsmitteln behandeln
- Wichtig dabei ist das Auffangen und Entsorgen der eingesetzten Flüssigkeiten (Wassergefährdung durch Desinfektionsmittel)

- Desinfektion (Keimreduzierung) ≠ Sterilisation (keimfrei)!

Desinfektionsmittel

Es gibt unzählige verschiedene chemische Verbindungen, die zur Desinfektion verwendet werden können. Von besonderem Interesse sind hierbei aber vor allem diejenigen Verbindungen, die:

- ein breites Wirkspektrum haben
- wirksam sind bei der Anwesenheit von Fremdstoffen
- über eine grosse Temperaturskala eingesetzt werden können
- minimal gesundheitsschädigend sind
- minimal umweltschädigend sind
- minimal korrosiv sind
- möglichst lange lagerfähig und einfach in der Handhabung und Anwendung sind

- Desinfektionsmittel wird durch B-Fachberatung empfohlen bzw. durch kantonale Fachbehörde festgelegt
- Vor Anwendung des Desinfektionsmittels, Sicherheitsdatenblatt beachten und Anleitung lesen
- Vorsicht beim Einsatz von Hochdruckreinigern in der Umgebung elektrischer Anlagen

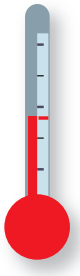
© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Einwirkzeit

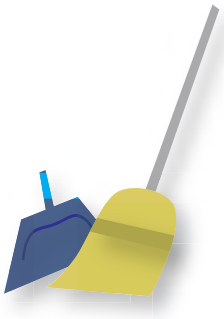
- Desinfektionsmittel haben unterschiedliche Einwirkzeiten. Die Einhaltung der Einwirkzeiten ist wichtig, damit die effiziente Inaktivierung der Krankheitserreger garantiert werden kann.

  Achtung: erhöhter Verbrauch von Flüssigkeiten bei schiefen oder vertikalen Flächen!



Temperaturfehler

- Die meisten Desinfektionsmittel haben ihr Wirkungsoptimum im Bereich von 10 - 20 °C. Bei tieferen Temperaturen kann deren Wirksamkeit stark eingeschränkt sein. Je nach Wirkstoff kann der Kältefehler durch eine höhere Konzentration in der gebrauchsfertigen Lösung oder durch eine verlängerte Einwirkzeit ausgeglichen werden. Einschlägige Listen oder Packungsbeilagen geben darüber Auskunft.



Proteinfehler

- Jedes Desinfektionsmittel weist einen sogenannten Proteinfehler auf. Organische Rückstände auf Oberflächen (z.B. Erde, Dreck, Staub, pflanzliches Material, Blut etc.) beeinträchtigen die Effizienz einer Desinfektion, d.h. das Desinfektionsmittel wirkt schlechter oder gar nicht. Die Dauer der Einwirkzeit muss dementsprechend erhöht werden. Es empfiehlt sich, stark verdreckte / verschmutzte Oberflächen vor der Desinfektion vorzureinigen.

  Achtung: entstehende Abwässer enthalten Krankheitserreger!

Aerosol- und Staubbildung

- Die Bildung von Aerosolen (Tröpfchen) und von Stäuben ist nach Möglichkeit zu vermeiden (Vorsicht bei der Verwendung von Hochdruck).

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Auftragen der Desinfektionsmittellösung

- Desinfektionsmittel können mit einfachen Handpumpen (z.B. Birchmeier-Pumpen) aufgetragen werden. Die typische Benetzung eines Quadratmeters einer gegebenen Fläche bemisst sich schätzungsweise auf 1 - 2 l Flüssigkeit.

Mögliche Produkte

Desinfektionsmittel	Virkon S	Wofasteril / alcapur
Empfohlene Anwendungskonzentration	1 - 2 %	0,5 - 1 %
Einwirkzeit bei Raumtemperatur	10 Min. (bei 2 %)	> 30 Min. (bei 1 %)

Weitere zugelassene Desinfektionsmittel sind im Register der Biozidprodukte (Liste der Desinfektionsmittel) des Bundesamts für Gesundheit (BAG) zu finden.

- Von der Verwendung von Natronlauge und Javel ist aus Sicht des Personen- und des Umweltschutzes abzusehen

© by FKS: 04/2014

4.9 | Umgang mit Abfällen und Abwässern

Grundsätzlich sind auf einem Schadenplatz sämtliche Abfälle und Abwässer als kontaminiert zu betrachten.

Umgang mit Abfällen

- Sämtliche an einem Schadenplatz anfallenden Abfälle sind, gemäss den Vorgaben der zuständigen kantonalen Behörde, zu sammeln, zu inaktivieren und konform zu entsorgen
- Kontaminierte Abfälle können in einer zweifachen, luftdichten Verpackung mit Inhaltsangaben für die Dauer der Analyse, an einem gesicherten Ort zwischengelagert werden (Quarantäne)
- Kontaminiertes Einsatzmaterial ist kein Abfall (Ausnahme Einwegmaterial); durch Behandlung mit geeigneten Desinfektionsmitteln kann das Einsatzmaterial retabliert werden

Umgang mit Abwässern

- Sämtliche an einem Schadenplatz anfallenden Abwässer sind, gemäss den Vorgaben der zuständigen kantonalen Behörde, zu sammeln, zu inaktivieren und konform zu entsorgen
- Gelangen mit Desinfektionsmittel versetzte oder mit Organismen kontaminierte Abwässer in die Kanalisation oder in Gewässer, ist die kantonale Gewässerschutzfachstelle zu kontaktieren

Anforderungen an die Verpackung von festen Abfällen

- Stichfeste, bruchfeste, flüssigkeitsdichte, verschliessbare Behälter verwenden
- Vor dem Transport von Sonderabfällen an ein Entsorgungsunternehmen, ist ein VeVA-Begleitschein mit entsprechenden Codes auszufüllen

Beispiele von Sonderabfällen und den dazugehörenden VeVA-Codes im Zusammenhang mit der B-Wehr

VeVA-Code	Kategorie	Eigenschaften
18 01 02	**Abfälle mit Kontaminationsgefahr**	Abfälle, die stark mit Blut, Eiter, Sekreten, Exkreten behaftet sind Laborabfälle, Dialysefilter, Transfusionsbeutel, Körperteile, Organe, Gewebe
18 01 03	**Infektiöse Abfälle**	Abfälle und kontaminiertes Material mit Erregern der Risikogruppen 4 und 3

- Für weitergehende Fragen betreffend den Umgang mit Abfällen und Abwässern sowie die fachgerechte Entsorgung, sind die Abfall- und Gewässerschutz-spezialisten der kantonalen Fachstelle zu kontaktieren

© by FKS: 04/2014

4.10 | Probenahmen bei B-Ereignissen

Proben werden am Schadenplatz auf Empfehlung der B-Fachberatung erhoben, wenn vermutet wird, dass Mikroorganismen freigesetzt wurden (z.B. Pulverfund oder unbekannter Stoff in Postsendung).

Die Ermittlungsbehörden (Polizei, Untersuchungsrichter) sorgen, in Absprache mit der B-Fachberatung, für den nötigen Spurenschutz.

Im Idealfall können zwei Proben genommen werden! (1-mal Analytik vor Ort, 1-mal Diagnostik Regionallabor).

Der Einsatzleiter ordnet die lagegerechte Schutzstufe der persönlichen Schutzausrüstung der Probenehmenden an.

Empfehlung für den Transport / Versand

Idealerweise sollen B-Verdachtsproben so erhoben und verpackt werden, dass sie in Bezug auf den Transport den Anforderungen des ADR vollumfänglich entsprechen.

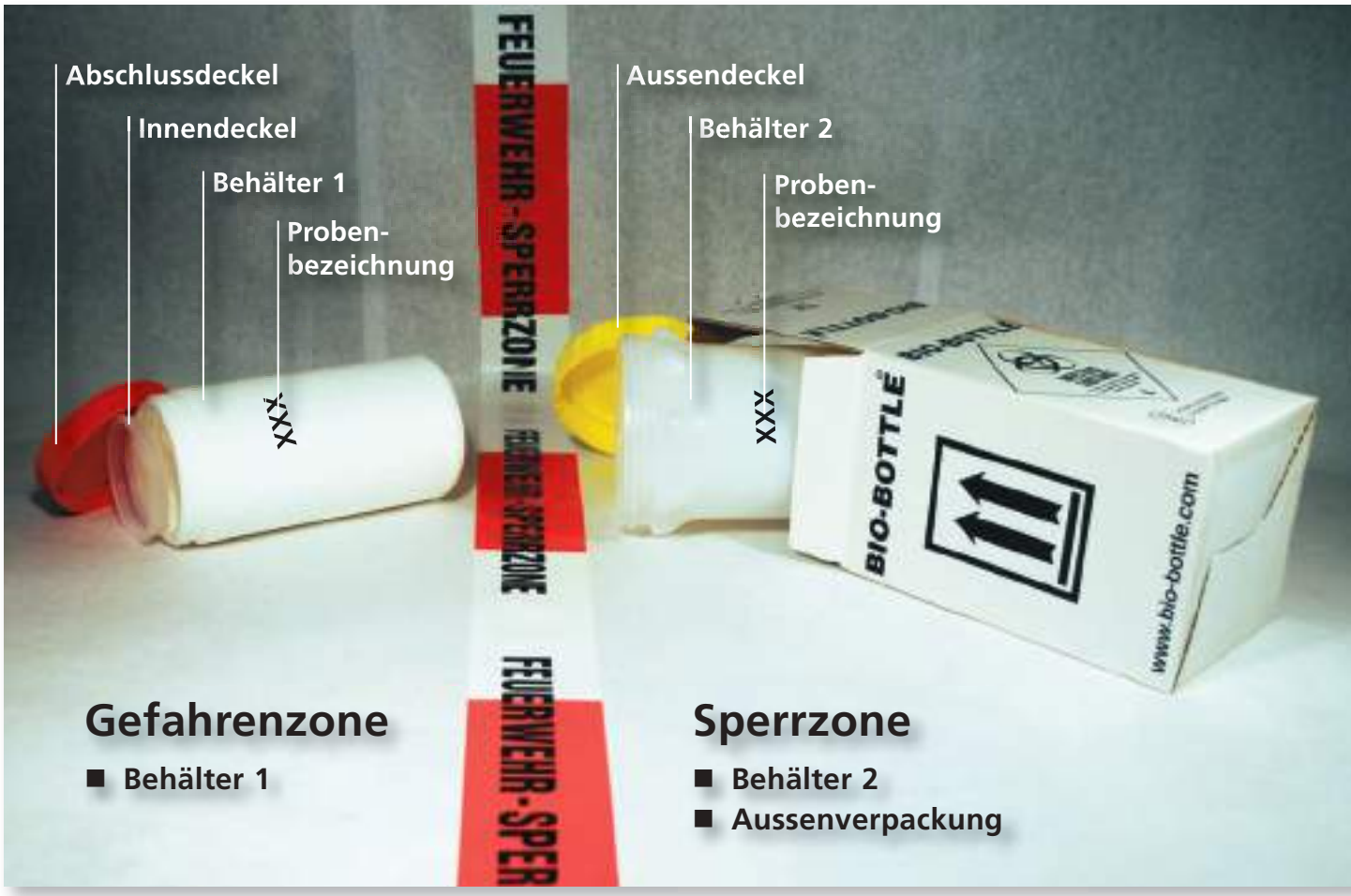
Probenerhebungen bei terroristischen Ereignissen erfordern teilweise ein angepasstes Vorgehen. So ist es nicht sinnvoll, am Einsatzort ein verschlossenes Behältnis (z.B. Couvert) mit möglicherweise ansteckungsgefährlichen Stoffen zu öffnen, nur um Stoffe in konforme Gefahrgutverpackungen umzupacken. In solchen und ähnlichen Fällen sind alle Massnahmen zu ergreifen, damit das verdächtige Material völlig sicher befördert werden kann.

Die Vorschriften des ADR gelten nicht für eine sogenannte „Notfallbeförderung zur Rettung menschlichen Lebens oder zum Schutz der Umwelt", sofern alle Massnahmen zur völlig sicheren Durchführung dieser Beförderung getroffen wurden (siehe Punkt 2.11.2).

- Es ist zu unterscheiden zwischen diagnostischer Probe für das Regionallabor und sichergestelltem Asservat der Ermittlungsbehörde (Polizei)
- Asservate werden, in Absprache mit der Polizei, der B-Fachberatung und den ABC-Einsatzkräften, sichergestellt; sie sind völlig sicher zu verpacken, und erst nach definitiver Entwarnung durch die zuständigen Behörden kann das Asservat aus der Verpackung genommen werden

© by FKS: 04/2014

Geeignete Verpackung (Bio-Bottle / UN-Transportverpackung P620)



Vorgehen beim Verpacken

- Sämtliches Probenahmematerial bereitstellen
- Nur den Behälter 1 (roter Deckel) in die Gefahrenzone nehmen
- Von verdächtigem Material, Probe nehmen
- Behälter 1 dicht verschliessen, aussen desinfizieren, gut abtropfen lassen, abtrocknen und an Dekontaminationsstelle weiterleiten, wo er nochmals desinfiziert wird
- Behälter 2 (gelber Deckel) bei Dekontaminationsstelle bereithalten
- Behälter 1 in Behälter 2 einschieben und letzteren dicht verschliessen
- Bei flüssigen Proben, Saugmaterial in den Behälter 2 beifügen
- Behälter 2 in Aussenverpackung einschieben und korrekt verschliessen
- Begleitpapier mit Herkunft und Beschrieb der Probe, Datum und Name des Überbringers, Name und Telefonnummer(n) der Kontaktperson für Analyseresultat beilegen
- Kontrolle der konformen Verpackung; Kennzeichnung der Proben mit korrekter Probenbezeichnung
- UN-Nummer aussen auf die Verpackung notieren

© by FKS: 04/2014

4.11 | Messungen vor Ort bei B-Ereignissen

Kein Messresultat ersetzt eine umfassende Lagebeurteilung durch die B-Fachberatung.
Ein Messresultat kann im Rahmen der B-Fachberatung ein wichtiges Element der Lagebeurteilung sein.

Zur Charakterisierung von pulverförmigen Substanzen am Schadenplatz, stehen verschiedene Systeme zur Auswahl.

Beispiele:

Test-Set P

- Mit dem Test-Set P werden keine Krankheitserreger nachgewiesen.
- Mithilfe des Test-Sets P ist es aber möglich, unbekannte pulverförmige Substanzen vor Ort, innerhalb von 15 Min., grob zu charakterisieren. Diese Charakterisierung erlaubt im Rahmen einer Lagebeurteilung, unterstützt durch die B-Fachberatung, häufig bereits den Ausschluss von mikrobiologischen Agenzien.
- Die unbekannte pulverförmige Substanz wird auf ihre Wasserlöslichkeit, die elektrische Leitfähigkeit und die chemische Reaktionsfähigkeit mittels verschiedener Reagenzien geprüft. Alle Tests ergeben eindeutige Ja-/Nein-Entscheidungen. Die Testergebnisse führen anhand eines Bestimmungsschlüssels zu einer groben Charakterisierung des Pulvers.

HazMatID

- Mit dem HazMatID werden keine Krankheitserreger nachgewiesen.
- Mit dem HazMatID ist es möglich, innerhalb weniger Minuten, die Identität einer unbekannten Substanz durch Vergleich mit anderen Stoffen aus einer Referenzdatenbank festzustellen.
- Die Analyse des Messspektrums wird durch einen B-Fachberater durchgeführt.
- Die Messung kann Hinweise über die Anwesenheit von Organismen (Lebewesen) geben.

Lateral-Flow Assays (LFAs)

- Mit einem LFA kann die Anwesenheit eines biologischen Stoffes gegebenenfalls bestätigt werden, nicht aber seine Abwesenheit. Nach heutigen Erkenntnissen können mit LFAs gewisse Toxine nachgewiesen werden. Für Anthrax-Verdachtsfälle (Pulverfund, Pulverbrief) scheinen sich die heute auf dem Markt erhältlichen LFAs nur teilweise zu eignen.
- Der indirekte Nachweis erfolgt mittels einer antikörperbasierenden Reaktion (wie bei einem Schwangerschaftstest). Das Nachweisresultat kann aber durch die Anwesenheit von Fremdstoffen verfälscht werden. Nicht bei allen LFAs liegen genaue Angaben betreffend Sensitivität oder Spezifität vor.
- LFAs können im Rahmen der Lagebeurteilung ein Hilfsmittel sein. Es reicht jedoch nicht aus, mittels eines durchgeführten Schnelltests, einen Verdacht zu verifizieren oder zu falsifizieren. Massgebend ist immer eine gesamtheitliche Lagebeurteilung durch die B-Fachberatung. Ein Nachweis wird nur auf Antrag der B-Fachberatung durchgeführt, die das Nachweisresultat auch beurteilt.

© by FKS: 04/2014

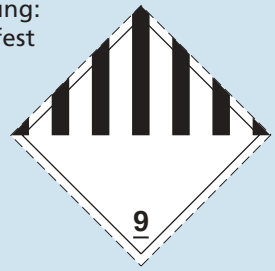
4.12 | Trockeneis / Flüssiger Stickstoff

- Für Lagerung und Transport von gefrorenen biologischen Proben wird oft Trockeneis oder flüssiger Stickstoff verwendet

	Trockeneis	Flüssiger Stickstoff
Formel	CO_2 (Kohlenstoffdioxid)	N_2 (Stickstoff)
Temperatur	-78 °C	-196 °C
Eigenschaften	Weisser, eisähnlicher und geruchloser Feststoff	Klare, farblose Flüssigkeit
Verdampfung	1 kg ergibt ~ 500 l CO_2-Gas	1 l ergibt ~ 690 l N_2-Gas
UN-Nummer	1845	1977

- Kälteverbrennungsgefahr
- Erstickungsgefahr (Gas verdrängt Sauerstoff)
- Berstgefahr bei luftdichter Verpackung
- Behälter, die Flüssigstickstoff enthalten, können Sauerstoff aus der Luft kondensieren
  => erhöhte Oxidations- / Brandgefahr

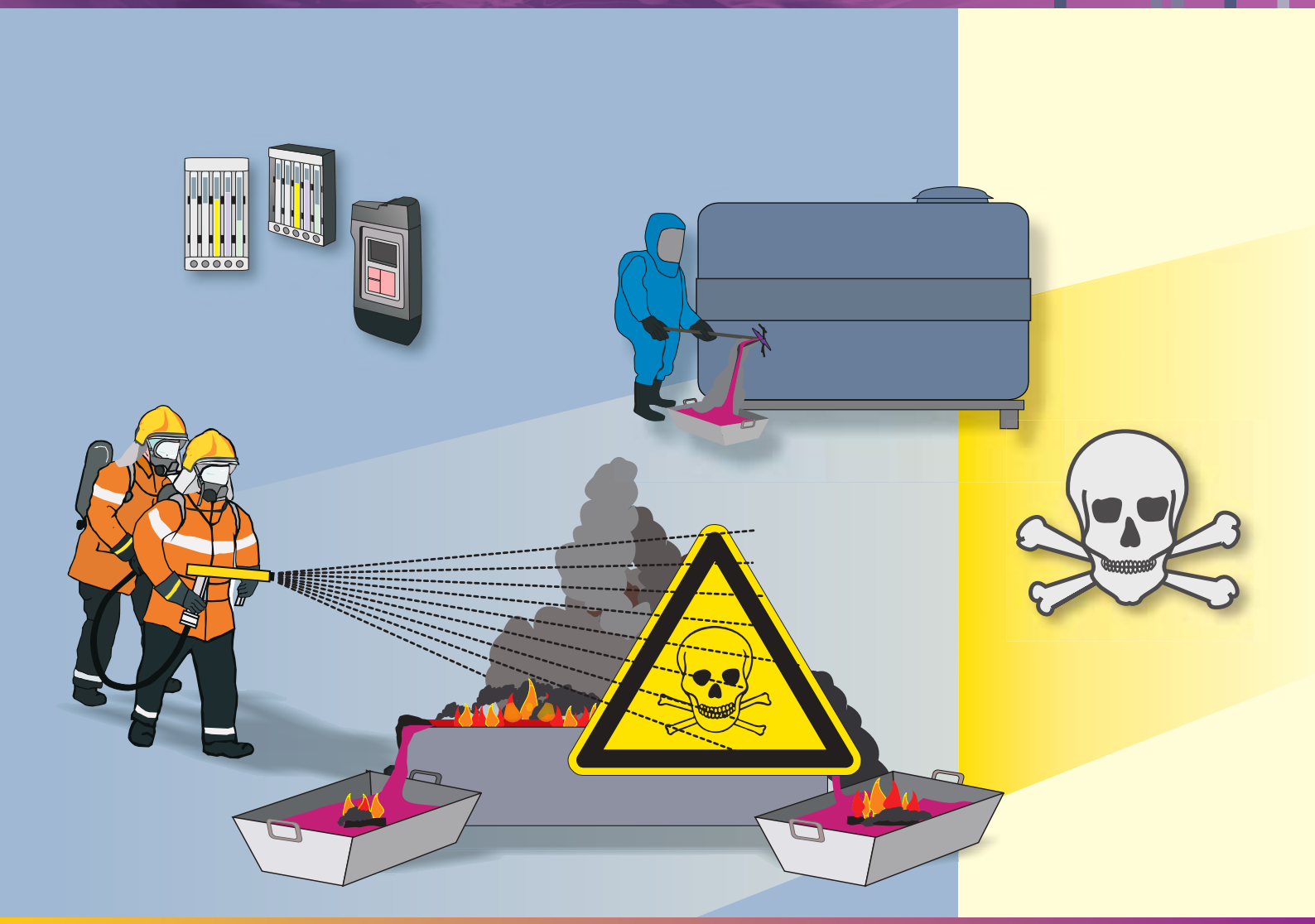
- Behälter sind mit dem Gefahrzettel der Klasse 9 gekennzeichnet (=„verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände")
- Zusätzliche Kennzeichnung:
  UN 1845 Kohlendioxid, fest (Trockeneis)
  oder
  UN 1977 Stickstoff, tiefgekühlt flüssig



© by FKS: 04/2014

Notizen

© by FKS: 04/2014



5 | C-Wehr

5.1 | Grundsätzliches

Von allen ABC-Ereignissen sind diejenigen Ereignisse mit Chemikalien die häufigsten. Ein C-Ereignis ist nicht immer sofort als solches erkennbar. Hinter einfachen, bekannten Alarmmeldungen können sich unbekannte Gefahren verbergen, so auch C-Ereignisse wie:

- Bauernhausbrand (Düngerbrand => Nitrose Gase)
- Brand (diverse Brandgase wie Kohlenmonoxid, Blausäure etc.)
- Verkehrsunfall (Stückguttransporter)
- Elementarereignis (Tankanlagen => Öl-Wasser-Gemisch)

Ist die Gefahr einmal erkannt, gilt es, richtig zu handeln (siehe Punkt 2.3).

- Das korrekte Wiedergeben von Informationen und Messwerten ist bei einem C-Einsatz besonders wichtig und entscheidend. Es ist entscheidend, dass der Einsatzleitung bzw. Fachberatung der Name auf einer bestimmten Verpackung richtig gemeldet wird (z.B. Natriumsulfid und Natrium-sulfit sind zwei Stoffe, mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften!).

Unfälle ereignen sich nicht nur häufig beim Transport, sondern auch in der Industrie, im Handwerk und im Gewerbe, oft infolge unterschätzter Gefahreneigenschaften.

Chemikalien können untereinander oder mit Materialien reagieren. Bei diesen Reaktionen kann es zu starker Wärmeentwicklung kommen. Ebenso ist die Entstehung von neuen, giftigen Stoffen möglich. In seltenen Fällen kann es sogar zur Brandentstehung kommen. Folgende Beispiele sollen dies illustrieren:

- Beim Zusammentreffen von starken Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure usw.) mit Eisen entsteht, neben Wärme, ebenfalls Wasserstoff. Dieser kann sich leicht entzünden und stellt somit für die Einsatzkräfte eine grosse Gefahr dar.
- Beim Mischen von Javelwasser mit Säuren entsteht sehr giftiges Chlorgas.
- Bei Havarien in Chemikalienlagern können so grosse Wärmemengen entstehen, dass Produktgebinde schmelzen und dadurch die Havarie vergrössert wird.
- Säuren und Laugen reagieren miteinander. Meistens wird hier eine grosse Wärmemenge frei und die einzelnen Stoffe können sogar verdampfen.
- Beim Zusammenführen von oxidierenden Stoffen mit organischen Lösungsmitteln kann es zu einem Brand oder einer Explosion kommen.

Beispiel: Reaktion beim Zusammenführen zweier Stoffe

Kaliumpermanganat

Hinzugabe von Glycerin

Reaktion

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Neben einer Vielzahl an Grenzwerten (siehe Punkt 5.10.6) gibt es weitere stoffspezifische Werte, die für den Einsatz relevant sind:

Begriffe	Erklärung	Einheit	Beispiel Hexan
Siedepunkt (Kochpunkt)	Der Siedepunkt ist die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit den Dampfdruck von 1'013 mbar (1'013 Hektopascal, hPa) erreicht und in den gasförmigen Zustand übergeht. Mit fallendem Luftdruck sinkt der Siedepunkt.	Grad Celsius (°C)	69 °C
Dampfdruck (Sättigungsdruck)	Ist der Druck des Dampfes, bei dem sich die Flüssigkeit und der Dampf bei einer vorgegebenen Temperatur in einem geschlossenen System im Gleichgewichtszustand befinden.	Gemessen in mbar; beim Transport von Gasen wird der Wert in bar angegeben; 1 bar = 1'000 mbar	160 mbar
Relative Gasdichte	Die relative Dichte eines Gases bezogen auf Luft ist eine Verhältniszahl, die angibt, wievielmal schwerer bzw. leichter das Gas ist als Luft, bei gleicher Temperatur und gleichem Druck.	Die Luft hat den Wert 1 (29 g/mol). Werte über 1 (grösser als 29 g/mol) bedeuten, dass das Gas absinkt bzw. sich am Boden oder über der Wasseroberfläche entlangwälzt. Werte unter 1 (kleiner 29 g/mol) bedeuten, dass das Gas aufsteigt.	--- (nur für Gase)
Dampf-Dichte-Verhältnis (relative Dampfdichte)	Das Dampf-Dichte-Verhältnis ist die relative Dichte eines Dampfes (ohne das Vorhandensein von Luft), verglichen mit einer gleichen Menge Luft.	Die Luft hat den Wert 1(29 g/mol). Werte über 1 (grösser als 29 g/mol) bedeuten, dass der Dampf absinkt bzw. sich am Boden oder über der Wasseroberfläche entlangwälzt. Werte unter 1 (kleiner 29 g/mol) bedeuten, dass der Dampf aufsteigt.	2,97
Schmelzpunkt	Ist die Temperatur, bei der ein Stoff vom festen in den flüssigen (Erwärmung) bzw. vom flüssigen in den festen Aggregatzustand (Abkühlung) übergeht.	Grad Celsius (°C)	-95 °C
Spezifisches Gewicht	Ist das Verhältnis eines Stoffes zum Gewicht einer gleichen Menge Wasser.	Wasser hat bei 4 °C das spezifische Gewicht 1. Im Falle einer begrenzten Mischbarkeit mit Wasser, zeigt das spezifische Gewicht bei Werten unter 1 an, dass der Stoff auf der Wasseroberfläche schwimmt, bei Werten über 1, dass er absinkt.	0,66
Summenformel	Gibt die Art und Anzahl der einzelnen im Molekül befindlichen Atome an.		C_6H_{14}
Molare Masse (früher: Molekulargewicht)	Entspricht der Summe der Atomgewichte von allen am Aufbau des jeweiligen Moleküls beteiligten Atomen, bezogen auf die Anzahl Moleküle, in einem Mol.	Gramm/mol	86,18 g/mol

© by FKS: 04/2014

- Stoffdaten gelten meist nur für eine bestimmte Temperatur (z.B. 20 °C) und für einen bestimmten Druck (z.B. normaler atmosphärischer Druck von 1'013 mbar)

Begriffe	Erklärung	Einheit	Beispiel Hexan
Relative Dichte der an Dampf gesättigten Luft (relative Dichte Dampf-Luft-Gemisch)	Die relative Dichte der an Dampf gesättigten Luft, bezogen auf Luft, ist eine Verhältniszahl, die angibt, wievielmal schwerer das gesättigte Dampf-Luft-Gemisch ist als Luft bei gleicher Temperatur.	Gemische, die sich gleich verhalten wie Luft haben den Wert 1. Werte über 1 bedeuten, dass das Dampf-Luft-Gemisch schwerer als Luft ist und absinkt. Werte unter 1 bedeuten, dass das Dampf-Luft-Gemisch leichter ist als Luft und aufsteigt.	1,33
Relative Dichte (zu Wasser)	Ist das Gewicht eines Stoffes zum Gewicht einer gleichen Menge Wasser.		
Flammpunkt	Der Flammpunkt eines Stoffes ist die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem Stoff ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch bilden kann (Luftdruck von 1'013 mbar). Mithilfe einer Zündquelle ist dieses Gemisch entzündbar. Beim Entfernen der Zündquelle erlischt das Feuer sofort.	Grad Celsius (°C)	-22 °C
Brennpunkt	Der Brennpunkt eines Stoffes ist die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem Stoff ein Gas-Luft-Gemisch bildet, das nach dem Entzünden mit einer Zündquelle selbständig weiter brennt.	Grad Celsius (°C)	-4 °C
Zündpunkt Zündtemperatur (Selbstentzündungs-temperatur)	Der Zündpunkt eines Stoffes ist die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem Stoff ein Gas-Luft-Gemisch bildet, das sich von selbst entzünden kann.	Grad Celsius (°C)	233 °C
Untere Explosionsgrenze (UEG)	Niedrigste Konzentration des betreffenden Gemischs von Gasen in der Luft, bei der sich gerade noch eine Explosion entwickeln kann.	Vol.-%	1,0 Vol.-%
Obere Explosionsgrenze (OEG)	Höchste Konzentration des betreffenden Gemischs von Gasen in der Luft, bei der sich noch eine Explosion ereignen kann. Bei einer Konzentration darüber, ist das Gemisch zu fett, ein Brennen kann sich nach dem Entzünden nicht mehr selbständig fortsetzen.	Vol.-%	8,1 Vol.-%

© by FKS: 04/2014

5.2 | Persönliche C-Schutzausrüstung

Brand oder Crash-Rettung → siehe Kapitel 2.5.1

Vollschutzausrüstung „Standard bei C-Einsätzen"

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		■ **Standard-C-Einsätze (Vollschutz)** - Wenn keine Angaben zum Stoff gesichert sind - Bei Abdichtarbeiten mit Gefährdung durch toxische, brennbare oder korrosive Flüssigkeiten - Bei Einsätzen mit toxischen oder korrosiven Gasen

C-Einsätze mit begrenzten Gefahren für Mensch und Material

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		■ **Atemschutz** Aussenluft unabhängiger Pressluft-atmer mit Überdruck ■ **Körperschutz** Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3) ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)

© by FKS: 04/2014

Aufräum- und Dekontaminationsarbeiten

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
		■ **Atemschutz** Vollmaske mit ABEK2-Hg-P3-Filter ■ **Körperschutz** Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 3) ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)

Aufräum- und Dekontaminationsarbeiten bei Ölwehreinsätzen (Unfall / Elementar)

Atemschutz	Körperschutz	Bemerkungen
 oder 		■ **Atemschutz** (je nach Ereignis) Vollmaske mit ABEK2-Hg-P3-Filter oder Halbmaske FFP3 mit Schutzbrille ■ **Körperschutz** Einweg-Chemieschutzoverall (Typ 4, 5, 6) ■ **Fussschutz** Chemiegummistiefel oder Feuerwehrgummistiefel ■ **Handschutz** Chemiehandschuhe mit Einweg-Handschuhen darunter (Nitril oder Chloropren)

© by FKS: 04/2014

5.3 | Ereignis in stationärer Anlage

Sobald Betriebe mit mindestens einer festgelegten Chemikalie eine definierte Mengenschwelle überschreiten, gelten sie gemäss Störfallverordnung (StFV) als sogenannte Störfallbetriebe. Von solchen Firmen müssen Einsatzpläne bei den Einsatzkräften hinterlegt sein (siehe Punkt 2.23).

Für Firmen, die mit verschiedenen Chemikalien stets unterhalb der Mengenschwelle bleiben, gilt die Störfallverordnung nicht.

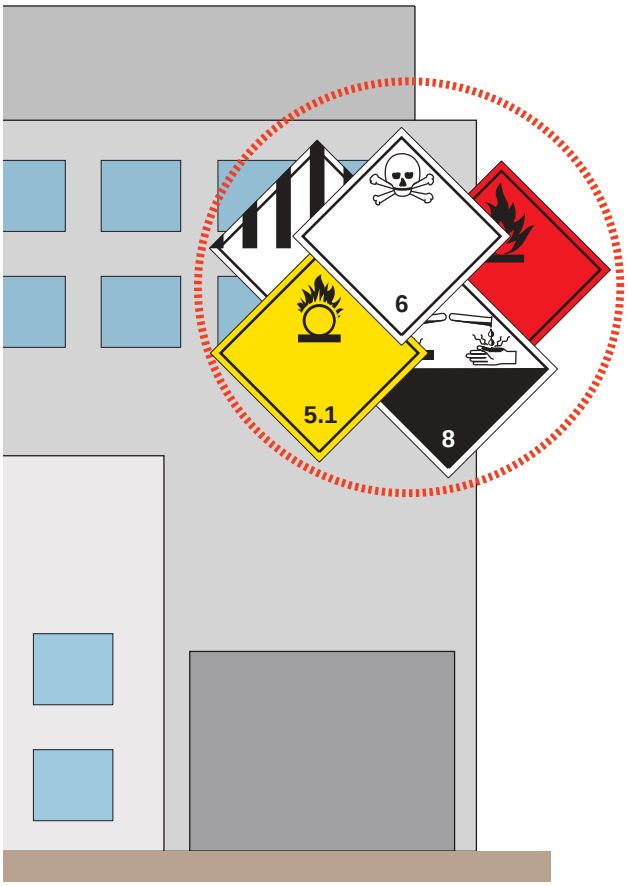
Ob eine Firma als Störfallbetrieb definiert ist oder nicht, ist demzufolge noch nicht alleiniges Bewertungskriterium für das effektive Gefahrenpotential. Schliesslich muss mit Einsätzen in allen Firmen gerechnet werden, die mit Gefahrstoffen umgehen. Ist der Betrieb als Störfallbetrieb definiert, helfen nicht nur vorhandene Einsatzpläne, sondern auch vorgeschriebene bauliche Massnahmen (z.B. Havariebecken, Abbrandgruben, sauerstoffreduzierte Lager, Löscheinrichtungen).

Ereignisbeispiele

- Betriebsunfälle, Fehlmanipulation bei Umfülloperation
- Technisches Versagen (z.B. Stromausfall) von Produktionseinrichtungen
- Folgen aus anderen Ereignissen (z.B. Natur- oder Elementarereignisse, Flugzeugabsturz, Brandereignis)

Eigenschaften der chemischen Stoffe

- können durch ihre vielfältigen Eigenschaften Menschen, Tiere und die Umwelt gefährden
- beinhalten ein grosses Energiepotential, das freigesetzt werden kann
- können kanzerogen, mutagen oder teratogen sein (CMR-Stoffe)
- können giftig, korrosiv, brennbar, selbstzersetzend etc. sein (gemäss ADR-Gefahrgutklassen)
- beim Vermischen von Stoffen, können neue Stoffe mit anderen Eigenschaften entstehen
- können, je nach Temperatur, in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen



Gefahren bei Freisetzung chemischer Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Vergiftung, Verätzung, Verbrennung, Erbgutschädigung, krebserzeugend etc.)
- Explosions- und Zündgefahr
- Erstickungsgefahr
- Kontaminationsgefahr für Umwelt
- Korrosionsgefahr an Apparaten, Werkstoffen und Tragwerken

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Verantwortliche Person des Betriebes kontaktieren
- Partnerorganisationen informieren
- C-Fachberatung aufbieten
- Der Situation angepasste Zonen erstellen
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Zündquellen fernhalten
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht kontaminiert sind, an einem geeigneten Ort sammeln und betreuen
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material und Personen)
- Fenster und Türen möglichst geschlossen halten
- Informationen über die beteiligten Stoffe und deren Eigenschaften beschaffen (Betriebspersonal, Notfallkonzept, Einsatzplan etc.)
- Ventilations- und Lüftungsanlagen können, je nach Ereignisablauf, unterstützend eingesetzt werden
- Austretende Stoffe auffangen
- Lecks, wenn möglich, abdichten
- Feste Stoffe, ohne Staubaufwirbelung, aufnehmen
- Gase, wenn möglich, zurückhalten bzw. niederschlagen
- Abläufe, Kanalisationen, Schächte etc. abdichten
- Kanalisationen und Leitungsschächte immer mit Unterdruck und mit Ex-geschützten Geräten entlüften
- Besteht die Gefahr, dass Stoffe ins offene Gewässer, in Kanalisation oder ins Erdreich gelangen, Gewässerschutzfachstelle und gegebenenfalls ARA informieren
- Kühlgeräte und Kühlräume, wenn nötig und möglich, in Betrieb halten

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Messungen durchführen, Zonengrösse überprüfen
- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Bei Bedarf, Probenahmen einleiten
- Dekontamination
- Massnahmen für Rückhalt von kontaminiertem Abwasser treffen

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer

- Stoffgerechte Löschmittel einsetzen
- Grundsätzlich keine Löschmittel direkt in Gefahrstoffe spritzen
- Kontaminiertes Löschwasser auffangen
- Unbeschädigte Behälter und Einrichtungen schützen
- Evtl. vorhandene stationäre Brandschutzeinrichtungen betätigen

- Beim Einstieg in Tanks, Gruben, Schächte, Kanäle und unbelüftete, geschlossene Räume ist grundsätzlich immer mit dem Vorhandensein von giftigen oder erstickenden Gasen zu rechnen. Es ist immer Umluft unabhängiger Atemschutz zu tragen, ausser eine Gefahrenbeurteilung und eine Messung (mind. Ex / O_2 / H_2S / CO und zutreffender Einzelstoff) sind vorgängig erfolgt.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Lagerung von chemischen Stoffen

Gefährliche Stoffe werden auf verschiedenste Arten gelagert, meistens als Regal- oder Blocklager. Solange die Lager klein sind, hat dies keinen wesentlichen Einfluss auf Brand- und Störfälle. Je grösser die Lagermengen jedoch werden, desto mehr wirkt sich die Lagerart auf ein Ereignis aus. Die Art der Lagerung hat einen direkten Einfluss auf mögliche Gefahren und Einsatzmassnahmen.

- **Regallager**
  - Sehr grosser Einfluss wegen Verpackung (Holzpaletten, Karton, Folien)
  - Einzelner Lagerplatz ist nicht einfach erreichbar
  - Kaminwirkung bewirkt schnelle Brandausbreitung

- **Blocklager**
  - Brandherd ist meistens nicht zugänglich
  - Einsturzgefahr bei hohen Blöcken

- **Flaschenlager** (Gase / Aerosole)
  - Berstgefahr der Druckbehälter, vor allem bei Erhitzung
  - Brandausbreitung durch herumfliegende Flaschen oder Dosen
  - Gasausbreitung

- **Tiefkalt gelagerte Gase**
  - Erfrierungsgefahr
  - Erstickungsgefahr
  - Gasausbreitung
  - Berstgefahr

Zusätzliche Gefahren können auch durch besondere Lagerformen und Sicherheitseinrichtungen ausgehen (Gaslöschanlagen, Lager mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre etc.).

© by FKS: 04/2014

5.3.1 | Explosionsschutz und Ex-Zonen / Ex-Betriebsmittel

In stationären Betrieben und Anlagen kann das Warnschild „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" angebracht sein. Dieses weist auf das Vorhandensein einer entsprechenden Zone hin.

Eine explosionsfähige Gas-Atmosphäre kann sich aus einem Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden, wenn deren Konzentration zwischen der unteren und oberen Explosionsgrenze (UEG / OEG) liegt. Eine explosionsfähige Staub-Atmosphäre besteht aus einer Wolke mit einer gefährlichen Menge von fein verteiltem brennbarem Staub oder Fasern an Luft, bei der es nach einer Zündung zu einem Druckanstieg kommt.

Typische Vorkommen explosionsfähiger Atmosphären

- Gase / Dämpfe: Lagerung und Umschlag brennbarer Flüssigkeiten; Lagerung und Umschlag von brennbaren Gasen; Lecks an Gasleitungen oder Flüssigkeitsleitungen (mit fein versprühten brennbaren Flüssigkeiten)
- Staub: Sämtliche brennbare Stäube in Holz-, Papier-, Futter- und Lebensmitttelindustrie (z.B. Holzstaub, Cellulose, Papier, Mehl, Zucker), Textilverarbeitung (Fasern aus Baumwolle, Seide, Jute, Hanf etc.), Staub von brennbaren Chemikalien (Kosmetika, Pharmazeutika, Schädlingsbekämpfungsmittel), Kohlenstaub, Kunststoffstäube, metallische Stäube

Je nach Geschwindigkeit, Überdruck und Fortpflanzungsart (Druck, Wärme) spricht man von einer Verpuffung, Deflagration, Explosion oder Detonation. In allen Fällen müssen wie bei einer herkömmlichen Verbrennung die drei Voraussetzungen des Feuerdreiecks für eine Verbrennung vorhanden sein (brennbarer Stoff in geeigneter Verteilung und Konzentration, Sauerstoff, Zündquelle).

Flammen, die sich in einer explosionsfähigen Atmosphäre ausbreiten, können ein Volumen einnehmen, das bis zu 10-mal so gross ist wie dasjenige der explosionsfähigen Atmosphäre vor ihrer Entzündung. Mit entsprechend grossen Stichflammen muss also bei der Absperrung von Gefahrenbereichen gerechnet werden.

Folgende gefährliche Auswirkungen müssen berücksichtigt werden:

- Flammen
- Wärmestrahlung
- Druckwellen
- Weggeschleuderte Teile
- Gefährliche Freisetzung von Stoffen

Die Gefährlichkeit der Auswirkung einer Explosion hängt in grossem Masse auch von der räumlichen und baulichen Möglichkeit zur Bildung eines Überdrucks ab.

- Die Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre in einem massiven, geschlossenen Raum mit keiner oder ungenügender Druckentlastung (z.B. Keller oder massiver, praktisch öffnungsloser Raum, Tanks, Behälter) ist äusserst gefährlich (Überdrücke von 8 - 10 bar durch Gase und Stäube möglich; Zerstörung Scheiben ab 0,03 bar; Tragwerke ab 0,2 - 0,4 bar; Lungenschäden und Tod ab 1,0 - 2,0 bar Überdruck)
- Eine explosionsfähige Atmosphäre von wenigen Litern Gas kann in einem geschlossenen Raum bereits gefährlich sein
- Explosionen können sich durch Druck und Hitze bzw. Feuer weiterverbreiten. Bei Gasen ist eine Durchzündung möglich; bei Staubexplosionen können durch die Druckwelle auch herumliegende Staubhaufen aufgewirbelt und zur Zündung gebracht werden.

© by FKS: 04/2014

Sicherheitsgrundsätze zum Explosionsschutz

- Bildung von explosionsfähigen Atmosphären vermeiden (Belüftung / Absaugung; geschlossene Systeme und Behälter für den Umgang mit brennbaren Stoffen verwenden, brennbare Gase / Dämpfe abführen; Reduktion Menge an brennbaren Stoffen; Inertisierung von Tanks oder Silos mit Kohlendioxid oder Stickstoff)
- Zündung von explosionsfähigen Atmosphären vermeiden (Zündquellen beseitigen; geeignete Geräte und Werkzeuge einsetzen; statische Aufladungen verhindern, Potentialausgleich)
- Auswirkungen einer Explosion vermindern (Druckentlastung; technische / bauliche Massnahmen)

- Betriebe müssen ein Explosionsschutzdokument nach ATEX 137 erstellen, das Angaben enthält zur Gefährdung, den getroffenen Schutzmassnahmen, der Zoneneinteilung sowie den einzuhaltenden Mindestvorschriften
- Dieses Dokument kann im Zweifelsfall auch im Einsatz beigezogen werden

Zündquellen

Eine Zündung explosionsfähiger Atmosphären kann durch unterschiedliche Zündquellen erfolgen:

- Funken (elektrisch oder mechanisch erzeugt)
- Heisse Oberflächen
- Flammen und heisse Gase
- Statische Elektrizität
- Elektrische Ausgleichsströme
- Elektrische Betriebsmittel
- Blitzschlag
- Elektromagnetische Wellen (Hochfrequenzstrahlung)
- Optische Strahlung (fokussiertes Licht, Laser)
- Ionisierende Strahlung (starke radioaktive Quellen)
- Ultraschall
- Kompression von Luft bzw. Gasen, Stosswellen
- Wärmefreisetzende chemische Reaktionen

- Es gibt keine dokumentierten Fälle von Entzündungen durch die Sendeleistung von Mobiltelefonen oder Handfunkgeräten; Hauptgefahr ist das Herausfallen von Akkus (Sicherung in Etuis, mit Klebeband etc. nötig) oder Zerbrechen von Gehäusen
- Die Suva erlaubt die Benutzung von tragbaren, batteriebetriebenen elektronischen Geräten (z.B. Telefon, Taschenrechner), auch ohne eine Ex-Zulassung, kurzzeitig in Zone 2, sofern sie gegen Zerbrechen und Herausfallen der Batterie geschützt werden (Suva MB 2153)
- Bei Funkgeräten ist erst ab 5 W Sendeleistung ERP theoretisch unter besonderen Bedingungen eine Zündung möglich (durch ungeschützte elektrische Stromkreise bzw. Leiter, die als Antenne wirken). Handfunkgeräte stellen deshalb, aufgrund der begrenzten Leistung, in der Regel kein Problem dar. Leistungsfähige (Fahrzeug-)Funkgeräte und Funkanlagen sollten aber nicht in naher Distanz von Ex-Zonen betrieben werden!

© by FKS: 04/2014

Staubexplosionen

Praktisch alle brennbaren natürlichen und künstlichen Stäube sind in der Lage, Staubexplosionen zu verursachen. Die Wahrscheinlichkeit einer Zündung hängt nicht nur von den explosionstechnischen Eigenschaften des jeweiligen Stoffes ab, sondern auch von der jeweiligen Korngrösse, der vorhandenen Menge und einer geeigneten Verwirbelung bzw. Konzentration an Luft sowie einer geeigneten Zündquelle.

Glimmbrände, die häufig durch Überhitzung von dicken Staubablagerungen entstehen können, können bei einer Aufwirbelung der Staubschicht zu einer Staubexplosion führen.

Mögliche Massnahme:
Benetzen mit Wasser,
Einsatz von Netzmittel.

Faustregeln für Staubexplosionen:

- Befinden sich auf einem Boden Ablagerungen von brennbarem Staub, in dem Fussabdrücke sichtbar sind (ca. 1 mm Dicke), ist die Möglichkeit einer Staubexplosion bereits gegeben
- Staub mit einer Korngrösse von grösser als 0,4 mm ist in der Regel nicht zündfähig

- Bei einem Brand in einem Apparat oder einer Maschine mit brennbaren Stäuben (Zyklon / Staubabscheider, Hammermühle, Sprühtrockner) darf nur von aussen gekühlt werden oder dürfen nur vorbereitete Löschanschlüsse benutzt werden. Das Öffnen von Türen und Klappen zum Vornehmen eines „Innenangriffs" im Apparat ist mit höchster Lebensgefahr für die Einsatzkräfte verbunden (Luftzufuhr, Staubaustritt in Raum mit anschliessender explosiver Durchzündung).
- Keinesfalls nicht explosionsgeschützte Staubsauger einsetzen, um eine gefährliche Ansammlung von Staub zu entfernen

Beispiel Staubsauger-Staubexplosion

© by FKS: 04/2014

Einteilung in explosionsgefährdete Zonen

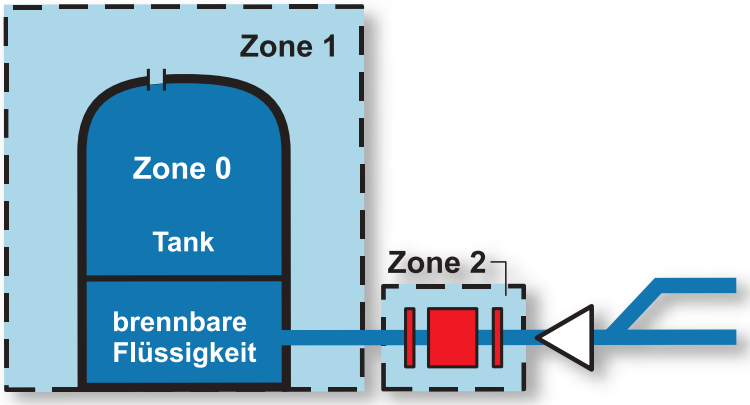
Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen unterteilt, um die Auswahl geeigneter explosionsgeschützter Betriebsmittel und das Treffen von weiteren Schutzmassnahmen angemessen zu definieren. Massgebend ist dabei die Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) des Vorliegens einer explosionsfähigen Atmosphäre.

Explosions-gefahr durch:	Zone	Definition	Beschreibung	ATEX-Geräte-kategorie
Gase, Dämpfe, Nebel	**0**	Bereich, in dem eine explosionsfähige Gas-Atmosphäre **ständig, über lange Zeiträume** oder **häufig** vorhanden ist	■ Innerer Raum von Behältern, Tanks, Apparaten und Rohren	**1G**
	1	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb **gelegentlich** eine explosionsfähige Gas-Atmosphäre bilden kann	■ Nähere Umgebung von Zone 0 ■ Näherer Bereich um Füll- oder Entleeröffnungen ■ Näherer Bereich von nicht dichtenden Stopfbüchsen (bei Pumpen und Schiebern)	**2G**
	2	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Gas-Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur **kurzzeitig** auftritt	■ Nähere Umgebung von Zone 0 oder 1 ■ Nähere Umgebung von Sicherheitsventilen ■ Lagerräume für brennbare Flüssigkeiten	**3G**
Staub	**20**	Bereich, in dem eine explosionsfähige Staub-Atmosphäre **ständig, über lange Zeiträume** oder **häufig** vorhanden ist	■ Nur im Innern von Behältern, Rohrleitungen, Apparaten (z.B. Sprühtrockner, Entstaubungsanlage)	**1D**
	21	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb **gelegentlich** eine explosionsfähige Staub-Atmosphäre bilden kann	■ Lagersilos (wenn wenig Staub aufgewirbelt wird) ■ Bereiche von Staubentnahme oder Füllstationen ■ Bereiche, in denen Staubablagerungen auftreten und im Normalbetrieb eine explosionsfähige Konzentration im Gemisch mit Luft möglich ist	**2D**
	22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Staub-Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur **kurzzeitig** auftritt	■ Umgebung von Staub enthaltenden Anlagen, wenn Staub durch Undichtigkeit austreten kann	**3D**

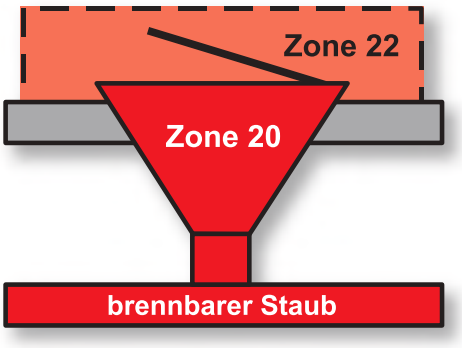
- In Zonen 0 und 20 dürfen keine Funken aus Reib-, Schlag- und Bearbeitungsvorgängen entstehen; es dürfen keine Werkzeuge eingesetzt werden, die Funken erzeugen können.
- In Zonen 1 und 2 sind funkenerzeugende Arbeiten nur zulässig, wenn besondere Massnahmen ergriffen werden (Messung ergibt Abwesenheit von zündfähiger Atmosphäre oder ausreichende Inertisierung mit CO_2 oder N_2; Wasserkühlung beim Schleifen).
- In Zonen 21 und 22 dürfen Funken nur erzeugt werden, wenn die Arbeitsstelle abgeschirmt und von Staub gesäubert wurde oder die Arbeitsstelle so feucht gehalten ist, dass kein Staub aufgewirbelt werden kann.

© by FKS: 04/2014

- Beispiele räumlicher Bestimmung von Ex-Zonen:



Gas-Ex-Zonen



Staub-Ex-Zonen

- Beispiele zur Zoneneinteilung für viele praktische Situationen finden sich in Suva-Merkblatt 2153 (Explosionsschutz)
- Bei Umgang und Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten und Gas besteht eine Ex-Zone 2 meist nie mehr als 2 - 5 m seitlich und 1 - 3 m über dem Objekt (Ausnahme: unbelüftete Räume, Gruben, Schächte)

Grundsätze zur Zoneneinteilung und zur Verwendung von Geräten

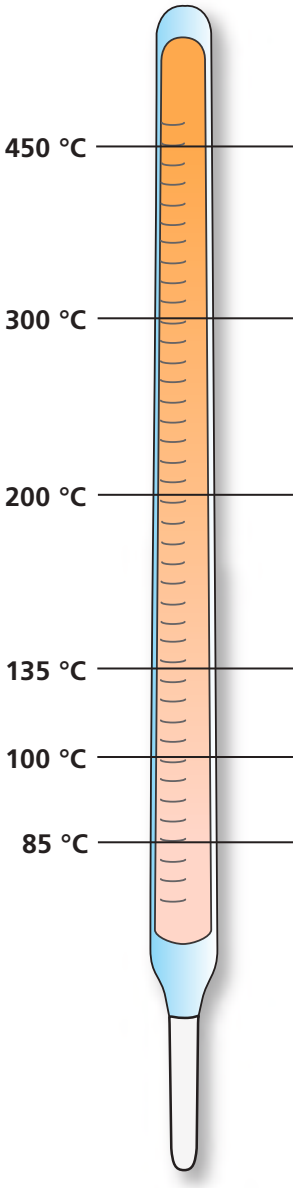
- In den entsprechenden Zonen müssen die in der Tabelle bezeichneten Gerätetypen oder Gerätetypen mit tieferer Ziffer verwendet werden (in Zone 2 dürfen die Gerätetypen 3G, 2G, 1G eingesetzt werden. Der Gerätetyp 3G darf nur in Zone 2, der Gerätetyp 1G in Zonen 0, 1 und 2 verwendet werden).
- Sind mehrere Stoffe vorhanden, so ist bei der Zoneneinteilung jeweils das höchstmögliche Gefahrenpotential zu berücksichtigen.

Schutz vor Zündung durch unzulässige Temperaturen

- Für alle Arten von Zonen gibt es – in Abhängigkeit von den entsprechenden Stoffen – zusätzlich auch noch Beschränkungen betreffend der maximalen Oberflächentemperatur von Apparaten, Stoffen und Betriebsmitteln.

© by FKS: 04/2014

- Gasförmige Stoffe: Zur Einteilung werden im Bereich der Zonen 0, 1, 2 sogenannte Temperaturklassen verwendet:



Temperatur-klasse	Zündtemperatur-bereich der Gemische	Max. zulässige Oberflächentem-peratur der Geräte	Beispiele
T1	> 450	450 °C	Aceton, Ammoniak, Propan, Toluol
T2	> 300 ... <= 450	300 °C	Cyclohexan, Butan, Ethylen, Acetylen
T3	> 200 ... <= 300	200 °C	Benzin, Hexan, Schwefel-wasserstoff
T4	> 135 ... <= 200	135 °C	Acetaldehyd
T5	> 100 ... <= 135	100 °C	
T6	> 85 ... <= 100	85 °C	Schwefel-kohlenstoff

- Brennbare Stäube: Hier gibt es keine Temperaturklassen; die maximal zulässige Temperatur wird jeweils spezifisch in Grad Celsius angegeben. Oberhalb dieser Temperatur kann ein Glimmbrand (bei dicker Staubablagerung auf heisser Oberfläche) oder eine Zündung einer Staubwolke erfolgen

- Neben heissen Oberflächen von Maschinen, Geräten und Lichtquellen können auch mechanische Vorgänge (Bremsen, Reibung, Bohren) zu starker Erwärmung führen
- Viele chemische Reaktionen setzen auch Wärme frei (z.B. Reaktion von inkompatiblen Stoffen; Neutralisationsreaktionen etc.)

© by FKS: 04/2014

Einteilung und Kennzeichnung von explosionsgeschützten Geräten

Arbeitsmittel, die in explosionsgefährdeten Bereich verwendet werden sollen, müssen der Richtlinie ATEX 95 entsprechen. Explosionsgeschützte Geräte sind an der Kennzeichnung „Ex" in einem Sechseck zu erkennen.

Geräte werden, je nach Verwendung, in verschiedene Gruppen und Klassen eingeteilt.

Die wichtigsten sind:

Gerätegruppe / Explosionsgruppe	**I**	Betriebsmittel für schlagwettergefährdeten Gruben- und Bergbau (Gas- bzw. Staubexplosionsgefahr durch Methangas + Kohlenstaub)
	II	Betriebsmittel für alle übrigen explosionsgefährdeten Bereiche (Gase / Dämpfe). Die Geräte werden entsprechend der Zündfähigkeit der entsprechenden Gase / Dämpfe noch weiter unterteilt: IIA: Methan, Propan, Aceton, Toluol IIB: Ethylenoxid, Heizöl, Benzin IIC: Wasserstoff, Acetylen (Gruppe IIC hat die höchste Zündfähigkeit; Geräte der Gruppe IIC dürfen auch in Bereichen mit IIA, IIB eingesetzt werden)
	III	Geräte für Bereiche mit brennbarem Staub werden, entsprechend der Art des Staubes, in Gruppen IIIA, IIIB und IIIC unterteilt: IIIA: brennbare Fasern und Flusen (aus Papier-, Holz- und Textilverarbeitung) IIIB: nicht leitfähiger Staub IIIC: leitfähiger Staub (Metallstaub)
Gerätekategorie	**1G / 2G / 3G** **1D / 2D / 3D**	Für Gase / Dämpfe (Zonen 0 - 2) Für Staub (Zonen 20 - 22)
Temperaturklasse	**T1 - T6** **Txx°C**	Für Gase Maximale Oberflächentemperatur (für Stäube)

Bei der Kennzeichnung und Geräteeinteilung gibt es sowohl das System der ATEX-Kennzeichung sowie der international genormten IEC/CENELEC-Kennzeichnung. Letztere enthält mehr Informationen, ist aber deutlich komplexer aufgebaut.

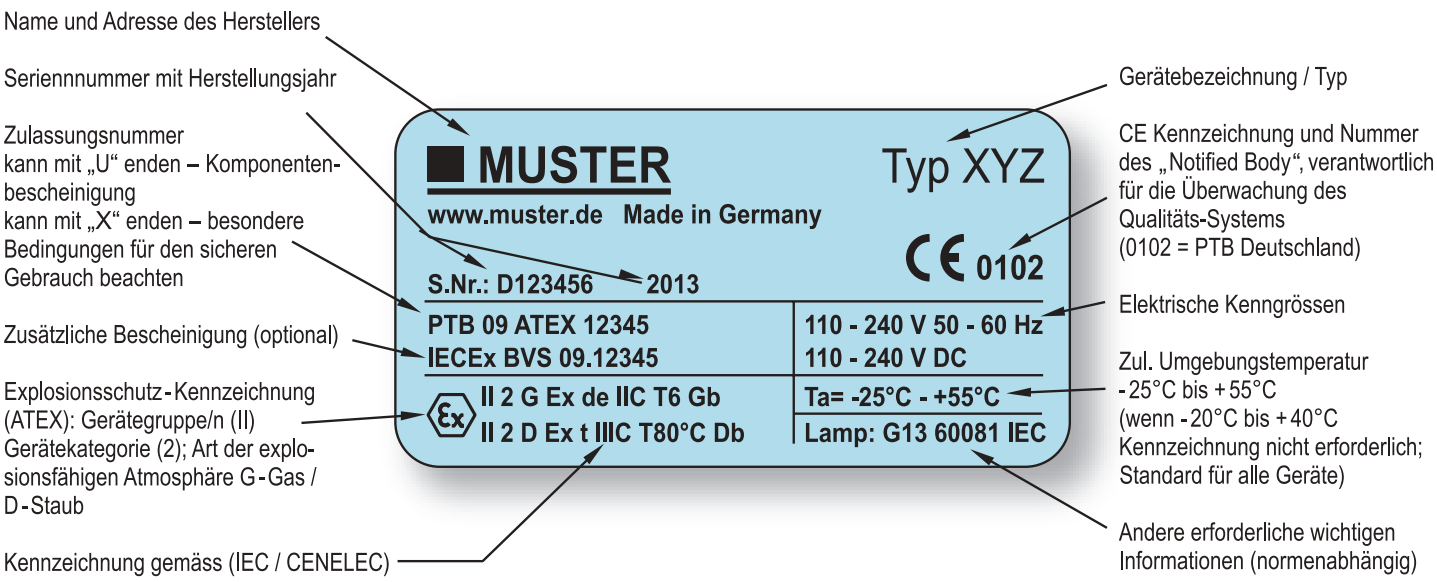
Weitere Informationen und Daten zum Explosionsschutz können folgenden Werken entnommen werden:

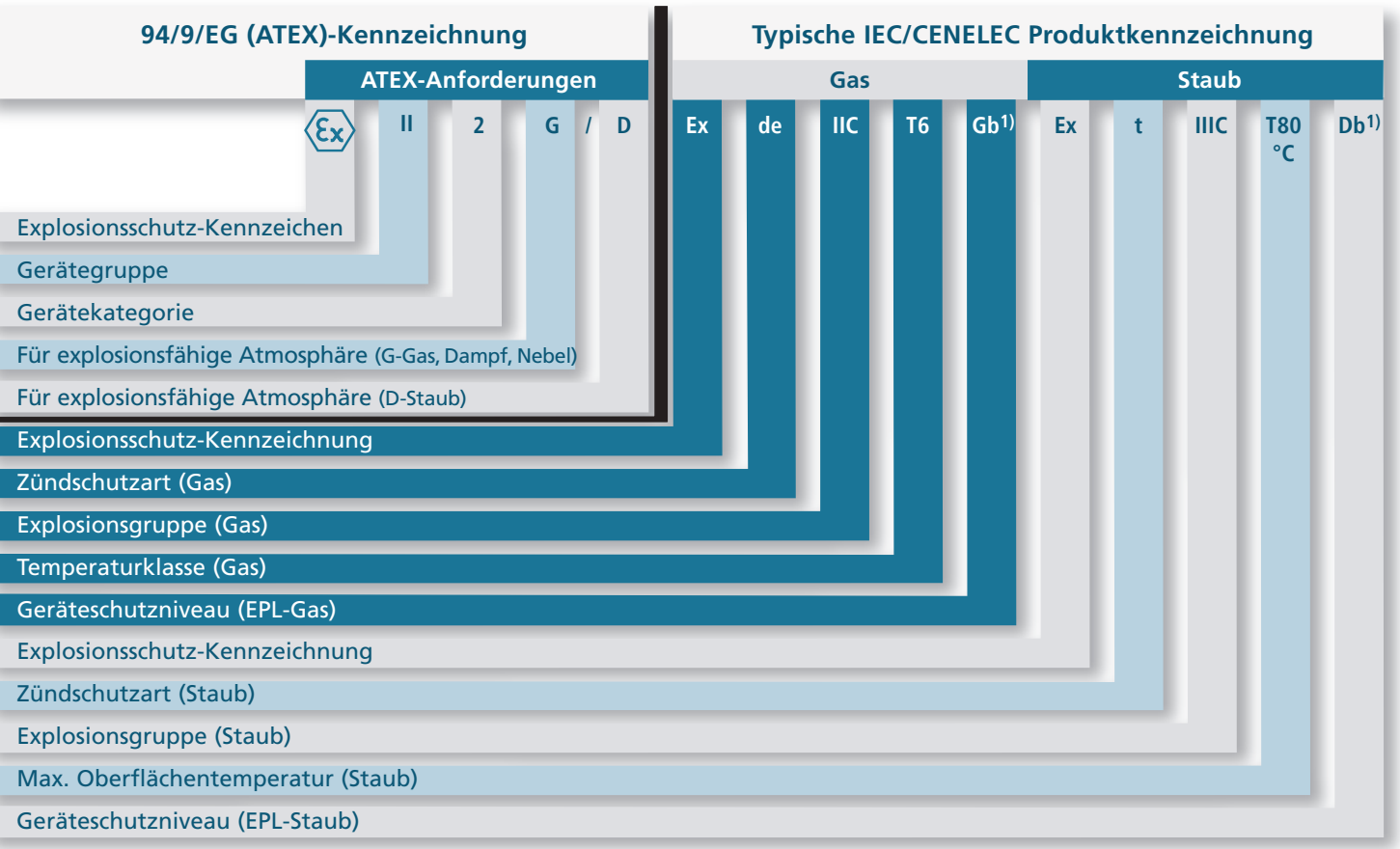
- Suva-Merkblatt 2153 (Explosionsschutz; Grundsätze, Zonenbildung, Mindestvorschriften)
- Suva-Merkblatt 1469 (Sicherheitstechnische Kenngrössen von Flüssigkeiten und Gasen)
- IGS-Check
- Für Stäube: GESTIS Staub-Ex-Datenbank und BIA Report 12/97 (Brenn- und Explosionskenngrössen von Staub)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Beispiel eines genormten Typenschilds für ein explosionsgeschütztes Gerät:





1) Standard Kennzeichnung – alternative Kennzeichnung möglich z.B.: **Ex db eb IIC T6 / Ex tb IIIC T80°C**

- Für den Chemiewehreinsatz wird der Kauf von Geräten / Betriebsmitteln empfohlen, die für die Zone 1 geeignet sind (ATEX Kennzeichnung Ex II 2G). Betriebsmittel für die Zone 0 sind – mit Ausnahme von batteriebetriebenen Leuchten / Lampen - kaum erhältlich.
- Bei explosionsgeschützten Geräten enthält die Konformitätserklärung teilweise wichtige Hinweise zur erlaubten Verwendung sowie zu Einschränkungen der Gültigkeit des Ex-Schutzes; diese können entscheidend sein!

© by FKS: 04/2014

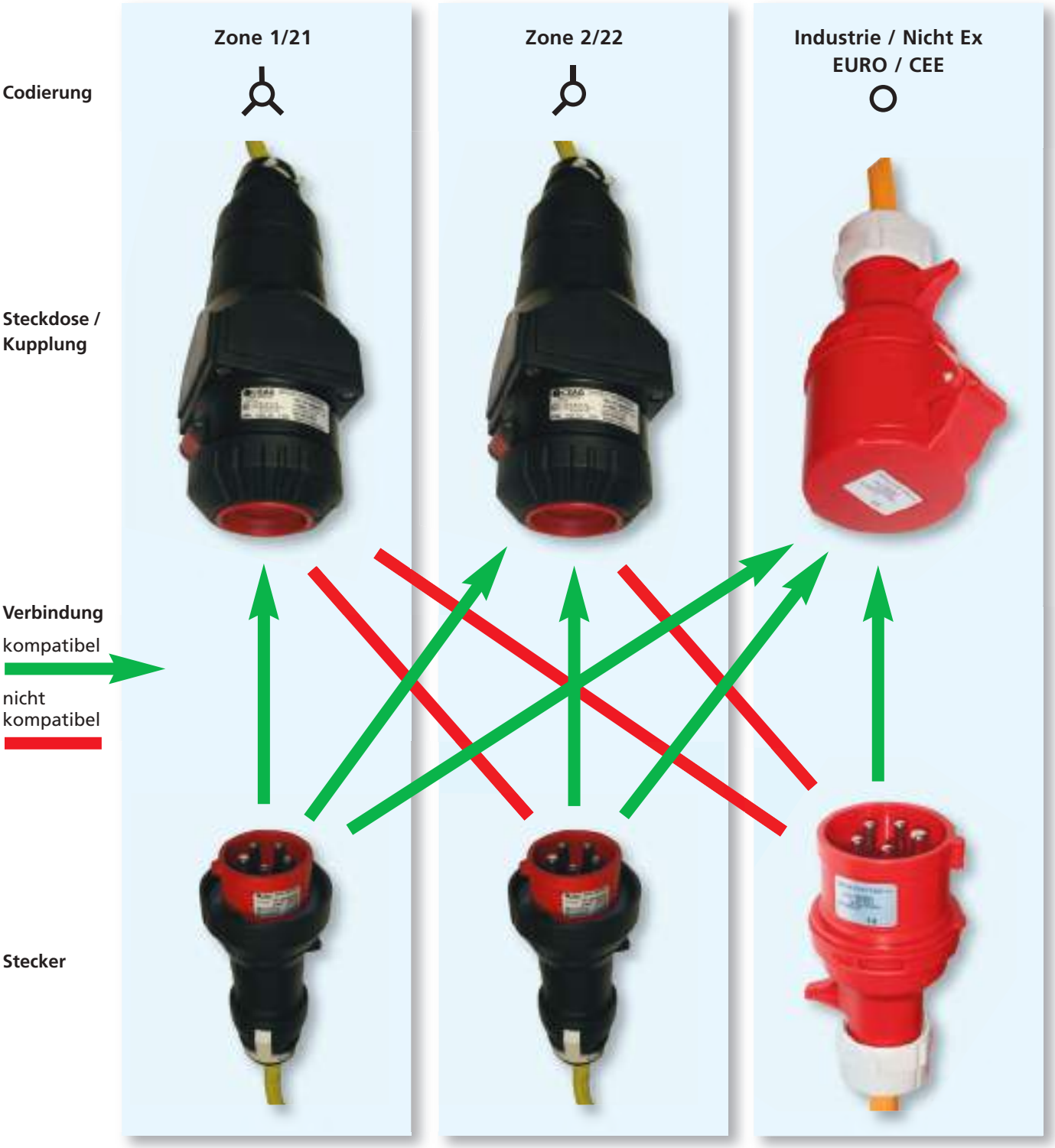
Explosionsgeschützte elektrische Steckverbindungen (ATEX-Stecker)

Normale elektrische Industrie- und Haushaltsstecker (Euro- oder CH-Typen) dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nicht eingesetzt werden.

Im Gegensatz zu den normierten CH- und Euro-Steckverbindungen gibt es keine allgemeine Steckernorm für explosionsgeschützte Geräte. Die Stecker sind herstellerspezifisch. In der Schweiz werden in der Industrie verschiedene Steckersysteme verwendet (Maréchal, SolConeX / STAHL, CEAG); in der Chemiewehr sind fast ausschliesslich CEAG- (ehemals auch ABB-) Steckverbindungen verbreitet.

Die CEAG Steckverbindungen sind kompatibel zu EURO- / CEE-Kupplungen, sodass ex-geschützte Geräte auch ausserhalb der Ex-Zone an normalen Euro-Steckdosen benutzt werden können. An Steckdosen und Kupplungen für explosionsgefährdete Bereiche ist eine Verwendung von nicht Ex-geschützten Verbindungen oder solchen, die nicht für die entsprechende Zone gedacht sind, nicht möglich:

Beispiele CEAG Steckverbindungen 400 V / 5 Pol:



© by FKS: 04/2014

Hinweis zu alten bzw. neuen Ex-Steckern (Umstellung Ex / ATEX)

Im Jahr 1996 wurde in Europa und der Schweiz die ATEX-Richtlinie eingeführt. Ältere explosionsgeschützte Bauteile (Motoren, Pumpen, Stecker) mussten durch die Hersteller, aufgrund der ATEX-Richtlinie, an die geänderten Vorschriften angepasst werden. Bereits installierte „Ex"-Systeme müssen allerdings nicht ausgewechselt oder modernisiert werden (Besitzstandswahrung).

Für die Feuerwehr / Chemiewehr hat dies insbesondere betreffend den (ehemals) ABB- und CEAG- Ex-Steckverbindungen (Stecker, Kupplungen, Buchsen, Steckdosen) folgende wichtige Bedeutung (Beispiel anhand 230 V / 3 Pol):

Steckdose / Kupplung

Verbindung

kompatibel

nicht kompatibel

Stecker

Steckdose / Kupplung: Neu (ATEX)

alte Serie **neue Serie**

- Sowohl alte Ex-Stecker wie neue ATEX-Stecker können benutzt werden

Steckdose / Kupplung: Alt (Ex)

alte Serie **neue Serie**

- Alte Ex-Stecker können benutzt werden
- Neue ATEX-Stecker können nicht verwendet werden

- Alte (ABB, CEAG) und neue (CEAG) explosionsgeschützte Kupplungen sind daran erkennbar, dass die neuen Kupplungen über schraubbare Deckel (rot/blau) verfügen und die Stecker mit einem Dichtungsring ausgerüstet sind
- Bei Ex-geschützten Steckverbindungen ist zusätzlich zum Steckvorgang immer auch eine Drehung bzw. Arretierung nötig (Strom wird erst dann auf die Kontakte geschaltet)

© by FKS: 04/2014

5.4 | Ereignis bei Gütertransport / -umschlag

70 % aller Gefahrguttransporte auf der Strasse und der Schiene enthalten Stoffe der ADR-Klasse 3 (brennbare Flüssigkeiten). Die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses ist beim Umschlag (Manipulation durch Be- und Entladen) höher als während des Transports.

Die transportierten Mengen im Schienenverkehr (bis 120 m^3 pro Bahnwagen) sind deutlich höher als auf der Strasse (bis 45 m^3). Das Schienentrassee ist, im Gegensatz zum Strassennetz, meistens unbefestigt (Schotter) und nicht kanalisiert.

Die Zugänglichkeit kann massiv erschwert sein.

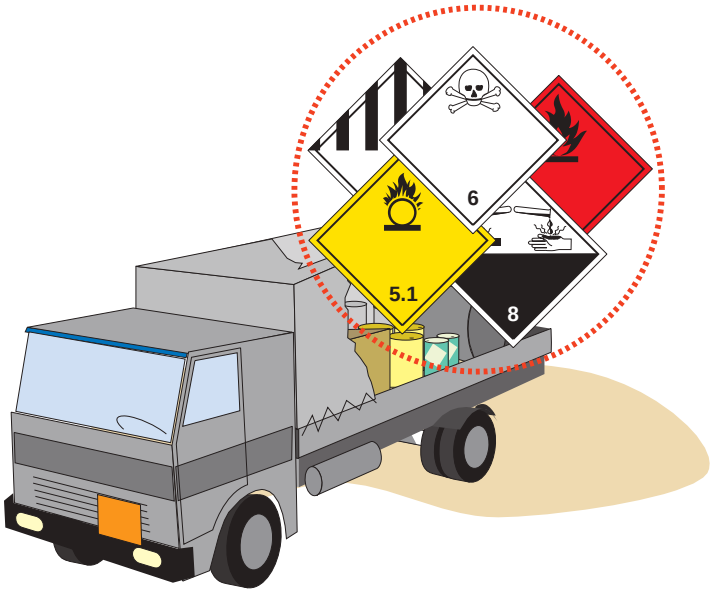
In Kleinmengen können Transporte von gefährlichen Stoffen ohne Kennzeichnung durchgeführt werden (z.B. Drogist, Bodenleger, Maler, Landwirt).

Ereignisbeispiele

- Überfüllungen
- Be- oder Entladeunfälle (z.B. aufgestochene Tanks durch Stapler)
- Verkehrsunfälle mit Gefahrgut

Eigenschaften der chemischen Stoffe

- können durch ihre vielfältigen Eigenschaften Menschen, Tiere und die Umwelt gefährden
- beinhalten ein grosses Energiepotential, das freigesetzt werden kann
- können kanzerogen, mutagen oder teratogen sein (CMR-Stoffe)
- können giftig, korrosiv, brennbar, selbstzersetzend etc. sein (gemäss ADR-Gefahrgutklassen)
- beim Vermischen von Stoffen, können neue Stoffe mit anderen Eigenschaften entstehen
- können, je nach Temperatur, in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen



Gefahren bei Freisetzung chemischer Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Vergiftung, Verätzung, Verbrennung, Erbgutschädigung, krebserzeugend etc.)
- Explosions- und Zündgefahr
- Erstickungsgefahr
- Kontaminationsgefahr für Umwelt
- Korrosionsgefahr an Apparaten, Werkstoffen und Tragwerken
- Es ist mit weiterem Stoffaustritt zu rechnen (Treib- und Betriebsstoffe, Ladungsgut etc.)

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Partnerorganisationen informieren
- C-Fachberatung aufbieten
- In Windrichtung vorgehen, der Situation angepasste Zonen erstellen
- Topografie beachten (Intervention, wenn möglich, von oben vornehmen)
- Unfallstellen-, Fahrzeugsicherung
- Sicherheit im Umgang mit Bahnanlagen einhalten (Erdung, Schrittspannung etc.)
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Zündquellen fernhalten
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht kontaminiert sind, an einem geeigneten Ort sammeln und betreuen
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material und Personen)
- Informationen über die beteiligten Stoffe und deren Eigenschaften beschaffen (Beförderungspapiere, Ereignismanager etc.)
- Austretende Stoffe auffangen
- Lecks wenn möglich abdichten
- Gase wenn möglich niederschlagen
- Abläufe, Kanalisationen, Schächte etc. abdichten
- Kanalisationen und Leitungsschächte immer mit Unterdruck und mit Ex-geschützten Geräten entlüften
- Besteht die Gefahr, dass Stoffe in offene Gewässer, Kanalisation oder Erdreich gelangen, Gewässerschutzfachstelle und gegebenenfalls ARA informieren

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Messungen durchführen, Zonengrösse überprüfen
- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Bei Bedarf, Probenahmen einleiten
- Dekontamination
- Massnahmen für Rückhalt von kontaminiertem Abwasser treffen (Havariebecken, Schieber, Ölabscheider etc.)

- In den Einsatzplänen der National- und Kantonsstrassen sowie Bahnanlagen sind Angaben bezüglich der Entwässerung und deren Bauwerke enthalten

Zusätzliche Massnahmen bei Feuer

- Stoffgerechte Löschmittel einsetzen
- Grundsätzlich keine Löschmittel direkt in Gefahrstoffe spritzen
- Kontaminiertes Löschwasser auffangen
- Unbeschädigte Behälter und Einrichtungen schützen

© by FKS: 04/2014

5.5 | Kriminelles / Terroristisches Ereignis

Denkbar sind Anschläge auf stationäre Einrichtungen (Chemiefabriken, Raffinerien, Tankanlagen, Lagerhallen etc.) wie auch auf Transporteinrichtungen (Pipelines, Chemikalienwaggons etc.). Wie Anschläge im Ausland gezeigt haben, sind auch Anschläge mit chemischen Kampfstoffen (z.B. Sarin, Phosgen, Senfgas, Chlor) möglich. Die Auswirkungen chemischer Anschläge sind örtlich begrenzt.

Parallele und/oder Folgeanschläge sind wahrscheinlich.

Ereignisbeispiele

- Anschlag mit Kampfstoff in der Bahnhofshalle
- Anschlag mit Blausäure über Lüftungssystem im Einkaufszentrum
- Säureanschlag auf Personen

Eigenschaften der chemischen Stoffe

- können durch ihre vielfältigen Eigenschaften Menschen, Tiere und die Umwelt gefährden
- beinhalten ein grosses Energiepotential, das freigesetzt werden kann
- können kanzerogen, mutagen oder teratogen sein (CMR-Stoffe)
- können giftig, korrosiv, brennbar, selbstzersetzend etc. sein (gemäss ADR-Gefahrgutklassen)
- beim Vermischen von Stoffen, können neue Stoffe mit anderen Eigenschaften entstehen
- können, je nach Temperatur, in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen

Gefahren bei Freisetzung chemischer Stoffe

- Gesundheitsgefahr (Vergiftung, Verätzung, Verbrennung, Erbgutschädigung, krebserzeugend etc.)
- Explosions- und Zündgefahr
- Erstickungsgefahr
- Kontaminationsgefahr für Umwelt
- Korrosionsgefahr an Apparaten, Werkstoffen und Tragwerken

© by FKS: 04/2014

Das Ereignis gibt die Prioritäten vor.

Massnahmen

- Partnerorganisationen informieren
- C-Fachberatung aufbieten
- In Windrichtung vorgehen, der Situation angepasste Zonen erstellen
- Topografie beachten (Intervention, wenn möglich, von oben vornehmen)
- Angepasste Schutzausrüstung tragen
- Zündquellen fernhalten
- Erste Hilfe leisten
- Direkt Betroffene, die nicht kontaminiert sind, an einem geeigneten Ort sammeln und betreuen (psychologische Nothilfe)
- Kontaminationsverschleppung verhindern (Material und Personen)
- Fenster und Türen schliessen
- Ventilation- bzw. Lüftungsanlagen abschalten (Ausbreitung verhindern)
- Sofern möglich, Informationen über die beteiligten Stoffe und deren Eigenschaften beschaffen (Symptome, Farbe etc.)
- Austretende Stoffe lokalisieren evtl. auffangen
- Gase wenn möglich niederschlagen / umlenken

Situationsgerechte Folgemassnahmen

- Messungen durchführen, Zonengrösse überprüfen
- Dekontaminationsstelle aufbauen, Personenerfassung sicherstellen
- Möglichst wenig Personen und Material in der Gefahrenzone einsetzen
- Probenahme (Spurenschutz beachten)
- Messungen vor Ort
- Dekontamination
- Behörden informieren

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Seit dem ersten Weltkrieg wurden speziell giftige Stoffe zur Herstellung von Massenvernichtungswaffen entwickelt. Solche chemische Kampfstoffe sind feste, flüssige oder gasförmige Substanzen, die in kleinsten Mengen auf Mensch, Tier oder Pflanze eine Reiz- oder Giftwirkung ausüben.

Nicht alle chemischen Kampfstoffe wirken gleich auf den menschlichen Körper:

Typ	Wirkungsweise	Beispiele
Nervenkampfstoffe	Wirkung auf das Nervensystem (Steuerung der Organfunktionen). Sofortiges Auftreten der Symptome. Symptome: Pupillenverengung (Miosis), Speichelfluss, tropfende Nase, Atemnot, Muskelkrämpfe.	Tabun, Sarin, Soman, VX-Stoffe
Hautkampfstoffe	Haut- und Gewebeschädigende Wirkung. Latenzzeit bis zu 8 Stunden. Symptome: Hautrötung, Juckreiz, Blasenbildung, Augen- und Atemwegsschäden.	S-Lost (Senfgas), N-Lost, Lewisit
Lungenkampfstoffe	Wirkung auf die Lungenschleimhaut. Latenzzeit bis zu 8 Stunden. Symptome: Husten, Atemnot, Brustschmerzen, Ersticken.	Phosgen, Diphosgen, Chlorpikrin
Blutkampfstoffe	Wirkung auf die innere Zellatmung (Sauerstoffversorgung durch das Blut) bei funktionierender Lungenatmung. Sofortiges Auftreten der Symptome. Symptome: Schwindel, Atemnot, Kopfschmerzen, Krämpfe, Atemstillstand.	Blausäure, Chlorcyan
Psychokampfstoffe	Wirkung auf das Nervensystem. Latenzzeit bis zu 1 Stunde. Symptome: Weite Pupillen, Angst, Schwindel, Haluzinationen, evtl. Bewusstlosigkeit.	Chinuklidinylbenzilat

Für die Detektion chemischer Kampfstoffe wurden den Chemiewehren, seitens Bund, leihweise Messmittel zur Verfügung gestellt (siehe Punkt 5.10.5).

Seit 1997 sind chemische Waffen durch die Chemiewaffenkonvention offiziell geächtet. Auch die Entwicklung, Herstellung und Lagerung sind verboten. Trotzdem lagern in vielen Ländern – allen voran in den USA und in Russland – noch Unmengen chemischer Kampfstoffe. Eine Verwendung bei einem Terroranschlag ist auch in der Schweiz nicht auszuschliessen.

© by FKS: 04/2014

5.6 | Erste Hilfe

Neben der herkömmlichen „ABC(D)" (Airways, Breathing, Circulation, Defibrillation) Beurteilung des Patienten durch die Retter, spricht man bei Chemieunfällen mit möglichen, betroffenen Personen von **KVVV**:

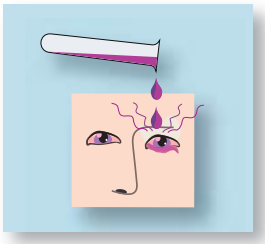
KONTROLLE

VERÄTZUNG

VERGIFTUNG

VERBRENNUNG

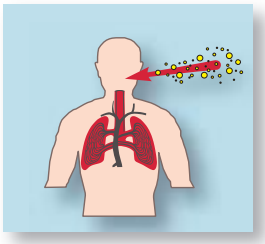
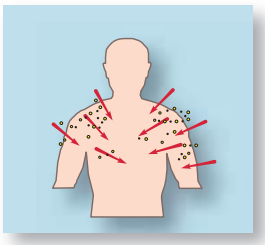
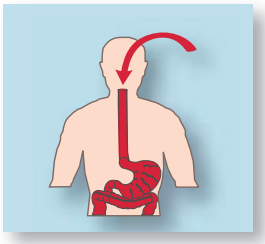
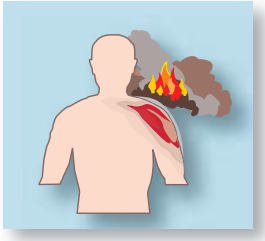
Je nach Verletzungsart und Stoff bestehen unterschiedliche Symptome und erste Behandlungsmöglichkeiten:

Verletzungsart	Symptome	Gefahr für Retter	Erste Behandlungsmassnahmen	Hinweise
■ **Verätzungen der Augen/Schleimhäute** 	• Rötungen • Juckreiz • Beissen der Augen • Tränenfluss • Trübungen • Brennender, starker Schmerz • Verkrampfen der Augenlider • Blutauswurf (bei Verätzungen der Schleimhäute, Speiseröhre, Magen)	Kontamination Weitere Verschleppung	• Auswaschen mit viel Wasser (mind. 15 Min.) • Benutzen von Augenspülflüssigkeiten • Behandeln mit speziellen Augenwaschlösungen *Falls vorhanden:* • Augendusche verwenden!	Verkrampfte Augenlider sind, ohne besondere Medikamente (Tropfen) oder ausreichend Kraft, nur schwer zu öffnen! Hilfsperson beiziehen Augen von innen nach aussen waschen (keine Gefährdung des anderen Auges)
■ **Verätzungen der Haut**	• Rötungen • Juckreiz • Beissen der Haut • Brennender, starker Schmerz • Gefahr von festklebenden Textilien (Kunstgewebe!) auf Haut • Wundenbildung, Infektionsgefahr	Grosse Kontaminationsgefahr Abrutschen von Haut in Kontakt mit Laugen (Seifenbildung)	• Abwaschen der Haut mit viel Wasser und Seife • Benutzen von besonderen Waschlösungen • Nach Dekontamination / Neutralisation: Behandlung wie eine Verbrennung (Kühlen mit Wasser oder Hydro-Gel) • Schlecht wasserlösliche Substanzen mit PEG-400 entfernen *Falls vorhanden:* • Personendusche verwenden!	Aufschneiden der Kleider zum Entfernen (statt ausziehen) Sauerstoffgabe (bis 6 l/Min.) bei Verätzungen der Atemwege

Flusssäure ist besonders heimtückisch:

- Verätzungen kaum sichtbar, aber extrem schmerzhaft
- Kann auch in verdünnter Form schwere Verätzungen mit tödlichen Folgen verursachen

© by FKS: 04/2014

Verletzungsart	Symptome	Gefahr für Retter	Erste Behandlungs-massnahmen	Hinweise
■ **Vergiftung (Atemwege)** 	• Atemnot • Husten • Erschöpfungszu-stände • Ohnmacht • Atemstillstand • Hustenreiz • Schwindel • Kopfschmerzen • Benommenheit • Krampfanfälle • Brennen und Schmerzen in den Atemwege • Kurzatmigkeit • Tränenfluss	Keine, sofern keine Mund-zu-Mund Beatmung	• Sauerstoffgabe • Lagerung mit erhöhtem Ober-körper bei Atem-not • BLS bei Atem-stillstand • Bei Bewusst-losigkeit: Seitenlagerung	Latenzzeit bis zu mehreren Stunden und Tagen mög-lich (Lungenödem) Rosige Gesichts-farbe trotz Sauer-stoffmangel bei Kohlenmonoxid (CO)
■ **Vergiftung (Haut)** 	• Hautverfärbungen, Hautverletzungen analog Verätzungen, Verbrennungen • Keine Symptome auf der Haut sichtbar, aber Beschwerden des Allgemeinbefin-dens: Kopfweh, Schwindel, Bewusst-losigkeit, Vergif-tungssymptome	Kontaminations-verschleppung, falls Stoff noch auf der Haut	• Abwaschen mit Wasser und Seife • Schlecht wasser-lösliche Substan-zen mit PEG-400 entfernen	Latenzzeit beachten
■ **Vergiftung (Verschlucken)** 	• Schläfrigkeit, • Benommenheit, • Störung von Allgemeinbefinden und Wahrnehmung • Grosse Pupillen • Herz-Kreislauf-Störungen • Krämpfe • Erbrechen • Zittern	Keine, sofern kein Kon-takt zu Auswurf, Ausscheidungen und Körperflüssig-keiten	• Falls Patient bei Bewusstsein: 1 Glas Wasser trinken lassen. Nicht zum Erbrechen bringen!	Bei Spontaner-brechen, Kopf tief halten, um Erstickungsgefahr (Aspiration) zu vermeiden
■ **Verbrennungen** 	• Rötungen • Blasenbildung • Verkohlung	Keine	• Sofortiges Kühlen des ver-brannten Körper-teils (auch mit Kleidern) • Festklebende Kleider nicht von Wunde reissen (frei schneiden; Entfernung durch ausgebildete Retter) • Verbrennungsgel/ Hydro-Gel, sofern vorhanden	Vorsicht vor Kälte-schock / Hypo-thermie Ab Handflächen-grosser Verbren-nung, zwingend Einweisung in das Spital; auch bei Verbrennungen im Gesicht, über Gelenke, im Geni-talbereich oder bei Kleinkindern

© by FKS: 04/2014

Massnahmen

- Eigenschutz der Rettungskräfte beachten, besonders bei Säuren bzw. Laugen und Atemgiften
- Gefahrstoffe auf Kleidern und Haut entfernen (mindestens Grobdekontamination)
- Lebensrettende Massnahmen (BLS) haben, unter Berücksichtigung der eigenen Sicherheit, immer Vorrang
- Patienten einem geeigneten Spital übergeben (Zuweisung über Sanitätsnotrufzentrale 144; der Rettungsdienst nimmt mit dem zugewiesenen Spital Kontakt auf)
- Patienten sind vor Wärmeverlust zu schützen und permanent zu betreuen / überwachen

- Reizungen und Vergiftungen der Atemwege gehören, zusammen mit Verätzungen der Haut, zu den häufigsten Verletzungsmustern bei chemischen Ereignissen
- Eine Sauerstoffgabe an Patienten ist grundsätzlich nie falsch. Eine Abgabe durch die Feuerwehr ist bis 6 l/Min., ohne besondere Ausbildung, zulässig. Bei höheren Flussraten gilt die Abgabe von Sauerstoff als Behandlung mit einem Medikament (Abgabe nur durch professionelle Rettungssanitäter oder Notarzt).
- Für die Behandlung von Flusssäureverletzungen sind spezielle Notfallsets einzusetzen
- Für die Behandlung von Kampfstoffverletzungen existieren besondere Antidota-Kits

- Keine Behandlung, ohne vorgängige Dekontamination
- Vorsicht bei Verwendung einer Personendusche: Bei stehendem Patienten ist eine so starke Abkühlung möglich, dass ein Hypothermie-Schock eintreten kann (Gefahr des Stürzens des Patienten)
- Nie Erbrechen beim Patienten auslösen (kein Salzwasser einflössen, keine Getränke mit Kohlensäure). Keine Milch zum Trinken geben!
- Auf mögliche Schocksymptome achten; Ruhe, Wärme, Witterungsschutz. Bei Schock: Schocklagerung (Beine angewinkelt, Kopf flach).
- Keine herkömmlichen Cremes, Puder oder Salben, ohne ärztliche Anweisung, auf die Haut auftragen
- Beatmungsgeräte anwenden, Mund-zu-Mund-Beatmung nach Möglichkeit vermeiden

- Weitere Informationen und stoffspezifische Hinweise zur Ersten Hilfe bei Chemieunfällen:

  ERI-Cards (Abschnitt 5)
  IGS-Check
  Hommel
  Nachschlagewerke

© by FKS: 04/2014

5.7 | Dekontamination / Neutralisation

Die **Dekontamination** umfasst das mechanische Abwischen / Abreiben / Abspülen / Abbürsten von chemischen Gefahrstoffen von Oberflächen, Objekten oder Personen. Eine Dekontamination reduziert zwar die Menge der Gefahrstoffe auf einer gegebenen Oberfläche, die Stoffe, die z.B. im Waschwasser anfallen, können aber immer noch die Umwelt verschmutzen und müssen, gemäss Fachberatung und zuständigen Fachstellen, entsorgt werden.

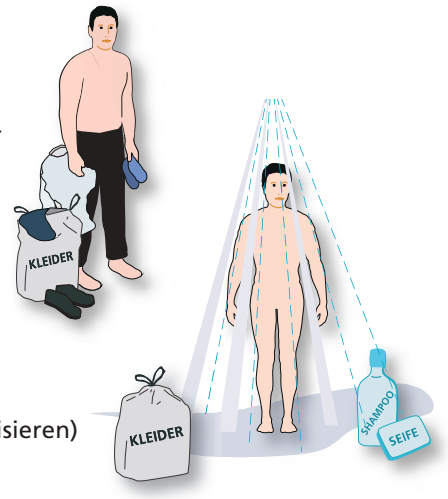
Der Prozess der **Neutralisation** umfasst das Neutralisieren bzw. die Inaktivierung von Chemikalien (siehe Punkt 5.12.2). Ziel jeder Neutralisation ist es, die Wirksamkeit des Stoffes in vorliegendem Fall soweit zu reduzieren, dass eine Personengefährdung und Umweltverschmutzung nicht mehr möglich sind.

- Keine Reaktionen (z.B. Neutralisation) auf dem Körper verursachen!

5.7.1 | Dekontamination von Personen

Grobdekontamination

- Verletzte und unverletzte Personen grobdekontaminieren
- Personengrobdekontamination bedeutet:
  - Entfernung betroffener Kleidungsstücke mittels Schere / Gurtenmesser
  - Kontaminierte Körperteile mit Wasser reinigen
- Kleider luftdicht verpacken (Plastiksack)
- Für die anschliessende Feindekontamination, C-Fachberatung beiziehen



Feindekontamination

- Reinigung durch Duschen der kontaminierten Personen (kein Hochdruck)
- Kontaminiertes Wasser auffangen und entsorgen (evtl. vorgängig neutralisieren)
- Alkalische Seifen / Shampoos verwenden (gemäss KSD-Konzept)

Stoffgruppe	Mögliche Dekontaminationsarten bei Patienten
Wasserlösliche Substanzen	• Partielle Reinigung mit Wasser 15 °C - 30 °C • Alkalische Seifen / Shampoos • Augenspüllösung (0,9 % NaCl oder spezielle, gepufferte Lösung) • Spezifische Dekontaminationsmittel
Wasserunlösliche Substanzen	• Ölbindetuch • Polyethylenglycol (PEG) 400 • Augenspüllösung (0,9 % NaCl oder spezielle gepufferte Lösung) • Spezifische Dekontaminationsmittel

- Bei Einsätzen in stationären Störfallbetrieben sind, je nach Ausbau, Dekoduschen, Augenspüllösungen und allenfalls spezifische Notfallsets (z.B. für Flusssäurekontamination) vorzufinden

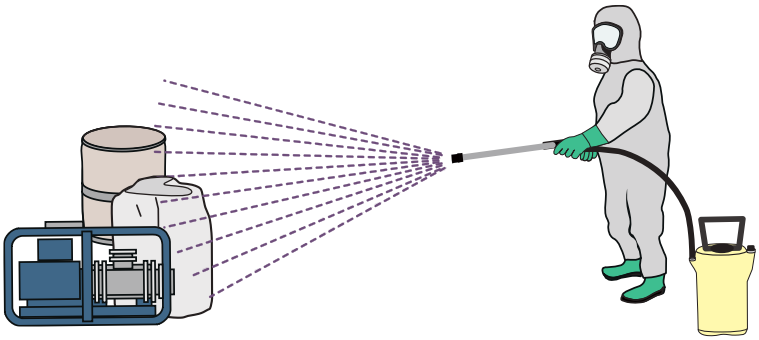
© by FKS: 04/2014

5.7.2 | Dekontamination / Neutralisation von Gerätschaften

Sämtliches Einsatzmaterial, das sich in der Gefahrenzone befunden hat, ist zu dekontaminieren und gegebenenfalls, gemäss C-Fachberatung, zu neutralisieren.

Vorgehen

- Dekontamination der Gerätschaften mit Wasser oder gegebenenfalls mit Neutralisationsmittel
- Kontaminiertes Wasser, wenn notwendig, auffangen und entsorgen (evtl. vorgängig neutralisieren)
- Gerätschaften nach der Dekontamination in Plastiksäcke dicht verpacken, beschriften und getrennt vom Personentransport transportieren



- Keine kontaminierten Gerätschaften, ohne mindestens einer Grobdekontamination, ins Feuerwehrmagazin bringen!
- Allfälliges Neutralisationsmittel wird durch C-Fachberatung bzw. kantonale Fachbehörde festgelegt

Dekontamination von Pumpe und Leitungen in der Gefahrenzone

Nach dem Pumpen verbleibt in der Pumpe und in den Leitungen Medium, das durch Anheben von Pumpe und Leitungen möglichst vollständig in den Havarist oder Reservist entleert werden soll. Danach werden die beiden Leitungsenden in einen geeigneten Behälter gestellt: z.B. Edelstahlfass 200 l ohne Deckel. Das restliche Medium wird nach Anweisung der Chemiefachberatung herausgewaschen und wenn möglich neutralisiert. Dabei wird das Fass ca. zur Hälfte mit Waschwasser gefüllt. Mit eingeschalteter Pumpe wird das Waschwasser im Kreis herumgepumpt (Kreislaufpumpen).

- Pumpen und Schlauchsystem direkt am Ereignisort entleeren und neutralisieren (Grobdekontamination), um eine Verschleppung an den Zonenrand zu vermeiden (siehe Punkt 2.16)

Das Waschwasser muss anschliessend nach Weisung der Chemiefachberatung, entsorgt werden. Der Waschvorgang muss evtl. mehrere Male mit frischem Waschwasser wiederholt werden. Durch Zugabe von Neutralisationsmittel oder Reinigungsmittel wird dieser Prozess beschleunigt.

Danach erfolgt die Feindekontamination (Aussenreinigung) an der Zonengrenze. Im Feuerwehrdepot erfolgt, wenn nötig, eine Schlussreinigung inkl. Trocknung.

© by FKS: 04/2014

5.8 | Umgang mit Abfällen und Abwässern

Die auf dem Schadenplatz beim Chemiewehreinsatz anfallenden Abfälle und Abwässer sind umwelt- und fachgerecht zu entsorgen.

Mögliche Abfälle und Abwässern

- Aufgefangene Produkte (flüssig, fest), z.B. Öl, Lösungsmittel, Säuren, chemische Feststoffe etc.
- Beschädigte und unbeschädigte Gebinde
- Mit Öl oder Chemikalien verunreinigte Bindemittel (Granulat, Vlies, Sperren und Schutzkleidung)
- Kontaminiertes Wasser aus der Dekontamination (insbesondere aus der Material- und Fahrzeugdekontamination)
- Kontaminiertes Kühl- und Löschwasser
- Boden / Aushub, verunreinigt mit Öl oder Chemikalien
- Inhalt von Rückhaltebecken, Ölabscheidern etc.

- Es ist zwischen gewöhnlichem Haushalts- bzw. Industrieabfall (Kehricht), unbelastetem Boden / Aushub, Abwasser und Sonderabfällen zu unterscheiden
- Es empfiehlt sich, im Rahmen der Einsatzvorbereitung, mögliche Saugwagen-, Entsorgungsfirmen und im Kanton vorhandene Einrichtungen (Deponien, Ölabscheideranlagen etc.) und deren Pikett-Kontaktinformationen in Erfahrung zu bringen

- Die Feuerwehr ist kein Transport- und Entsorgungsunternehmen
- Zu entsorgende Abfälle sind auf dem Schadenplatz an ein geeignetes Transport- bzw. Entsorgungsunternehmen abzugeben

Wässrige Abfälle oder Abwasser?

In vielen Fällen ist eine Unterscheidung zwischen Abwasser und wässrigem Abfall offensichtlich. Als Abwasser dürfen nur wässrige Lösungen (ohne weitere Phasen, Lösungsmittelreste etc.) eingeleitet werden, die einen pH-Wert zwischen 6,5 und 9 besitzen und gleichzeitig auch keine Stoffe beinhalten, welche die Funktion der Kläranlage beeinträchtigen oder dort nicht abgebaut werden können.

- Bei der Ableitung von leicht verschmutzten Abwässern in die Kanalisation zur Reinigung in der ARA, ist zwingend, anhand der Kanalisationspläne, (siehe Kapitel 2.19.3) darauf zu achten, dass eine Einleitung nur in eine Mischwasser- oder Schmutzwasserkanalisationsleitung erfolgt
- Keinesfalls darf verschmutztes Abwasser in eine Regenabwasserkanalisationsleitung eingeleitet werden (siehe Kapitel 2.19.2)

Wässrige Lösungen mit giftigen, brennbaren oder sonstigen gefährlichen Chemikalien sind, aufgrund Umwelt- und Personengefährdung (Beschädigung Kanalisation; Explosion / giftige Gase; Störung ARA-Funktion; Umweltverschmutzung), entweder auf dem Schadenplatz vorzubehandeln oder als Sonderabfall zu entsorgen (z.B. kontaminiertes Lösch- und Kühlwasser, siehe Kapitel 2.19).

Bei Abwasser aus der Dekontamination muss, aufgrund der Inhaltsstoffe und deren Konzentration, im Einzelfall beurteilt werden, ob eine Abgabe an eine Kläranlage noch möglich oder eine Entsorgung als Sonderabfall zwingend nötig ist.

© by FKS: 04/2014

- Wenn der Verdacht besteht, dass wässrige Lösungen mit giftigen, gefährlichen oder umweltgefährdenden Stoffen kontaminiert sein können, ist das Wasser primär zurückzuhalten (betreffend Rückhalt von Löschwasser, siehe auch Kapitel 2.19)
- Wasser kann sauber aussehen und einen korrekten pH-Wert (6,5 - 9,0) besitzen, aber dennoch in unzulässiger Weise kontaminiert sein
- Für die Beurteilung, ob solches Wasser kanalisiert werden kann oder als Sonderabfall zu entsorgen ist, muss die Chemiefachberatung beigezogen werden. In Zweifelsfällen ist zusätzlich das Gewässerschutzamt zur Fachberatung beizuziehen
- Auch eine bewilligte Einleitung ist vorgängig mit der ARA abzusprechen

Vorbehandlung von wässrigen Lösungen auf dem Schadenplatz

Auf dem Schadenplatz vorhandene und funktionsfähige Ölabscheider, Neutralisations- und Abwasserbehandlungsanlagen können bei der Ereignisbewältigung zur Vorbehandlung von wässrigen Lösungen eingesetzt werden. Je nach Gefahrstoff ist eine Reinigung soweit möglich, dass eine Kanalisierung als Abwasser möglich wird.

- Eine Neutralisation entfernt giftige und umweltgefährdende Eigenschaften nicht; weitere Hinweise, siehe Kapitel 5.12.2
- Bei der Verwendung von stationären Ölabscheidern, ist deren Volumen und Funktion zu überwachen, insbesondere bei Systemen, die bei Erreichen des maximalen Rückhaltevolumens nicht selbstständig verschliessen (siehe Kapitel 2.19.5)
- Niemals Lösungen mit Detergenzien (Seife) über einen Ölabscheider entsorgen, da dessen Funktion dann wirkungslos wird und das gesammelte Öl in die Kanalisation freigesetzt werden kann

Umgang mit Sonderabfällen

Viele im Chemiewehreinsatz anfallende Abfälle sind Sonderabfälle und müssen als solche entsprechend der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) und weiteren Vorschriften speziell gehandhabt werden. Allen Abfällen kann ein Abfall-Code (gemäss LVA-Liste zur VeVA) zugeordnet werden. Die wichtigsten für den Chemiewehreinsatz relevanten Abfall-Codes befinden sich in den „Tabellen und Einsatzhilfen“ (siehe Punkt 6.7).

Für den korrekten Umgang und die richtige Entsorgung ist der Abgeber verantwortlich.

Pflichten als Abgeber von Sonderabfällen gemäss VeVA

- Verwendung von geeigneten, bruchfesten, flüssigkeitsdichten, verschliessbaren Behältern / Verpackungen, die gegenüber dem vorgesehenen Entsorgungsgut chemisch ausreichend beständig sind.
- Abgabe (direkt oder via Transporteur) nur an Entsorgungsunternehmen mit der entsprechenden Bewilligung für den jeweiligen Abfall, z.B. Sonderabfallverbrennungsanlagen (SAVA), Zementwerke, geeignete Deponien (Reaktordeponie für bestimmte Sonderabfälle).
- Für den Transport und die anschliessende Entsorgung von Sonderabfällen ist ein VeVA-Begleitschein mit den entsprechenden Codes auszufüllen (Ausnahme: Sonderabfälle < 50 kg).
- Einhaltung der ADR- / SDR-Gefahrgutvorschriften, sofern keine Ausnahmeregelung gemäss Kapitel 2.11.2 beansprucht wird.
- Transport durch geeigneten Transporteur mit geeignetem Fahrzeug.
- Aufbewahrung des vom Entsorger zurückerhaltenen VeVA-Begleitscheins („Rot”) während 5 Jahren, nach Abgabe des Abfalls.

© by FKS: 04/2014

- Grundsätzlich sollten durch die Feuerwehren ausschliesslich zugelassene UN-Gebinde für die Entsorgung von Gefahrgut verwendet werden.
  Bei Übergabe an einen privaten Transporteur / Entsorger ist dies zwingend
- Die Liste der möglichen Entsorger für einen bestimmten Abfall-Code sowie alle Abfall-Codes lassen sich in der Online-Applikation „VeVA Online" (www.veva-online.ch) oder (www.abfall.ch) abrufen
- Der VeVA-Begleitschein darf ausnahmsweise auch nachträglich ausgestellt werden, wenn Dringlichkeit zum Schutz von Personen, Umwelt oder Sachen besteht (z.B. bei einer Überschwemmung, Katastrophen und Notlagen)

Umgang mit kontaminiertem Erdreich

Ist Erdreich durch Öl- oder andere Chemikalien verschmutzt, so ist oftmals ein Aushub zur Verhinderung der weiteren Verbreitung der Verunreinigung und einer allfälligen Gefährdung von Grundwasser und Umwelt nötig.

Ein Handaushub von kontaminiertem Erdreich sollte durch die Einsatzkräfte möglichst sofort an der Quelle vorgenommen werden. Für weitere und grössere Aushubarbeiten sind in der Regel geeignete Unternehmen beizuziehen. Dabei ist anhand der effektiven Kontamination so wenig Material wie möglich und so viel wie nötig zu entfernen. Entstandene Löcher und Gruben sind in der Regel mit unverschmutztem Material wieder aufzufüllen.

Die Festlegung der notwendigen und korrekten Massnahmen bedarf Fachwissen und muss aus Kostengründen häufig von Amtes wegen verfügt werden; aus diesem Grund ist hierfür so rasch wie möglich, die kantonal zuständige Gewässerschutzfachstelle zur Fachberatung auf Platz aufzubieten.

Die richtige Klassierung von Boden / Aushub ist ebenfalls relativ komplex. Da sich die Kosten zwischen unbelastetem Aushub (Kiesgrube), tolerierbarem und leicht verschmutztem Aushub (Inertstoffdeponie) und stark belastetem Aushub (Sonderabfall) rasch um mindestens einen Faktor 10 unterscheiden, und so bei der Entsorgung grosse Kosten entstehen können, ist die richtige Klassierung ebenfalls durch die Gewässerschutz- bzw. Umweltschutzfachberatung vornehmen zu lassen.

- Verschiedene Boden- / Aushubfraktionen (sauber, leicht verschmutzt, stark verschmutzt) nicht miteinander vermischen, da sonst die ganze Menge zum teuersten Tarif entsorgt werden muss

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

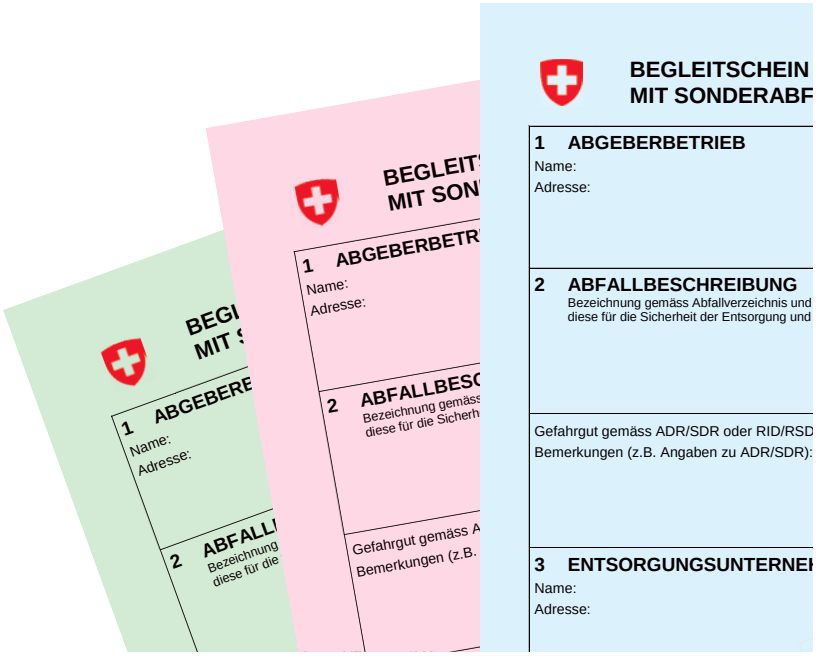
Fachinformationen

VeVA-Begleitschein

Die Verwendung von VeVA-Begleitscheinen (BGS) ist bei der Entsorgung von Sonderabfällen (ab Übergabe an Transporteur bis zur erfolgten Entsorgung) gesetzlich vorgeschrieben, um die Nachverfolgbarkeit und die korrekte Entsorgung von Sonderabfällen lückenlos festzuhalten.

Funktionsweise des Begleitscheins für den Verkehr mit Sonderabfällen

Der VeVA-Begleitschein kann entweder online (www.veva-online.ch) oder, besonders im Feuerwehreinsatz, auf den offiziellen Papierformularen ausgefüllt werden. Der Begleitschein besteht in der Papierversion aus drei farbigen Durchschlägen:



Blau (Original)	Bleibt beim Empfänger (Entsorger) und muss von diesem aufbewahrt werden.
Rot	Wird vom Empfänger (Entsorger) nach erfolgter Entsorgung unterschrieben und dem Abgeber retourniert. Dient als Beweis für eine korrekte Entsorgung von Sonderabfall und muss vom Abgeber 5 Jahre lang aufbewahrt werden.
Grün	Verbleibt bei Übergabe an Transporteur bzw. Entsorger auf dem Schadenplatz beim Abgeber (dient als temporäre Bescheinigung über die Abgabe zur Entsorgung) ➔ Nur der blaue und rote Teil werden an Transporteur bzw. Entsorger übergeben!

Abgeberbetrieb

Die Feuerwehr ist im Einsatz bei der Entsorgung von Sonderabfall ein Abgeber. Wie bei jedem Abgeber wird bei der Entsorgung eine VeVA-Betriebsnummer benötigt. Viele Gemeinden, Werkhöfe sowie die kantonalen Öl- bzw. ABC-Wehr-Organisationen verfügen über eine solche Nummer, die bei der kantonal zuständigen Stelle für Umwelt und Abfall eingeholt werden kann.

- VeVA-Betriebsnummern von Abgebern und Entsorgern lassen sich unter www.veva-online.ch nachschlagen
- Für Auskünfte und Beratung betreffend den Umgang mit Abfällen und Abwässern stehen die Abfall- und Gewässerschutzspezialisten der kantonalen Fachstelle zur Verfügung

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Ausfüllen des VeVA-Begleitscheins

1. Abgeberbetrieb

- Name des Abgeberbetriebs (gemäss VeVA-Verzeichnis)
- Adresse (bei kantonal einheitlicher VeVA-Betriebsnummer für die Öl- bzw. ABC-Wehr kann hier zur Nachverfolgbarkeit auch eine Zeile für die Bezeichnung der Feuerwehr verwendet werden)
- Kontaktinformationen (Tipp: Name und Telefonnummer des Einsatzleiters)

BEGLEITSCHEIN FÜR DEN VERKEHR MIT SONDERABFÄLLEN IN DER SCHWEIZ

Nr.: BB13333444

1 ABGEBERBETRIEB	
Name: / Adresse:	(Name des Abgebers gemäss VeVA) Feuerwehr XYZ Strasse, Ort
VeVA-Betriebs-Nr. :	0 9 1 2 3 4 5 6 7
Kontaktperson:	z.B. Einsatzleiter
Tel.-Nr.:	der Kontaktperson

2. Abfallbeschreibung

- Abfall-Code und Abfallbeschreibung gemäss VeVA-Codeliste (bei der Abfallbeschreibung sind auch weitere Bemerkungen zur Art des Abfalls möglich, beispielsweise „Chemikalienbinder, mit Schwefelsäure getränkt“)
- Angabe, ob es sich um Gefahrgut gemäss ADR/SDR handelt (abhängig von Stoff und Menge)
- Bemerkung: Bei ADR- / SDR-Gefahrgut kann hier die offizielle Gefahrgutbezeichnung und UN Nummer eingefügt werden, dann entfällt ein separates ADR- / SDR-Begleitpapier (siehe auch Kapitel 2.11.1); zudem kann hier vermerkt werden, um welchen Unfall bzw. Einsatz es sich handelt
- Gewicht, Menge
- Verpackungsart und Anzahl Versandstücke
- Versanddatum und Unterschrift des Abgebers

Beispiel Entsorgung Inhalt aus Öl-/Wasserabscheider, Rückhaltebecken o.Ä. mittels Saugwagen:

2 ABFALLBESCHREIBUNG Bezeichnung gemäss Abfallverzeichnis und ergänzende Beschreibungen, falls diese für die Sicherheit der Entsorgung und den Schutz der Umwelt nötig sind. [S] Schlämme aus Öl- / Wasserabscheidern	Abfall-Code: 1 3 0 5 0 2 Gewicht: 2‘500 kg Menge:[1) 2)] Liter Grossmengen-Transport:[3)] ja ☐ Verpackungsart:[1) 4)] Saug-Druck-Tanks für Abfälle Anzahl Verpackungen (Versandstücke): 1 Versanddatum: 18.12.2012 Unterschrift des Abgeberbetriebs:
Gefahrgut gemäss ADR/SDR oder RID/RSD: ☒ ja ☐ nein Bemerkungen (z.B. Angaben zu ADR/SDR):[1)] UN 1993 ABFALL ENTZÜNDBARER FLÜSSIGER STOFF N.A.G. (Ölabscheider) 3 III (DE/E) UMWELTGEFÄHRDEND Unfallort XX, Datum YY	

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Fachinformationen

Beispiel Entsorgung Chemikalien bzw. Ölbinder:

2 ABFALLBESCHREIBUNG
Bezeichnung gemäss Abfallverzeichnis und ergänzende Beschreibungen, falls diese für die Sicherheit der Entsorgung und den Schutz der Umwelt nötig sind.

[S] Aufsaug- und Filtermaterialien (mit Schwefelsäure verschmutzter Chemikalienbinder und Vlies)

Gefahrgut gemäss ADR/SDR oder RID/RSD: ☐ ja ☒ nein

Bemerkungen (z.B. Angaben zu ADR/SDR):[1]

Unfallort XX, Datum YY

Abfall-Code: **150202**

Gewicht: **120** kg

Menge:[1) 2)] Liter

Grossmengen-Transport:[3)] ja ☐

Verpackungsart:[1) 4)] **Kunststoff-Fass**

Anzahl Verpackungen (Versandstücke): **2**

Versanddatum: **18.12.2012**

Unterschrift des Abgeberbetriebs:

3. Entsorgungsunternehmen

- Name, Adresse, Telefonnummer
- VeVA-Betriebsnummer
- Restliche Angaben werden durch den Entsorger ausgefüllt

3 ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN

Name: **(Entsorgungsfirma)**

Adresse: **(Adresse des Entsorgers)**

Unterschrift des Entsorgungsunternehmens:
(nach Kontrolle und Entgegennahme des Abfalls)
Datum der Entgegennahme:

VeVA-Betriebs-Nr. : **08123 45567**

Kontaktperson: **(Name)**

Tel.-Nr.: **(Telefon)**

Gewicht: kg

Entsorgungsverfahren:
(siehe Rückseite)

Datum der Anlieferung:

4. Transporteur

- Wird vom Transporteur ausgefüllt

4 TRANSPORTEUR (Name, Adresse)

Transportart:[5)]

Datum der Ablieferung:

Amtliches Kennzeichen des Strassenfahrzeugs:

Unterschrift des Transporteurs:

© by FKS: 04/2014

5.9 | Probenahmen bei C-Ereignissen

Die Messmittel der Chemiewehr zur Bestimmung von unbekannten Flüssigkeiten sowie zur Beantwortung von Umweltfragestellungen im Bereich Boden und Luft (Schwermetalle, Dioxine, Lösungsmittel etc.) sind sehr begrenzt. Im Einsatz selbst sind – neben der Feststellung des pH-Werts und der Detektion von Öl – kaum andere präzise Aussagen zu Feststoffen oder Flüssigkeiten möglich.

Die Umwelt-, Lebensmittel- und Untersuchungsbehörden sind deshalb häufig, bei unklaren oder komplexen Sachverhalten, auf eine Probenahme vor Ort angewiesen, um später, anhand einer Analyse der Probe im Labor, Fragen zu folgenden Themen beantworten zu können:

- Feststellung von Bodenkontamination im Erdreich
- Bewertung der Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln, inkl. Trinkwasser
- Festlegung von Umwelt- / Sanierungsmassnahmen, Fischereiverbote etc.
- Ursachenermittlung (Abklärung Quelle / Verschmutzung, Untersuchung für ermittelnde Behörden, Strafverfolgung bei Umweltdelikten)

Die Feuerwehr bzw. Chemiewehr ist häufig sehr schnell vor Ort und kann deshalb gerade bei Umweltproben rasch eine erste Probe sicherstellen, bevor sich mögliche Kontaminationen, beispielsweise in der Luft oder in einem Gewässer, verteilen.

- Die Feuerwehr bzw. Chemiewehr führt lediglich sogenannte „Notfall-Probenahmen" für andere Fachstellen und Behörden im Auftrag bzw. in Amtshilfe durch
- Der Auftrag zur Untersuchung einer so erhobenen Probe durch ein Labor wird immer durch eine Fachstelle oder Behörde erteilt, nie durch die Feuerwehr
- Eine Probenahme mit ungeeigneten Mitteln und fehlender Dokumentation ist praktisch wertlos
- Im Zweifelsfall (unbekanntes Gefahrgut, Gewässerverschmutzung, unklare Gas- bzw. Luftverschmutzung), ist grundsätzlich eine Probe zu erheben; in Absprache mit den Fachstellen und Behörden kann diese bei Nichtgebrauch immer noch verworfen werden

Es empfiehlt sich vorgängig, allenfalls zusammen mit den zuständigen Fachbehörden und amtlichen Untersuchungslabors, ein möglichst universelles und einfaches Probenahmeset zusammenzustellen. Kantonale Anforderungen an die Notfall-Probenahme, Dokumentation und Verfahrensablauf sind abzusprechen.

- Vor einer C-Probenahme ist zwingend zu beurteilen, ob es sich nicht um radioaktive oder biologische Gefahrstoffe oder Explosivstoffe handelt (geeignete Ausrüstung / Schutzmassnahmen bzw. Verzicht auf Probenahme ohne Spezialisten)
- Auf Verschleppung von Kontaminationen achten (Proben sauber verpacken; Behälter auf der Aussenseite säubern / dekontaminieren)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Art der Probe	Werkzeug	Geeignete Behälter	Bemerkung
Flüssigkeitsproben	Trichter, Pipette (zum Aufnehmen kleiner Mengen), Spritze	Dichte Kunststoff- und Glasbehälter (100 ml)	■ Bei aggressiven Chemikalien, Beständigkeit beachten
Feststoffproben (Pulver, Granulate, Pasten)	Spatel, Aluminium- oder Edelstahl-schaufel, Löffel, Probenentnehmer (für Säcke), evtl. Bürste	Dichte Kunststoffbeutel („Minigrip"), Weithals-Verpackungsdose, Kunst-stoff- und Glasbehälter	■ Bei der Probenahme von Stoffen aus Originalgebinden, Stoff nach Möglichkeit in gleiches Gefäss verpacken (z.B. in Braunglas, Weissglas, Kunststoff)
Oberflächenprobe (Wischprobe, bei Ablagerungen)	Filterpapier, sterile Kompressen, Abstrichtupfer	Dichte Kunststoffbeutel	■ Oberfläche von ca. 10 x 10 cm mit sanftem Druck abwischen ■ Je 1-mal Probe mit trockenem und feuchtem Wischpapier (Wasser oder Alkohol)
Bodenproben, Schneeprobe	Aluminium- oder Edelstahlschaufel	Dichte Weithals-Verpackungsdose Einweggrill-, Back-schalen aus Aluminium, Glasflasche	■ 10 x 10 cm Fläche, Dicke ca. 2 cm (bei Proben über grössere Tiefen, mehrere Proben nehmen) ■ Bewuchs / Pflanzen abschnei-den und in separaten Beutel abfüllen
Tote Fische und Kleinlebewesen	Zange, Pinzette	Dichte Kunststoffbeutel zum Verschliessen	■ Beutel in Alufolie einwickeln (Lichtschutz); wenn möglich kühlen
Gewässerproben	Massbecher, Probenschöpfer (an Teleskopstange oder Hilfsmittel mit Schnur)	Dichte Glas- und Kunststoffflaschen (250 - 1'000 ml), möglichst direkt abfüllen	■ Flasche 1-mal füllen und entleeren, anschliessend Flasche überfüllen und sofort verschliessen (möglichst kein bzw. wenig Lufteinschluss) ■ Nach Möglichkeit, pro Probe-nahme, 1-mal Glas und 1-mal Kunststoffflasche befüllen; Entnahmetiefe vermerken
Luftproben	Röhrchenpumpe (für Röhrchen), Pump-Ball (für Beutel)	Aktivkohleröhrchen, Silicagelröhrchen, Luft-Probenahmebeutel	■ Bei unbekanntem Stoff pro Messort 1-mal Silicagel- und 1-mal Aktivkohleröhrchen ■ Röhrchen verschliessen (z.B. Röhrchenkappe)

- Nur sauberes und unverschmutztes Werkzeug / Material zur Probenahme verwenden
- Kein Probenahmematerial aus PVC oder nicht rostfreiem Eisen verwenden
- Nach Möglichkeit, Gegenstände luft- und staubdicht verpackt lagern
- Proben kühl und dunkel lagern

© by FKS: 04/2014

Allgemeine Hilfsmittel

- Teppichmesser, Allzweckschere, Seitenschneider
- Pinzette, Pipetten, Pinsel, Spatel
- Schreibblock, wasserfeste Etiketten und Schreiber
- Kabelbinder, Betonklebeband, Schnur
- Doppelmeter, Thermometer
- Allzweckbeutel, Gefrierbeutel
- Haushaltspapier, Tissue-Tücher, Aluminiumfolie
- Kunststoffmassbecher

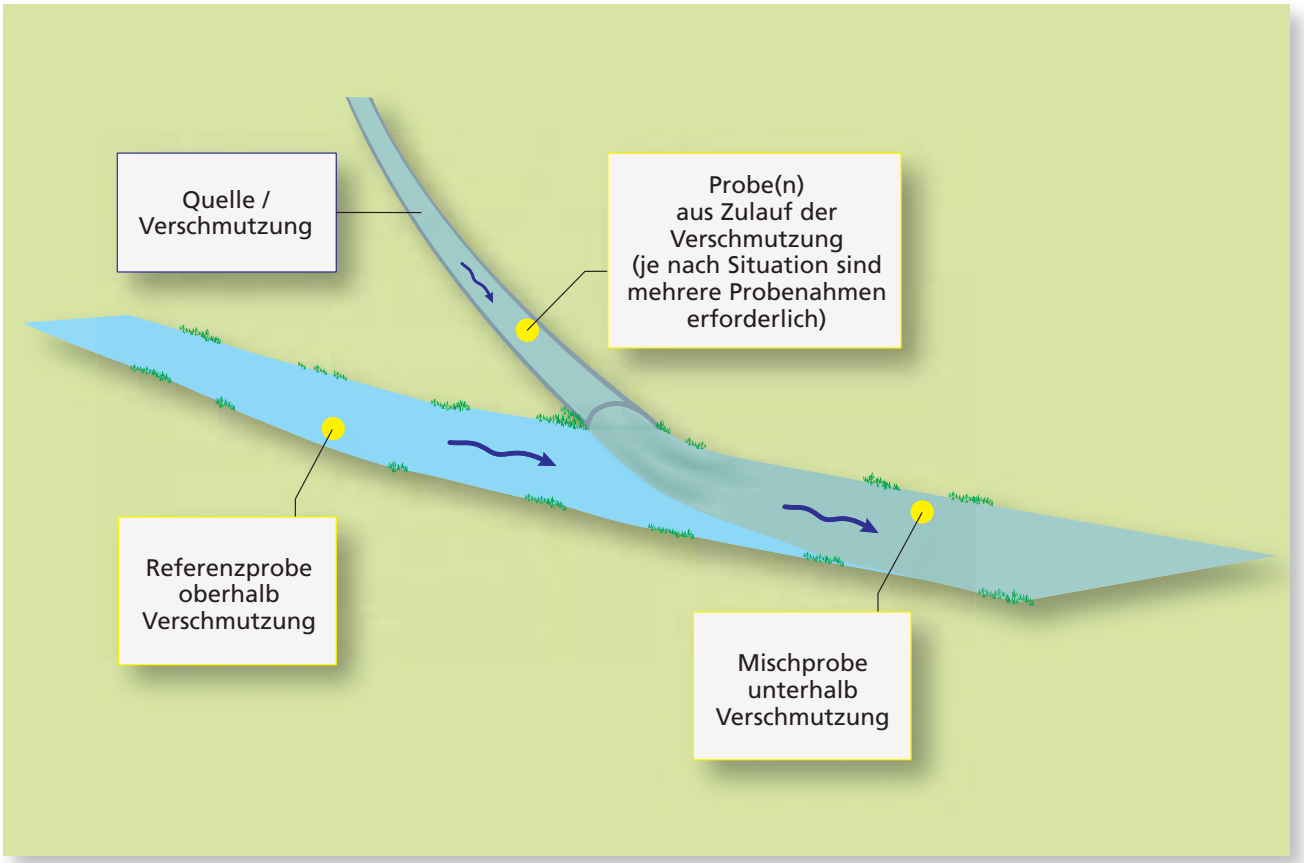
Beispiele verschiedener Probenahmematerialien

- Eigene Sicherheit, auch bei der Probenahme, beachten (persönliche Schutzausrüstung, situations- und stoffbezogen; immer mind. Einweg-Handschuhe tragen)

- Ein Probenahmeteam besteht in der Regel aus mind. 2 Personen (Probenehmer und Helfer); Aufgabenteilung analog Schmutzmann / Saubermann. Eine zusätzlich dritte Person für Dokumentation / Fotos ist nützlich
- Ein Auftrag zur Probenahme sollte klar formuliert werden (Absicht / Zweck; Probenahmeort; wichtige Hinweise)
- Eine Probenahme soll für das beprobte Material und den entsprechenden Bereich möglichst repräsentativ sein; häufig wird neben einer Probe direkt an der Quelle auch mind. noch eine Referenzprobe (unbelastet) genommen
- Jede Probe ist mit einer eindeutigen und einmaligen Kennzeichnung zu beschriften
- Es sind ein Protokoll und allenfalls eine Lageskizze, ein Foto über entnommene Proben anzufertigen und aufzubewahren
- Bei der C-Probenahme sind auch Temperatur von Flüssigkeiten und Umgebung, Wind, Wetter, Geruch, Rauch und pH-Wert festzuhalten
- Protokollieren, wer welche Probe wann, wo, wie erhoben und an wen übergeben hat

© by FKS: 04/2014

Probenahme bei Gewässerverschmutzungen



Bei Gewässerverschmutzungen sind im Idealfall mind. an 3 Orten Proben zu nehmen:

- Direkt an der Quelle der Verschmutzung, am Einlauf (z.B. aus Rohr in Bach etc.), Zulauf
- Referenzprobe oberhalb des Einlaufs der Verschmutzung (unbelastetes Gewässer)
- Mischprobe unterhalb der Verschmutzung

An jeder dieser 3 Stellen sind nach Möglichkeit je 2 Proben zu nehmen (1-mal in Glas- und 1-mal in Kunststoffbehälter; Volumen je 250 - 1'000 ml). Grund ist, dass bei der Untersuchung auf Schwermetalle, ein Glasbehälter für die Probe ungeeignet ist und sich bei der Untersuchung auf organische Inhaltsstoffe Kunststoffbehälter nicht eignen. Im Einsatz ist häufig zu Beginn noch nicht klar, welche Stoffe untersucht werden sollen, sodass sich die Verwendung von beiden Probegefässen empfiehlt.

- Auch bei scheinbar eindeutigen Ölverschmutzungen kann eine Laboranalyse hilfreich sein; wenn die Quelle des Öls unklar ist, kann so festgestellt werden, ob es sich um Benzin, Diesel, Heizöl, Hydrauliköl oder Öle aus Maschinenbau / Metallverarbeitung handelt
- Damit kein Umfüllen notwendig ist, nach Möglichkeit den Probeaufbewahrungsbehälter direkt für die Probenahme einsetzen

© by FKS: 04/2014

5.10 | Messungen vor Ort bei C-Ereignissen

Ohne Hilfsmittel ist der Mensch oft nicht in der Lage, Gefahren so frühzeitig zu erkennen, dass er noch Abwehrmassnahmen treffen kann. Messungen können hier weiterhelfen. Dabei liegt die Stärke der Vor-Ort-Analytik darin, dass der zeitraubende Weg ins Labor entfällt. Da die Messverfahren ebenfalls auf Schnelligkeit hin optimiert wurden, ist in erheblich kürzerer Zeit mit einem Messergebnis zu rechnen als bei konventionellen Vorgehensweisen. Messungen dienen auch zur Abschätzung der Freisetzung (Ausbreitung, Konzentration), Festlegung von Gefahrenradien und zur Überprüfung von Ergebnissen aus rechnerischen Freisetzungsmodellen (z.B. MET, siehe Punkt 6.5). Je nach Messmethode und Stoff kann ausserdem eine grobe Identifikation von Gefahren oder einzelnen Stoffen erfolgen, wenn der Stoff noch nicht bekannt ist.

Besonders geeignet für eine Vor-Ort-Analytik sind Schnelltests, die mit geringem Materialaufwand eine schnelle Aussage zulassen, ob ein Stoff anwesend ist oder nicht. Zu den Schnelltests zählen z.B. pH-Papier, Nachweispasten und Prüfröhrchen. Die Messmethoden, die von der Feuerwehr durchgeführt werden, eignen sich meist gut für brennbare oder akut toxische, gasförmige Substanzen. Für chemische Stoffe mit Langzeitwirkungen oder komplexe Mischungen von verschiedenen Stoffen bestehen meist keine zuverlässigen Vor-Ort-Messmittel (Probenahme und Analyse im Labor nötig).

Da am Einsatzort ganz andere Bedingungen herrschen als in einem klimatisierten Messlabor, haben alle Messresultate immer nur einen orientierenden Charakter. Die Messungenauigkeit beträgt nicht selten bis zu 50 %.

- Wer misst, misst Mist! Plausibilität, Genauigkeit und Erwartungshaltung nach Möglichkeit überprüfen.
- Auf die Querempfindlichkeit einer Messmethode, eines Sensors oder eines Prüfröhrchens muss in jedem Fall geachtet werden
- Die Umgebungsbedingungen können Einfluss auf die Messung haben (Temperatur, Feuchtigkeit etc.)
- Arbeitshygienische Messungen (Suva, MAK), Umweltmessungen oder Freigabemessungen in Räumen und Betrieben können nur durch akkreditierte Fachfirmen bzw. Fachspezialisten ausgeführt werden. Die Feuerwehr kann im Einsatz lediglich orientierende Messungen einer beschränkten Anzahl von akut gefährlichen Substanzen, zwecks Gefahrenabschätzung, durch die Einsatzleitung und Chemiefachberatung, durchführen.

- Es darf nicht zu einem Aufschieben von unabdingbaren Massnahmen, nur wegen fehlender Messtechnik kommen!
- Bei Verdacht erst warnen, dann messen! Entwarnung nicht vergessen!

Die Hauptgefahren, die von unkontrolliert austretenden oder reagierenden Chemikalien, Gasen etc. ausgehen, können messungsrelevant in drei Gruppen beschrieben werden:

Ex	**Explosionsgefahr**	**Durch brennbare Gase und Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten**
Ox	**Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss**	**Durch Gase mit erstickender Wirkung (Sauerstoffmangel) oder durch aus Druckbehälter oder Leitungen austretenden Sauerstoff (Sauerstoffüberschuss)**
Tox	**Vergiftungsgefahr**	**Durch giftige (toxische) Stoffe**

Es wird daher oft von Ex-, Ox- und Tox-Messungen gesprochen.

Zusätzlich ist für die Messung relevant, in welchem Aggregatzustand der zu messende Stoff ist (siehe Punkte 5.10.1 - 5.10.4).

© by FKS: 04/2014

Hohe Konzentrationen werden im Allgemeinen in Volumenprozent (Vol.-%) angegeben, bei kleineren Konzentrationen wird oft die Einheit ppm (parts per million) verwendet. Die Konzentrationsangabe ppm bedeutet 1 Teil einer Substanz in 1 Million Teilen Luft.

Konzentrationsangaben in ppm, bezogen auf einen Kubikmeter (1 m³)

(Würfel mit 100 cm Kantenlänge)

Umrechnung:

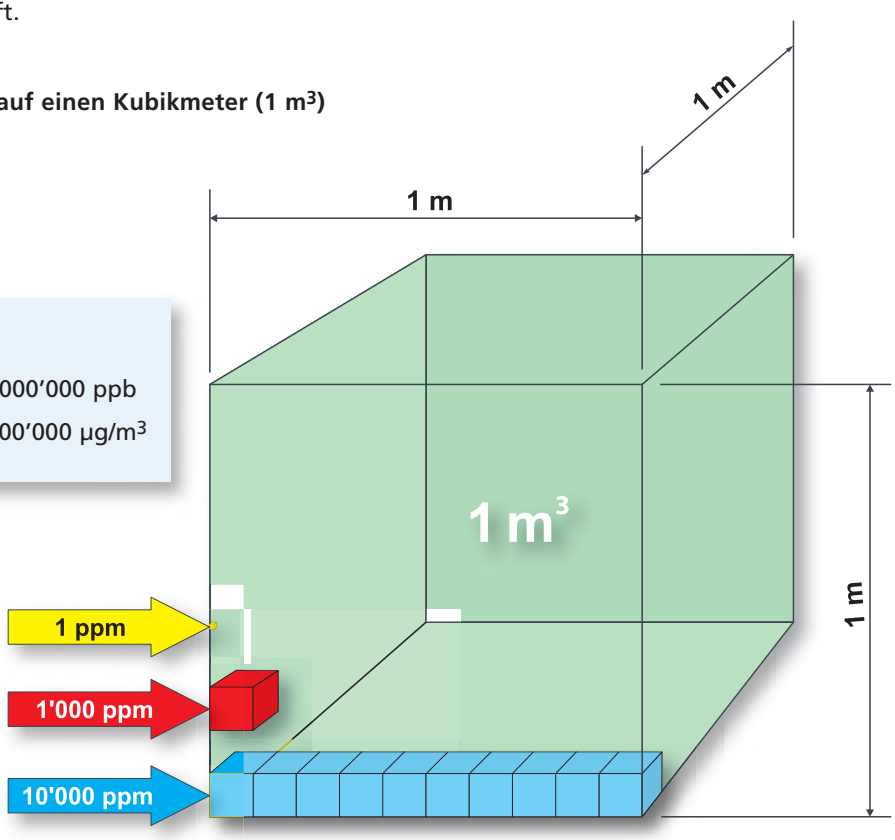
1 Vol.-% = 10 Vol.-‰ = 10'000 ppm = 10'000'000 ppb

1 mg/l = 1 g/m³ = 1'000 mg/m³ = 1'000'000 µg/m³

1 Würfel (gelb) mit 1 cm Kantenlänge

1 Würfel (rot) mit 10 cm Kantenlänge enthält 1'000 x Würfel gelb

10 Würfel (blau) mit 10 cm Kantenlänge enthalten 10'000 x Würfel gelb



Ob die Angabe einer Konzentration gewichts- oder volumenbezogen ist, ist situativ.
Für Gase werden, ohne besondere Angabe, volumenbezogene Konzentrationen angenommen.
Bei Flüssigkeiten ist hingegen bei der Angabe von Konzentrationen immer festzulegen, ob es sich um eine volumen- oder gewichtsbezogene Konzentration handelt.
Zur klaren Kennzeichnung werden die Bezeichnungen Vol.-% (Volumenprozent) bzw. Gew.-% (Gewichtsprozent) benutzt. Bei volumenbezogenen ppm-Angaben ist auch die Abkürzung „ppmv" gebräuchlich.

- Das korrekte Ablesen sowie das korrekte Weiterleiten des Messwerts an Fachpersonen ist zwingend, damit keine fatalen Fehleinschätzungen anhand von Falschinformationen gemacht werden (z.B. Faktor 1'000 daneben)
- Messwerte sind immer mit der zutreffenden Grösseneinheit abzulesen, weiterzumelden und zu protokollieren!

Um eine Veränderung der Luftzusammensetzung durch andere Gase messen zu können, ist die Kenntnis der Zusammensetzung von trockener Luft notwendig. Diese setzt sich aus folgenden Hauptkomponenten zusammen:

Gas	Formel	Volumenanteil
Stickstoff	N_2	78,084 %
Sauerstoff	O_2	20,942 %
Argon	Ar	0,934 %
Kohlenstoffdioxid	CO_2	0,038 %
Weitere Spurengase	diverse	0,002 %

© by FKS: 04/2014

5.10.1 | Messen von brennbaren Gasen, Dämpfen und von Sauerstoff

In der Feuerwehr sind elektronische Gasmessgeräte, die sowohl die Sauerstoffkonzentration als auch brennbare Gase und Dämpfe messen, am gebräuchlichsten (Ex- / Ox-Messgeräte).

Beispiele von möglichen Messgeräten

Messen von brennbaren Gasen und Dämpfen

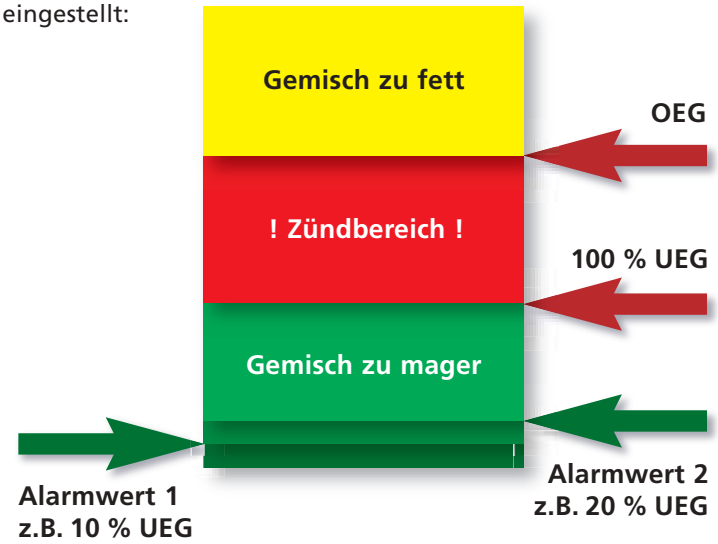
Bei brennbaren Gasen sind primär Brand- und Explosionsgefahren von Bedeutung (siehe auch Punkt 5.13.3). Wie bei den brennbaren Gasen, gibt es auch für die Dämpfe von brennbaren Flüssigkeiten eine untere Explosionsgrenze (UEG) sowie eine obere Explosionsgrenze (OEG). Unterhalb der unteren Explosionsgrenze ist die Mischung aus Luft und Gas / Dampf zu mager, um gezündet werden zu können, oberhalb der oberen Explosionsgrenze ist die Mischung zu fett. Dazwischen ist das Gemisch vollumfänglich explosionsfähig. Der Bereich zwischen UEG und OEG ist unterschiedlich gross und stoffspezifisch.

Beachtenswert sind Gase wie Kohlenmonoxid, Wasserstoff oder Acetylen, die so grosse Explosionsbereiche besitzen, dass sie fast in jedem Verhältnis mit Luft zündfähige Mischungen bilden können. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es beim Austritt dieser Gase zu einer Zündung kommt. Bei Kohlenmonoxid und anderen Gasen, die durch einen Brand entstanden und nicht sofort verbrannt sind, nennt man den Effekt einer spontanen Durchzündung auch „Flashover“.

Brennbare Gase und Dämpfe sind mit einem elektronischen Gaswarngerät mit eingebautem Ex-Sensor einfach messbar. Wird ein eingestellter Grenzwert erreicht, schlägt das Messgerät Alarm. Das Erreichen dieser Alarmwerte wird meist optisch (blinkende LED-Lampen), akustisch (Alarmton) sowie durch Vibration angezeigt.

Die meisten Geräte haben dabei folgende Alarmwerte eingestellt:

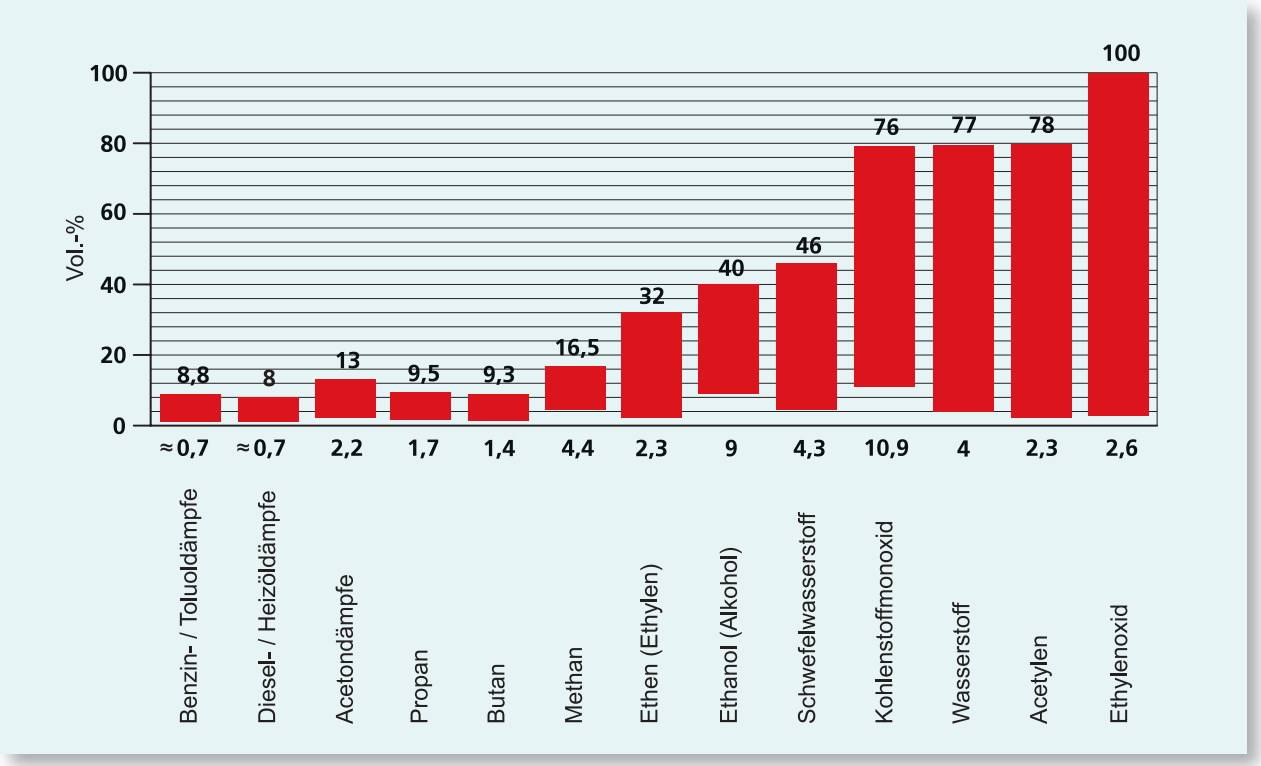
- Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen brennbaren Gasen und Dämpfen ist mittels Gasmessgerät nicht möglich
- Ist ein eingestellter Alarmwert erreicht, bedeutet dies NICHT, dass gleich automatisch der Zündbereich erreicht ist. Dieser ist erst bei 100 % UEG erreicht.
- Um stets auf der sicheren Seite zu bleiben, empfiehlt es sich, die Geräte auf Toluol zu kalibrieren, da dieser Stoff sehr früh Alarm anzeigt



Die Ex-Sensoren von Gaswarngeräten werden auf einen einzigen Stoff kalibriert. Das Gerät rechnet den gemessenen Wert in eine Angabe von % UEG um. Bei einer Eichung auf Methan entsprechen 100 % UEG einer Methan-Konzentration von 4,4 Vol.-%. Bei einer Eichung des Sensors auf Toluol werden die 100 % UEG bereits bei einer Methan-Konzentration von 1,2 Vol.-% erreicht; damit ist die Anzeige in UEG viermal empfindlicher!

© by FKS: 04/2014

Beispiel zündfähiger Mischungsbereiche von Gasen und Dämpfen (UEG / OEG)



- Bei den meisten Explosimetern, die bei den Einsatzkräften im Gebrauch sind, muss für die Messung von brennbaren Dämpfen / Gasen ein ausreichender Sauerstoffgehalt vorhanden sein. In einer reinen Stickstoffatmosphäre sind z.B. keine Messungen möglich. Ex-Messgeräte sollen deshalb zwingend auch mit einem Sauerstoffsensor ausgerüstet sein. Bei zu tiefem Sauerstoffgehalt erfolgt eine Anzeige, dass eine Ex-Messung nicht mehr möglich ist.
- Daten zu UEG / OEG können verschiedenen Datenbanken (siehe Punkt 6.2) sowie der Suva-Publikation (Nr. 1469), „Sicherheitstechnische Kenngrössen von Flüssigkeiten und Gasen", entnommen werden

Messen von Sauerstoff

Das Sauerstoffmessgerät dient zur Feststellung der aktuellen Sauerstoffkonzentration in der Umgebungsluft. In der Atmosphäre sind knapp 21 Vol.-% Sauerstoff vorhanden. Sowohl Sauerstoffmangel als auch eine erhöhte Sauerstoffkonzentration sind durch die Nase nicht wahrnehmbar. Sauerstoffmangel ist lebensbedrohlich, und eine erhöhte Konzentration hat erhebliche Konsequenzen hinsichtlich der Entflammbarkeit von Materialien bis hin zur Selbstentzündung (siehe Punkt 5.13.3).

Viele der im Einsatz befindlichen Sauerstoffsensoren geben bei folgenden Messwerten Alarm:

- **Alarmwert 1 bei 17 % Sauerstoff**
- **Alarmwert 2 bei 23 % Sauerstoff**

- Eine ausschliessliche Messung von Ex- / Ox-Gefahren mittels Gaswarngerät erlaubt keine Aussage über die Abwesenheit von giftigen Gasen und Dämpfen
- Auch bei normalen Ex- und Ox-Werten (0 % UEG; 21 % O_2) kann das Tragen von Umluft unabhängigem Atemschutz (PA), zum Schutz vor lebensgefährlichen Vergiftungen, notwendig sein. Dies gilt insbesondere beim Betreten geschlossener Räume, Schächte, Kanalisationen und Behälter.

© by FKS: 04/2014

5.10.2 | Messen von (giftigen) Gasen und Dämpfen

Für das Messen von toxischen Gasen und Dämpfen sind unterschiedliche Messgeräte im Einsatz. Bei den Einsatzkräften weit verbreitet sind Geräte mit elektrochemischen Sensoren und Prüfröhrchen.

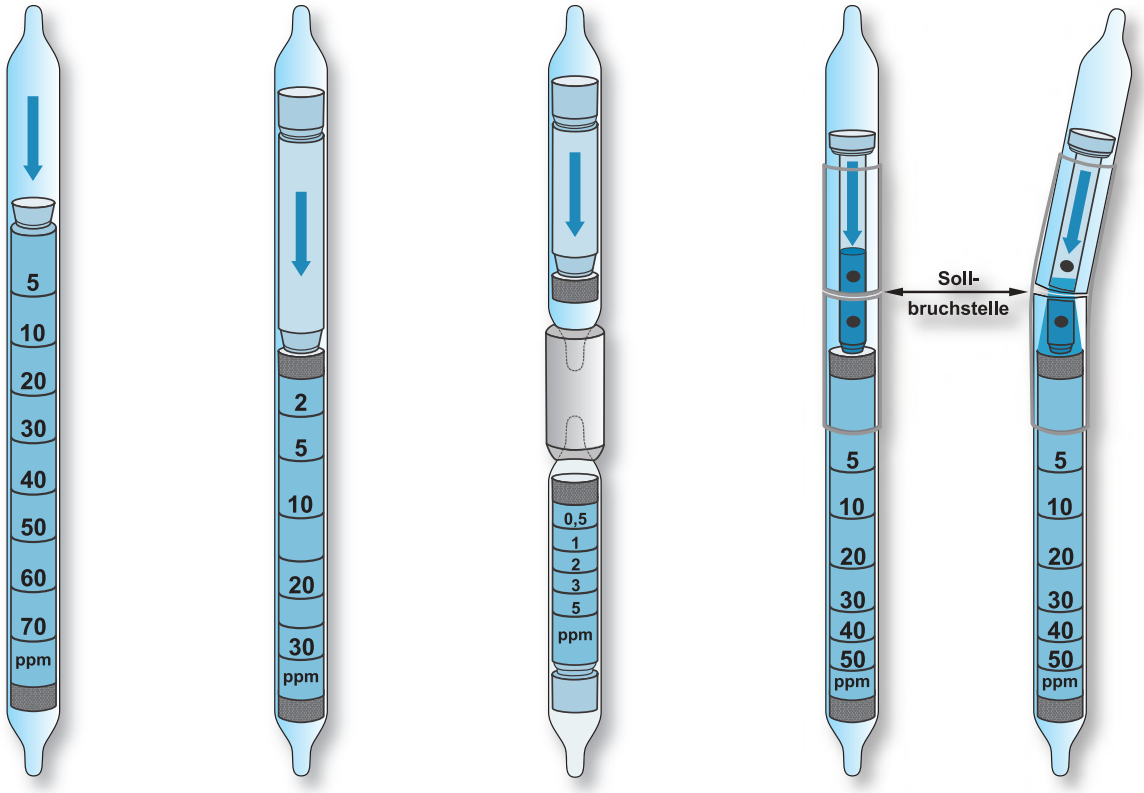
Beispiele von möglichen Messgeräten	
■ **Elektrochemische Sensoren**	Für verschiedene toxische Gase gibt es unterschiedliche elektrochemische Sensoren, die für kontinuierliche Messungen geeignet sind. Das Messgas diffundiert durch eine gasdurchlässige Membran in das Innere des Sensors. Durch eine chemische Reaktion an einer Elektrode wird eine Potentialveränderung ausgelöst, die schliesslich in Form eines Messresultats digital angezeigt wird. Die Nachweisgrenzen liegen, je nach Messgas, bei 0,02 - 1 ppm. Elektrochemische Sensoren haben den Messbereich von toxischen Stoffen meist um den MAK-Wert herum. Die Sensoren sind daher schnell überladen. Bei höheren Konzentrationen sind andere Messmittel wie z.B. Prüfröhrchen zu verwenden.
■ **Prüfröhrchen**	Prüfröhrchen sind Glasröhrchen, die Stoffe enthalten, die mit dem zu messenden Stoff reagieren und sich dabei farblich verändern. Je nach Stoff, Stoffgruppe und Konzentrationsbereich sind unterschiedliche Prüfröhrchen einzusetzen.
■ **Simultantests**	Für eine Messung sind fünf Prüfröhrchen in einer Gummimanschette als Testset angeordnet. Über einen Adapter wird die zu prüfende Luft mit der Gasspürpumpe gleichzeitig durch die Röhrchen gesaugt. Die Simultantests werden eingesetzt, wenn unklar ist, welche Gase / Dämpfe vorhanden sind. Gibt ein Prüfröhrchen an, muss der Stoff bestätigt werden.
■ **Photoionisations-detektor (PID)**	Das Messprinzip des Photoionisationsdetektors (PID) beruht auf einer Ionisation der zu untersuchenden Moleküle durch UV-Licht. Das PID misst leicht flüchtige, organische Verbindungen. Der Nachweisbereich liegt bei 0,1 - 1'000 ppm.
■ **Infrarot-Spektrometer (IR)**	Das Messprinzip eines IR-Spektrometers liegt in der Absorption von infrarotem Licht durch IR-aktive Moleküle. Vor der Messung erfolgt eine Probenahme der zu messenden Luft. Der erfassbare Konzentrationsbereich liegt, je nach nachzuweisendem Gas, bei 1 - 1'000 ppm.
■ **Ionenmobilitäts-Spektrometer (IMS)**	Das Ionenmobilitäts-Spektrometer (IMS) verwendet ein vergleichsweise kompliziertes Messprinzip, bei dem, durch Ionisation, geladene Teilchen entstehen. Die Nachweisempfindlichkeit ist extrem gross und bei einigen Stoffen sogar besser als die des GC-MS. Der Nachweisbereich liegt üblicherweise bei 0,01 - 1'000 ppm.
■ **Gaschromatograph-Massenspektrometer (GC-MS)**	Wie der Name schon sagt, handelt es sich hier eigentlich um zwei Geräte, die miteinander gekoppelt sind. Der erste Geräteteil, der Gaschromatograph, hat die Aufgabe, Stoffgemische nach Durchgang durch eine sehr dünne Quarzsäule in ihre Einzelkomponenten aufzutrennen. Die nun getrennten Einzelkomponenten werden dem Massenspektrometer (MS) zugeführt, in dem die zu untersuchenden Moleküle durch Elektronenbeschuss zerbrochen werden. Da das gleiche Molekül unter gleichen Bedingungen in die gleichen Bruchstücke zerfällt, muss nur noch das Bruchstückmuster identifiziert und mit im Speicher abgelegten Mustern verglichen werden, damit das Molekül erkannt werden kann.

© by FKS: 04/2014

Messen mit Prüfröhrchen

Eine Messung mit einem Prüfröhrchen stellt immer nur eine Momentaufnahme dar. Deshalb sind solche Messungen genau zu protokollieren (Ort, Höhe, Zeit etc.).

Es gibt verschiedene Typen von Prüfröhrchen:



Weil es so viele verschiedene Prüfröhrchen gibt, ist es absolut notwendig, den Beipackzettel genauestens zu lesen und die Gebrauchsanleitung strikte einzuhalten.

Beispiel Ablauf einer Messung mit manueller Gasspürpumpe

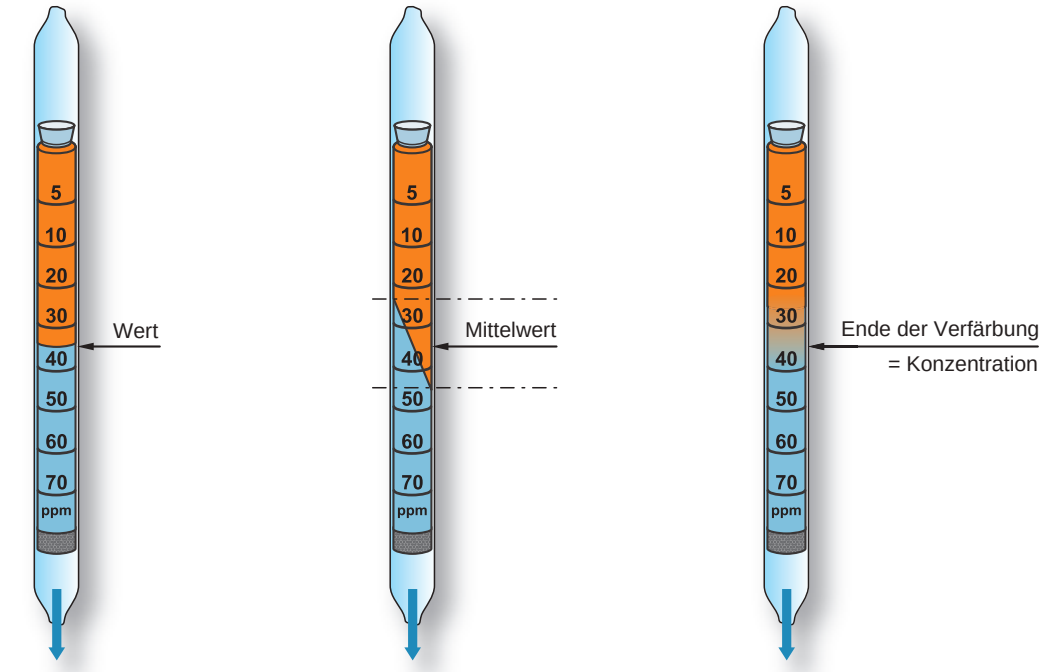
- Beipackzettel lesen, Querempfindlichkeiten und Messbereich beachten
- Verfärbung im Handbuch nachschlagen
- Prüfung der Pumpendichtigkeit (ungeöffnetes Prüfröhrchen dafür einsetzen)
- Pumpenzähler auf „0" stellen
- Prüfröhrchen an beiden Seiten öffnen
- Prüfröhrchen in Pfeilrichtung einsetzen und Messung starten
- Anzahl Hübe nach Anleitung (vor Durchfärbung, Messung notfalls stoppen)
- Anzahl Hübe notieren
- Messwert ablesen und notieren; bei schlechten Lichtverhältnissen, ungeöffnetes Röhrchen zum Vergleich heranziehen
- Pumpe nach der Messung spülen, und Zähler wieder auf „0" stellen

- Die Prüfröhrchen und die dafür verwendete Gasspürpumpe müssen vom gleichen Hersteller sein, da diese aufeinander abgestimmt sind

© by FKS: 04/2014

Ablesen von Prüfröhrchen

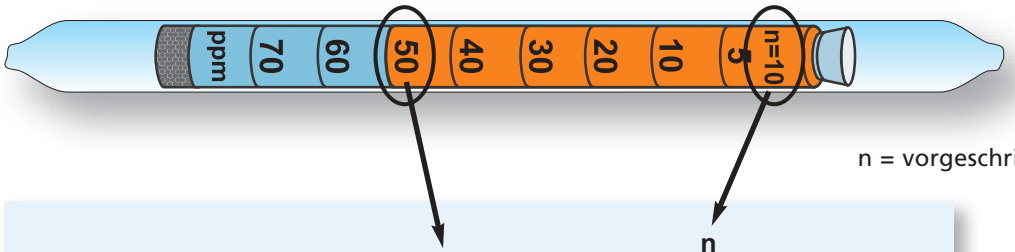
Nicht immer kann der Wert anhand der Verfärbung eindeutig abgelesen werden. So kann es sein, dass ein Mittelwert gebildet werden muss.



Messwert **Mittelwert** **Konzentrationswert**

Umrechnung der Hubzahl auf die Konzentration, bei unvollständig ausgeführter Hubzahl

Wenn sich das Röhrchen bereits vor vorgeschriebener Hubzahl weit verfärbt, ist die Anzahl Hübe zu reduzieren. Eine Bestimmung der Konzentration ist nur noch als ganz grobe Schätzung wie folgt möglich:



n = vorgeschriebene Anzahl Hübe

$$\text{Konzentration} = \text{Abgelesener Wert} \times \frac{n}{\text{Effektive Anzahl Hübe}}$$

Beispiel

Abgelesener Wert:	50 ppm,	n = 10,	Anzahl Hübe 5

$$\text{Konzentration} = 50 \text{ ppm} \times \frac{10}{5} = 100 \text{ ppm}$$

- Es sind Prüfröhrchen auf dem Markt, die zwei verschiedene Skalen mit unterschiedlichen Hubzahlen haben. Vorsicht vor Verwechslung beim Ablesen!

© by FKS: 04/2014

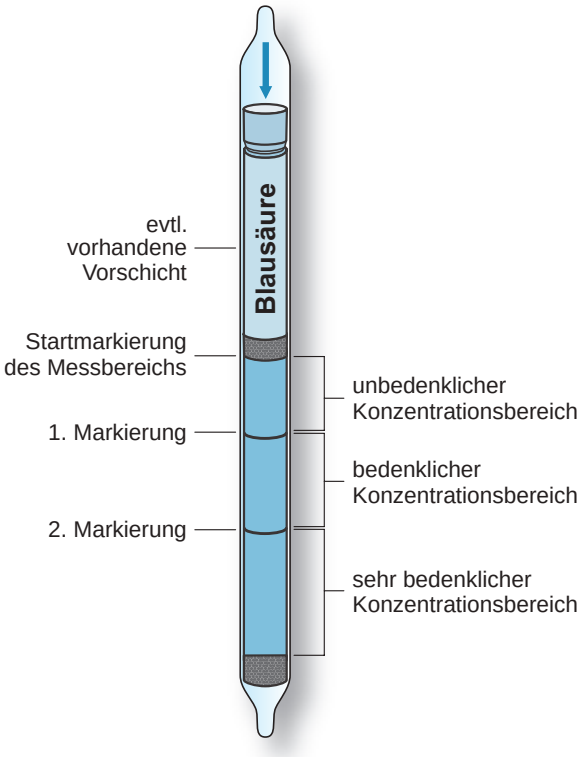
FKS CSSP CSP

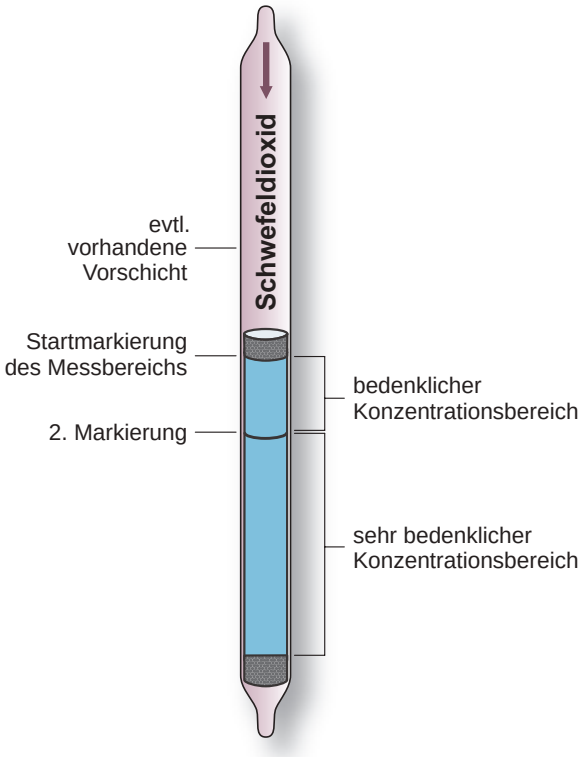
Auswertung von Simultantests

Simultantests haben keine exakte Skalierung, sondern lediglich zwei Markierungen. Gibt ein Stoff an, muss dieser mit einem anderen Prüfröhrchen bestätigt werden.

Allgemein gilt:

- Wert unter der ersten Markierung = unbedenkliche Konzentration
- Wert zwischen erster und zweiter Markierung = bedenkliche Konzentration
- Wert über zweiter Markierung = sehr bedenkliche Konzentration





Beispiele von manuellen und automatischen Gasspürpumpen

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Übersicht über einige ausgewählte gefährliche Gase / Dämpfe

Stoffname	Chemische Formel	Wirkung	Brennbar	Zünd-temperatur (°C)	Relative Dichte* (Luft 1,0)
Acetylen	C_2H_2	(B)	ja	305	0,9
Ammoniak	NH_3	R	ja	(630)	0,6
Benzol	C_6H_6	B	ja	560	1,2
Chlor	Cl_2	R	nein	---	2,5
Chlorwasserstoff, Salzsäuregas	HCl	R	nein	---	1,25
Cyanwasserstoff, Blausäure	HCN	B	ja	535	0,93
Essigsäure	$C_2H_4O_2$	R	ja	485	2,1
Ethylenoxid	C_2H_4O	B/R	ja	430	1,5
Formaldehyd	CH_2O	R	ja	420	1
Helium	He	E	nein	---	0,14
Kohlendioxid	CO_2	B	nein	---	1,53
Kohlenmonoxid	CO	B	ja	605	0,97
Methan (Erdgas)	CH_4	(E)	ja	580	0,55 - 0,75
Methanol	CH_4O	B	ja	455	1,02
Nitrose Gase, NO_X	z.B. NO_2	R/B	nein	---	1,59
Perchlorethylen (Tetrachlorethen)	C_2Cl_4	B	nein	---	1,08
Phosgen (Carbonylchlorid)	$COCl_2$	R	nein	---	3,4
Phosphin (Phosphorwasserstoff)	PH_3	R	ja	selbstentz.	1,2
Salpetersäure	HNO_3	R	nein	---	1,07
Stickstoff	N_2	E	nein	---	0,97
Schwefeldioxid	SO_2	R	nein	---	2,3
Schwefelkohlenstoff (Kohlendisulfid)	CS_2	B	ja	102	1,67
Schwefelsäure	H_2SO_4	R	nein	---	1,0 - 1,3
Schwefelwasserstoff	H_2S	B	ja	260	1,2
Toluol	C_7H_8	B	ja	535	1,06
Wasserstoff	H_2	E	ja	560	0,07

E: Erstickende Wirkung

R: Reiz- oder Ätzwirkung

B: Wirkung auf Blut, Nerven oder Zellen

Relative Dichte: Ein Wert kleiner als 1,0 bedeutet leichter als Luft, ein Wert grösser als 1,0 entsprechend schwerer

*) Tabellenwert:
- Relative Gasdichte (für Gase)
- Relative Dichte Dampf-Luft-Gemisch (für Flüssigkeiten, bei 20 °C).

- Weitere Stoffdaten können den Tabellen in Punkt 5.10.1 (UEG / OEG), in Punkt 5.10.6 (Giftigkeit / Grenzwerte) und in Punkt 5.13.3 (Brennbarkeit) entnommen werden

© by FKS: 04/2014

5.10.3 | Messen von Säuren und Basen (pH-Messung)

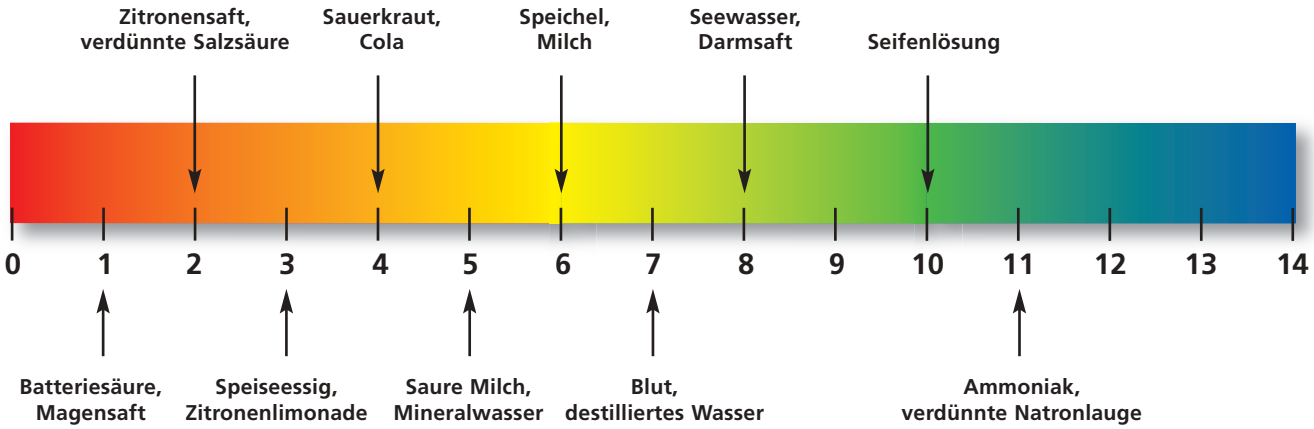
Der pH-Wert ist ein Mass für die Stärke der sauren bzw. basischen (alkalischen) Wirkung einer wässrigen Lösung. Er ist eine dimensionslose Zahl und entspricht dem negativen Zehnerlogarithmus der Wasserstoffionen-Aktivität (Konzentration der H^+-Ionen in Wasser). Lösungen, die völlig wasserfrei sind, verfügen deshalb über keinen pH-Wert.

Der pH-Wert wird in einer Skala von 0 - 14 angegeben

- pH 0 - 7 entspricht einer sauren Lösung
- pH 7 entspricht einer neutralen Lösung
- pH 7 - 14 entspricht einer basischen (alkalischen) Lösung

Verschiedene Stoffe haben die Eigenschaft, ihre Farbe bei unterschiedlichen pH-Werten zu ändern. Solche Stoffe nennt man Indikatoren. Auf ihrer Basis können pH-Papier sowie pH-Teststäbchen hergestellt werden. Die Auswertung erfolgt aufgrund eines Farbvergleichs mit einer Referenzskala.

Farbverlauf beim Universalindikator



Da viele Indikatoren einen eingeschränkten pH-Bereich besitzen, werden in der Praxis oft mehrere Indikatoren auf dem gleichen Papier oder Teststäbchen benutzt. Je nach Anwendungszweck und gewünschter Ablesegenauigkeit sind verschiedene Messbereiche erhältlich.

- Einmal verfärbte pH-Indikatorpapiere bzw. Teststäbchen können nicht nochmals verwendet werden (Einwegmessung)
- Für das Messen des pH-Werts eines Gases bzw. Pulvers, ist das pH-Papier mit neutralem Wasser zu befeuchten
- Es existieren auch elektronische pH-Messgeräte; da diese mit empfindlichen Flüssigkeitselektroden arbeiten und praktisch vor jeder Messung geeicht werden müssen, eignen sich die heute auf dem Markt verfügbaren Geräte im Normalfall nicht für den Feuerwehreinsatz

© by FKS: 04/2014

Beispiele von pH-Papieren

■ **Universalindikatorpapier** 	Endlospapier, das rasch eine pH-Messung im Bereich von 1 - 10 bzw. 1 - 14 (je nach Papier) ermöglicht.
■ **pH-Teststäbchen** 	Bestehen aus 3 - 4 Farbfeldern, die eine genauere pH-Bestimmung und Ablesung zulassen.
■ **Spezial-pH-Indikatorpapier für gefärbte Lösungen** 	Eine pH-Bestimmung in gefärbten Lösungen ist mit normalem pH-Indikatorpapier bzw. Teststäbchen nicht möglich. Bei dieser Spezialsorte werden nicht nur die Testoberfläche, sondern auch alle Vergleichsfelder durch die Flüssigkeit gleichmässig verfärbt, sodass auch in stark gefärbten Lösungen eine Messung möglich ist.

© by FKS: 04/2014

5.10.4 | Messen von Feststoffen, Gelen und Flüssigkeiten

Für das Messen von Feststoffen, Gelen und Flüssigkeiten eignen sich im Einsatz vor allem Testpapiere sowie Nachweispasten. Infrarot- oder Raman-Spektrometer ermöglichen eine zuverlässige Identifikation von unbekannten reinen Stoffen.

Beispiele von möglichen Messgeräten	
■ **Testpapiere** 	Testpapiere geben schnell an, ob ein bestimmter Stoff oder eine bestimmte Stoffgruppe anwesend ist oder nicht. Weit verbreitet ist das Ölnachweispapier.
■ **Nachweispasten** 	Nachweispasten geben an, ob ein Stoff vorhanden ist oder nicht (z.B. Wassernachweispaste).
■ **Infrarot-Spektrometer (IR)** 	Das Messprinzip eines IR-Spektrometers liegt in der Absorption von infrarotem Licht durch IR-aktive Moleküle. Viele organische Moleküle lassen sich mit IR messen. Der mit unserem Gerät erfassbare Konzentrationsbereich liegt, je nach nachzuweisendem Stoff, bei 1 - 1'000 ppm. Die Probe muss direkt in die Messzelle des Geräts gelegt werden. Ist Wasser (Feuchtigkeit) vorhanden, ist eine Messung nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Eine sichere Auswertung und Interpretation erfordert Fachwissen; Konzentrationswerte sind im Feld nicht bestimmbar.
■ **Raman-Spektrometer** 	Wie in der IR-Spektroskopie, werden in der Raman-Spektroskopie Atomgruppen zu Schwingungen angeregt und die dabei entstehenden charakteristischen Banden registriert und mit einer Datenbank verglichen. Die Messung benötigt nur wenig Probenmaterial und ergibt keine Störung durch Wasser. Eine Analyse durch Glas- oder Polymerverpackungen hindurch ist möglich (Messung ausserhalb Messzelle möglich). Anorganische Materialien lassen sich häufig leichter Raman- als IR-spektrometrisch analysieren. Auch für komplexe Mischungen ist Raman häufig geeigneter, sofern keine fluoreszierenden Substanzen vorhanden sind. Eine sichere Auswertung und Interpretation erfordert Fachwissen; Konzentrationswerte sind im Feld nicht bestimmbar.

■ Durch die intensive Laserstrahlung bei der Raman-Spektroskopie kann die Probe zerstört werden. Beim Messen von Schwarzpulver und Sprengstoffen besteht Explosionsgefahr!

© by FKS: 04/2014

Dreifachtest

Bei Einsatzkräften weit verbreitet ist der sogenannte Dreifachtest. Dieser ermöglicht mit einfachen Mitteln eine erste Untersuchung einer unbekannten Flüssigkeit. Mithilfe des Dreifachtests kann Folgendes bestimmt werden:

- ob die Probe Wasser enthält (Anzeige durch Wassernachweispaste)
- pH-Wert (sauer, neutral oder basisch (alkalisch))
- Nachweis von Kohlenwasserstoffen, speziell Benzin, Heizöl, Schmieröl etc.
  (Testpapier in Flüssigkeit eintauchen oder am Boden andrücken)

- Weitergehende Messungen und Bestimmungen von Feststoffen, Gelen und Flüssigkeiten sind nur in einem entsprechend ausgerüsteten Labor mit spezialisierter Messtechnik für organische / anorganische Chemikalien und (Schwer-)Metalle möglich

Test auf chlorierte Lösungsmittel

Ob chlorierte bzw. halogenierte Lösungsmittel vorliegen, lässt sich wie folgt bestimmen:

- Ein Streifen pH-Universalindikatorpapier zur Hälfte in Flüssigkeit eintauchen. Anschliessend, ausserhalb der Gefahrenzone, mit Feuerzeug die eingetauchte Seite erwärmen bzw. anzünden.
  Beim Vorliegen von halogenierten Lösungsmitteln (Nachweisgrenze 1 %) färbt sich die andere Hälfte des pH-Papiers, durch die entstehenden sauren Brandgase, rot.

© by FKS: 04/2014

5.10.5 | Messen von chemischen Kampfstoffen

Für die Detektion chemischer Kampfstoffe wurden den Chemiewehren, seitens Bund, leihweise folgende Messmittel zur Verfügung gestellt:

Kampfstoff-Nachweispapier (KNP)

Das KNP wird, im Falle einer entsprechenden Bedrohung, zum Nachweisen von flüssigen C-Kampfstoffen vorgängig an neuralgischen Stellen ausgelegt und an der Einsatzbekleidung angebracht. Treffen Kampfstofftröpfchen die ausgelegten KNP, verfärben sich diese entsprechend. Das KNP ist ein Positiv-Indikator und zeigt die Anwesenheit flüssiger Kampfstoffe an. Eine Nichtverfärbung ist aber nicht mit der Abwesenheit von Kampfstoffen gleichzusetzten.

Funktionsweise:

- **Yperit (Hautgift)**
  löst einen roten Farbstoff aus und erzeugt dadurch sichtbare Flecken.
- **Trilone (Nervengifte Sarin, Soman, Tabun)**
  lösen einen gelben Farbstoff aus.
- **VX (Nervengift)**
  reagiert als Base mit dem dritten blauen Stoff, wodurch das KNP dunkelgrün wird.

- Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzin, Öl), Lösungsmittel (z.B. Alkohol, Aceton) und basische Stoffe (z.B. Entgiftungslösung 85) können das Papier verfärben

C-Nachweisgerät 97 (CNG 97)

Mit diesem mobilen, elektronischen Gerät lassen sich chemische Kampfstoffe in der Luft nachweisen. Das CNG 97 ist ein Ionenmobilitäts-Spektrometer. Eine Balkenanzeige auf dem Gerätedisplay erlaubt zum einen die Unterscheidung zwischen Nervengiften und Hautgiften, zum anderen lassen sich die jeweiligen Kampfstoffkonzentrationen abschätzen.

Funktionsweise:

- **Die Nervengifte Sarin, Soman, Tabun und VX**
  werden auf dem Display als G-Balken dargestellt, wobei ab Konzentrationen von etwa 20 µg/m^3 Balken auf dem Display erscheinen.
- **Die Hautgifte S-Yperit, N-Yperit und Lewisit**
  lassen sich ab Konzentrationen von etwa 200 µg/m^3 detektieren, wobei entsprechende Kampfstoffe auf dem Display als H-Balken angezeigt werden.

- Das CNG 97 weist gegenüber verschiedenen Stoffen Querempfindlichkeiten auf. Unter anderem können Dieselrauch, AFFF-Löschschaum und Brandrauch zu falschen positiven Resultaten führen.
- Hohe Konzentrationen von Ammoniak und anderen basischen Gasen können das CNG 97 beschädigen!

© by FKS: 04/2014

Prüfröhrchen

Neben den Messmitteln vom Bund kann man auch mit verschiedenen Prüfröhrchen eine qualitative Messung von flüchtigen Substanzen, die in Kampfstoffen und Kampfstoffaltlasten häufig vorkommen, durchführen.

Substanz	Kampfstoff (Abkürzung)
Thioether	Hautkampfstoffe: S-Lost (H, HD, Yperit, S-Mustard) / Senfgas
Organische basische (alkalische) Nitroverbindungen	Hautkampfstoffe: N-Lost (HN, N-Mustard)
Phosphorsäureester	Nervengifte: Sarin (GB), Tabun (GA), Soman (GD), DFP, VX, VG, VM, VE, Metasystox, DDVP (Dichlorvos)
Blausäure (HCN)	Blutgifte: Blausäure (AC), Phosphorwasserstoff
Organische Arsenverbindungen und Arsin	Hautkampfstoffe: Lewisite (L), PD, ED, MD Blutgifte: Arsin (SA) Reizstoffe (Blaukreuzstoffe): Clark I (DA, DX), Clark II (DC), Adamsit (DM)

- Auf dem Markt sind verschiedene kommerzielle Simultantests vorhanden, die aus mehreren Prüfröhrchen bestehen

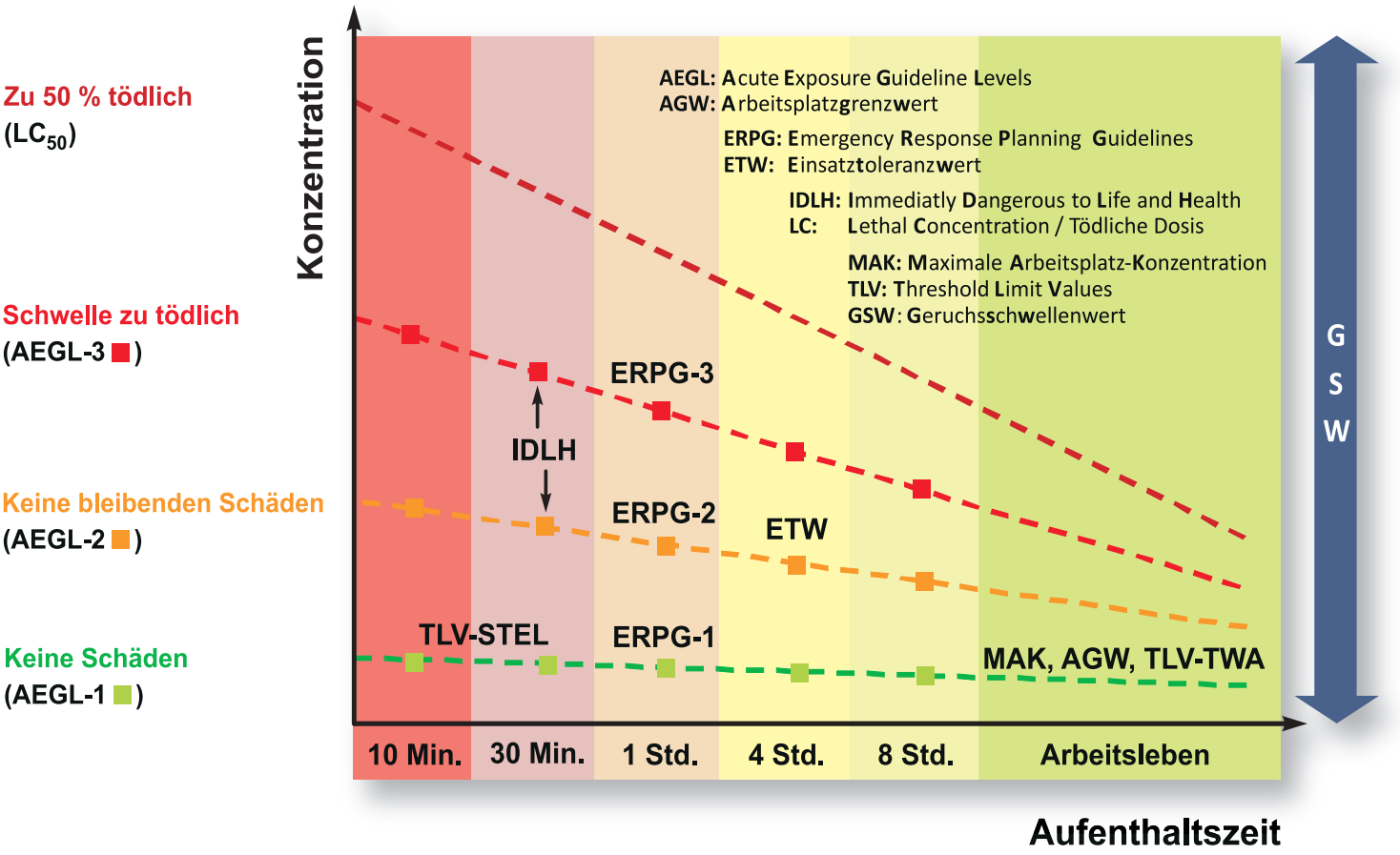
© by FKS: 04/2014

5.10.6 | Toxikologische Grenzwerte

Für die Beurteilung der Giftigkeit (Toxizität) von chemischen Gasen und Dämpfen existieren in den Nachschlagewerken eine Vielzahl von unterschiedlichen Schwellenwerten.

Diese Werte unterscheiden sich primär aufgrund der jeweiligen Wirkung (Effekt) auf den Menschen und der Einwirkungsdauer (Exposition).

Übersicht über die toxikologischen Grenzwerte



Empfehlung

- Beurteilung der unmittelbaren Gefährdung von Personen in unmittelbarer Umgebung eines Ereignisses mittels AEGL-2 (30 Min.). Oberhalb dieses Wertes muss Atemschutz getragen oder eine Evakuation ausserhalb des Gefährdungsgebiets vorgenommen werden.
- Beurteilung der Gefährdung für Einsatzkräfte bei zeitintensiven Arbeiten: AEGL-2 (4 Std.).

GSW (Geruchsschwellenwert)

Der Geruchsschwellenwert ist jene minimale Konzentration eines gasförmigen Stoffes, die ein Lebewesen (im Einsatz: der Mensch) durch den Geruchssinn gerade noch wahrnehmen kann. Liegt der Geruchsschwellenwert eines Stoffes massiv unter jenem eines kritischen Werts, ist dies für den Einsatz von Vorteil (z.B. Ammoniak: GSW 5 ppm, ETW 110 ppm), d.h. man riecht den vorhandenen Stoff, bevor er gefährlich wird. Umgekehrt – was häufiger der Fall ist – ist dies ein Nachteil.

- Es können bei Weitem nicht alle Stoffe mit dem Geruchssinn wahrgenommen werden
- Der Geruchssinn ist nicht bei allen Menschen gleich ausgeprägt
- Gewisse Stoffe übersättigen oder lähmen die Geruchsrezeptoren, sodass diese Stoffe nach einer kurzen Geruchswahrnehmung gar nicht mehr oder nicht mehr vollständig wahrgenommen werden können

© by FKS: 04/2014

- **AEGL = Acute Exposure Guideline Levels**

Diese Werte wurden durch internationale Gremien entwickelt. AEGL-Werte beschreiben die zu erwartende Gefährdung der breiten Bevölkerung und besonders empfindlicher Personengruppen, bei einer einmaligen oder seltenen Aussetzung gegenüber einem in der Luft vorhandenen gasförmigen Stoff. Diese sogenannte akute Exposition entspricht der Situation bei typischen Chemieunfällen. AEGL-Werte sind für 3 verschiedene Schweregrade und unterschiedliche Einwirkungszeiten (10 Min. / 30 Min. / 1 Std. / 4 Std. / 8 Std.) definiert.

AEGL-Effekt-Schweregrade	Definition
Unterhalb AEGL-1	Personen können evtl. Geruch oder Geschmack wahrnehmen und allenfalls sehr leichte Reizungen spüren. Keine direkten Auswirkungen auf die Gesundheit.
AEGL-1: Schwelle zum spürbaren Unwohlsein	AEGL-1 ist die gasförmige Stoffkonzentration, bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung ein spürbares Unwohlsein erleiden kann.
AEGL-2: Schwelle zu schwerwiegenden, lang andauernden oder fluchtbehindernden Wirkungen	AEGL-2 ist die gasförmige Stoffkonzentration, bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte erleiden kann oder bei denen die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt sein kann. Luftgetragene Stoffkonzentrationen unterhalb des AEGL-2-, aber oberhalb des AEGL-1-Wertes, bedeuten Expositionshöhen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können.
AEGL-3: Schwelle zur tödlichen Wirkung	AEGL-3 ist die luftgetragene Stoffkonzentration, bei deren Überschreiten die allgemeine Bevölkerung lebensbedrohliche oder tödliche Gesundheitseffekte erleiden kann. Luftgetragene Stoffkonzentrationen unterhalb des AEGL-3-, aber oberhalb des AEGL-2-Wertes, bedeuten Expositionshöhen, die irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte hervorrufen oder die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigen können.

Mit den AEGL-Werten lassen sich also Fragestellungen mit verschiedenen zeitlichen Expositionen beantworten. So können für die Räumung eines Betriebes (z.B. innert 30 Min.) oder für den Einsatz von Notfallpersonal für längere Aufräumarbeiten (z.B. 4 Std. oder 8 Std.) verschiedene Grenzwerte benutzt werden, die der Fragestellung angemessen sind.

- **PAC-2 Wert (Protective Action Criteria; Toxizitätswert für 1 Std.)**

Dieser entspricht dem AEGL-2 (1 Std.), falls dieser vorhanden ist. Ansonsten entspricht der PAC-2 dem ERPG-2 (1 Std.) oder – falls dieser auch nicht vorhanden ist – dem TEEL-2 (1 Std.). Der PAC-2-Wert wird im MET für die Gefahrenabschätzung verwendet (siehe Punkt 6.5).

© by FKS: 04/2014

- **ERPG = Emergency Response Planning Guidelines**

  Diese Werte wurden von der American Industrial Hygiene Association (AIHA) entwickelt und sollen als Richtwerte zur Gefahrenabwehr bei toxikologisch gefährlichen Stoffen dienen. Das Ziel ist es, toxikologisch tolerierbare Effektschwellen bei einer unfallmässigen Freisetzung zu definieren. Die Werte sind für fast alle Personen anwendbar. ERPG-Werte sind für 3 verschiedene Schweregrade definiert.

Schweregrad	Definition
ERPG-1	Lediglich leichte, vorübergehende gesundheitliche Auswirkungen möglich
ERPG-2	Gesundheitliche Reizungen der Augen und Atemwege möglich; keine bleibenden oder schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen
ERPG-3	Gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich; noch keine lebensbedrohenden Auswirkungen

  ERPG-Werte sind immer auf eine Einwirkungsdauer von 1 Std. ausgelegt.

  Die für viele Stoffe bestehenden ERPG-Werte werden in der Praxis durch AEGL-Werte ersetzt.

- **IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health)**

  IDLH-Werte sind Fluchtwerte bei Ausfall eines Atemschutzgeräts. Die Exposition ist auf 30 Min. ausgelegt. Der Aufenthalt bei einer Konzentration unterhalb des IDLH soll nicht zu lebensbedrohlichen oder sonstigen schweren Gesundheitseffekten führen.

  Der IDLH-Wert wurde in den siebziger Jahren von amerikanischen Behörden geschaffen, da man die stoffspezifische Konzentration kennen wollte, die beim Ausfallen eines Atemschutzgerätes immer noch die Flucht gewährleistet.

  Problematik IDLH: Ungenaue Kennzeichnung des Schweregrads der Effekte (irreversibler Gesundheitsschaden oder Tod!).

  - Entspricht für einige Stoffe AEGL-2, für andere AEGL-3 (bei 30 Min.). Diese Werte werden den IDLH längerfristig auch ablösen.

- **ETW (Einsatztoleranzwert)**

  Richtwert aus dem deutschen Feuerwehrwesen für 4 Std. Einsatz ohne AS („keine gesundheitliche Gefährdung ungeschützter Einsatzkräfte und der Bevölkerung“). Dieser Wert ist nur für einige ausgewählte Stoffe festgelegt. Der ETW wird ersetzt durch AEGL-2 für 4 Std.

- **AGW (Arbeitsplatzgrenzwert, Verwendung in Deutschland)**

  Der AGW ist die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der eine akute oder chronische Schädigung der Gesundheit der Beschäftigten nicht zu erwarten ist. Bei der Festlegung wird von einer in der Regel 8-stündigen Exposition, an 5 Tagen in der Woche während der Lebensarbeitszeit, ausgegangen.

© by FKS: 04/2014

MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration, Verwendung in der Schweiz)

MAK-Werte dienen dem Schutz von Arbeitnehmenden am Arbeitsplatz. Sie berücksichtigen tägliche Expositionen von 8 Std., bei einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von mind. 40 (42) Std., während eines gesamten Arbeitslebens.

Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines Stoffs, bei der ein gesunder, erwachsener Arbeitnehmer, nach derzeitiger Kenntnis, keine Beeinträchtigung seiner Gesundheit erleidet. MAK-Werte liegen für praktisch sämtliche in industrieller Umgebung anzutreffenden Gase, Dämpfe und Stäube vor und werden für die Schweiz regelmässig durch die Suva aktualisiert (Suva-Merkblatt 1903).

Sowohl der MAK-Wert wie auch der Arbeitsplatzgrenzwert sind im Einsatz beschränkt aussagekräftig:

- Liegt ein Messwert unterhalb des MAK, besteht für gesunde, erwachsene Menschen in der Regel kein Problem.
- Liegt ein Messwert oberhalb des MAK, ist für den ABC-Einsatz eine Beurteilung mit anderen Werten nötig.

- Wenn der MAK-Wert sehr viel kleiner ist als der IDLH (oder AEGL-2 / AEGL-3), dann ist bei der Interpretation Vorsicht geboten. Möglicherweise besteht überhaupt keine kurzfristige Gefahr.

  Beispiel: MAK-Wert (CH) 1,3-Butadien = 5 ppm:
  Dieser Wert liegt über 1'000-mal tiefer als der AEGL-2 (1 Std.) für 1,3-Butadien!

  Grund: Langfristige Wirkung bei jahrelanger Exposition.

TLV (Threshold Limit Values)

Die TLV-Werte sind als Grenzwerte für die Exposition definiert, von denen angenommen wird, dass nahezu jeder Arbeiter ihnen Tag für Tag, während seines gesamten Arbeitslebens, ohne gesundheitsschädigende Wirkung, ausgesetzt sein kann. Der TLV wird auch als amerikanischer MAK-Wert bezeichnet.

Die ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) legt verschiedene TLV-Werte fest.

TLV-Wert	Definition
Threshold Limit Value – Time-Weighted Average (TLV-TWA)	Zeitgewichtete mittlere Konzentration für einen üblichen 8-Std.-Arbeitstag und eine Arbeitswoche mit 40 Std., von der angenommen wird, dass nahezu alle Arbeiter ihr wiederholt, Tag für Tag, ohne schädliche Wirkung, ausgesetzt sein können.
Threshold Limit Value – Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL)	Konzentration, von der angenommen wird, dass Arbeiter ihr kurzzeitig ausgesetzt sein können, ohne dass Irritationen, chronische bzw. irreversible Gewebeschäden oder Betäubung auftreten. Der STEL-Wert ist für eine 15-minütige Exposition definiert, die zu keinem Zeitpunkt, während einer Arbeitszeit, überschritten werden darf.
Threshold Limit Value – Ceiling (TLV-C)	Höchstwert, der zu keinem Zeitpunkt bei der Arbeit überschritten werden darf.

© by FKS: 04/2014

LC_{50} (Lethal Concentration) / LD_{50} (letale Dosis)

Die letale bzw. tödliche Konzentration bezieht sich auf einen Schadstoff in der Luft oder im Wasser. LC_{50} bezeichnet die Konzentration, bei der die Hälfte einer Population stirbt (Angabe der Tierart; Zeit, in der die Tiere dem Stoff ausgesetzt wurden; Geschlecht und Art der Verabreichung sowie statistische Sicherheit sind notwendig). LC_o bezeichnet die geringste Konzentration, bei der ein Versuchstier starb. LC_{100} gibt die absolut tödliche Konzentration an, bei der alle starben. Zu einer letalen Konzentration wird die entsprechende Zeit angegeben.

Beispiel: LC_{50} (Ratte) = 1 mg/l 4 Std. bedeutet, dass ein Stoff, von dem sich 1 mg in 1 l Luft befindet, bei 50 % der Ratten den Tod bewirkt, wenn er über 4 Std. eingeatmet wird.

Da sich die toxische Wirkung von Substanzen zwischen verschiedenen Tierarten wie auch zwischen Tier und Mensch stark unterscheiden kann, sind die an Tieren ermittelten Werte nur äusserst bedingt auf den Menschen übertragbar und dienen nur als grober Anhaltswert.

Vergleich GSW-, MAK-, ETW- und IDLH-Werte

Stoff	GSW [ppm]	MAK [ppm]	IDLH [ppm]	AEGL-3 (30 Min.) [ppm]	AEGL-2 (30 Min.) [ppm]	AEGL-2 (4 Std.) [ppm]
Ammoniak (NH_3)	5 - 10	20	300	1'600	220	110
Benzol	5	0,5	500	5'600	1'100	400
Chlor (Cl_2)	0,02	0,5	10	28	2,8	1
Chlorwasserstoff, Salzsäuregas (HCl)	< 5	2	50	210	43	11
Cyanwasserstoff, Blausäure (HCN)	1	1,9	50	21	10	3,5
Essigsäure	0,074	10	50	nicht verfügbar/ unbekannt	nicht verfügbar/ unbekannt	nicht verfügbar/ unbekannt
Ethylenoxid (C_2H_4O)	250 - 700	1	800	360	80	14
Formaldehyd	0,83	0,3	20	70	14	14
Kohlendioxid (CO_2)	geruchlos	5'000	40'000	nicht verfügbar/ unbekannt	nicht verfügbar/ unbekannt	nicht verfügbar/ unbekannt
Kohlenmonoxid (CO)	geruchlos	30	1'200	600	150	33
Methanol	nicht verfügbar/ unbekannt	200	6'000	14'000	4'000	730
Nitrose Gase (NO_2)	0,39	3	20	25	15	8,2
Perchloretylen (C_2Cl_4)	2 - 71	50	150	1'600	230	120
Phosgen ($COCl_2$)	0,5	0,1	2	1,5	0,6	0,08
Phosphin (PH_3)	(1 - 200)	0,1	50	7,2	4	0,5
Salpetersäure (HNO_3)	---	2	25	120	30	6
Schwefeldioxid (SO_2)	2,7	0,5	100	30	0,75	0,75
Schwefelkohlenstoff (CS_2)	0,1	5	500	600	200	100
Schwefelwasserstoff (H_2S)	0,01	5	100	59	32	20
Toluol	< 5	50	500	6'100	1'600	790

- Beim gleichzeitigen Vorliegen mehrerer Stoffe, können die Grenzwerte abweichen

© by FKS: 04/2014

Beispiel Ammoniak NH_3 (CAS-Nr. 7664-41-7, UN-Nr. 1005) in ppm

	10 Min.	15 Min.	30 Min.	60 Min.	4 Std.	8 Std.
AEGL-1	30		30	30	30	30
AEGL-2	220		220	160	110	110
AEGL-3	2'700		1'600	1'100	550	390
ERPG-1				25		
ERPG-2				200		
ERPG-3				1'000		
LC_{50} (Ratte, inhalativ)	40'000			11'500	2'000	
IDLH			300			
ETW					110	
MAK (CH)	20 (Arbeitsleben)					
AGW	20 (Arbeitsleben)					
TLV-TWA	25 (Arbeitsleben)					
TLV-STEL		35				
GSW	5 - 10					

Beispiel Chlor Cl_2 (CAS-Nr. 7782-50-5, UN-Nr. 1017) in ppm

	10 Min.	15 Min.	30 Min.	60 Min.	4 Std.	8 Std.
AEGL-1	0,5		0,5	0,5	0,5	0,5
AEGL-2	2,8		2,8	2,0	1,0	0,71
AEGL-3	50		28	20	10	7,1
ERPG-1				1		
ERPG-2				3		
ERPG-3				20		
LC_{50} (Ratte, inhalativ)				293		
IDLH			10			
ETW					1,0	
MAK (CH)	0,5 (Arbeitsleben)					
AGW	0,5 (Arbeitsleben)					
TLV-TWA	0,5 (Arbeitsleben)					
TLV-STEL		1				
GSW	ca. 0,02					

© by FKS: 04/2014

5.11 | Auffangen / Abdichten

Ist ein gefahrloses Auffangen bzw. Abdichten möglich, kann dies bereits vor dem Eintreffen der (AB)C-Wehr durchgeführt werden. Ziel ist, das Ereignis von der gesunden Seite her einzudämmen. Oft reichen dazu bereits einfache Mittel wie z.B. eine Schaufel Dreck, ein Auffangbehälter oder einfach das Aufstellen eines umgefallenen oder havarierten Gebindes (Austrittsstelle bzw. Loch nach oben).

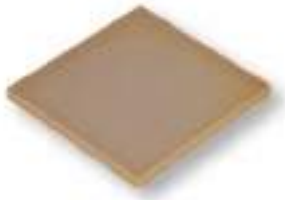
Beispiele von Abdicht- und Auffangmaterialien

Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Auffangbehälter**	Schnell einsatzfähig	Beständigkeit beachten, benötigt Volumen auf dem Fahrzeug	Materialkisten aus dem Fahrzeug können als Auffangbehälter zweckentfremdet werden
■ **Notfallwanne**	Kompakt verstaubar, schnell einsatzfähig	Beständigkeit beachten	Primär für auslaufende Treibstoffe bei Verkehrsunfällen
■ **Auffangbecken**	Kompakt verstaubar, schnell einsatzfähig, grosses Auffangvolumen	Beständigkeit beachten	
■ **Erdwall**	Erde meist rasch in grossen Mengen verfügbar	Benötigt eine Schaufel, nicht dicht, Entsorgung	Einfaches, jedoch naheliegendes, effizientes und kostengünstiges Hilfsmittel
■ **Binderwall**	Schnell einsatzfähig, bei quellenden Bindern zusätzlich Stauwirkung	Nicht für stark fliessende Medien geeignet, kann mit Stoffen reagieren	Binder dem Medium anpassen

© by FKS: 04/2014

Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Schlauchwall**	In der Feuerwehr bereits vorhanden	Schlauch muss zuerst mit Wasser gefüllt werden und dichtet ohne Hilfsmittel (z.B. Erde, Binder) schlecht	Schlauch am Ende und Anfang mit Schieber und/oder Dreiverteil-stück abschliessen
■ **H-Profile**	Schnelle, einfache Um-leitungsmöglichkeit / Auffangmöglichkeit	Medium diffundiert bei Sättigung, Beständigkeit sehr begrenzt, Alterung bei Lagerung	Kette in Nut legen, Lagerung nicht geknickt
■ **Bauplastik**	In grossen Mengen verfügbar	Meist nur relativ dünn (Durchbruchgefahr), nicht leitend, statische Aufladung beachten	
■ **Unterzieh- und Auffangblache**	Schnelles Auffangen grösserer Mengen (Ringleitung)	Medium liegt offen, Gewicht, Kontamina-tionsgefahr AdF	
■ **SBB-Auffangschlauch**	Grosses Volumen (10 m³), einfache Handhabung, leitfähig	Plastikfolie verletzbar, benötigt Platz (ebene Fläche ideal)	Nicht im gefüllten Zustand bewegen, durch Medium ausrol-len lassen

© by FKS: 04/2014

Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Rinne, Trichterblache**	Einfach, schnell	Nur als Um- / Zuleitung geeignet	
■ **Dichtkissen (Elefantenfuss)**	Platzsparend verstaubar, kann als Verschluss oder zum Auffangen benutzt werden	Benötigt Füllmaterial	Kann auch mit Erdmaterial befüllt werden
■ **Gully-Ei**	Sehr dichter Verschluss, einfache Handhabung, Druckluft integriert	Nur Verschluss, kein Auffangen, nicht ohne Zusatzmaterial bei viereckigen Schächten einsetzbar	Mit Seil sichern
■ **Zubehör zu Gully-Ei**	Passende Einsätze zu den Standardschächten	Benötigt viel Volumen auf dem Fahrzeug	
■ **Schaumgummimatte** 	Schnell, einfach	Nur Verschluss, kein Auffangen, anfällig bei Druck von oben, bei Senkungen droht Durchbruchgefahr	Bei Verwendung als Schachtabdeckung, in Plastik einpacken
■ **Dichtband**	Schnell, einfach, platzsparend	Nur bei kleinen Lecks einsetzbar, Beständigkeit beachten	Klebefunktion regelmässig überprüfen

© by FKS: 04/2014

Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Leckdichtkissen**	Sehr dichter Verschluss, auch von grösseren Löchern	Montage benötigt Zeit und Zusatzmaterial (Druckluftset)	Montage neben Leck vorbereiten
■ **Hochdruckdichtschlauch**	Sehr dichter Verschluss, besonders rund um Schweissnähte	Montage benötigt Zeit und Zusatzmaterial (Druckluftset)	Funktioniert wie ein aufzublasender Veloschlauch (beidseitig füllen)
■ **Rohrdichtzylinder**	Sehr dichter Verschluss, Pumpensumpf kann als Rückhaltebecken benutzt werden	Montage benötigt Zeit und Zusatzmaterial (Druckluftset)	Unbedingt mit Seil sichern
■ **Einlaufstopfer (Schaumstoff)**	Schnelles Verschliessen von Rinnstein-Einläufen	Nur Verschluss, kein Auffangen, Beständigkeit beachten	
■ **Holzkeile**	Schnellverschluss von Löchern in Tankanlagen, Behältern etc.	In der Regel keine 100%ige Dichtheit	Gegendruck des Mediums beachten, mit Lappen verwenden
■ **Schaumgummikugel**	Schnellverschluss von Löchern in Tankanlagen, Behältern etc.	In der Regel keine 100%ige Dichtheit	Gegendruck des Mediums beachten

© by FKS: 04/2014

Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Dichtlanzen**	Aus der Distanz einsetzbar	Benötigt Zusatzmaterial (Fusspedal, Lanzen)	
■ **Konusse**	Schnellverschluss von Löchern in Tankanlagen, Behältern etc.	In der Regel keine 100%ige Dichtheit	Gegendruck des Mediums beachten
■ **Rohrdichtmanschetten**	100%ige Dichtheit	Schrauben anziehen benötigt – insbesondere mit Schutzhandschuhen – Zeit und Fingerspitzengefühl	Inbusschlüssel am gleichen Ort aufbewahren
■ **Exzenter-Dichtung**	Schnellverschluss von Löchern in Tankanlagen, Behältern etc.	Leck muss so geschaffen sein, dass Haken greifen kann	Kaum einsatztauglich in der Praxis

- Sind stationäre Einrichtungen vorhanden (Löschwasserrückhaltebecken, Schieber etc.), sind primär diese zu nutzen
- Läuft Medium in die Kanalisation, ist die ARA zu informieren, die das kontaminierte Wasser gegebenenfalls in ein zusätzliches Rückhaltebecken umleiten kann
- Materialien einsetzen, die für das Medium geeignet sind (z.B. Beständigkeit, Ableitfähigkeit)

- Der Eigenschutz ist bei sämtlichen Auffang- und Abdichtmassnahmen zu beachten!

© by FKS: 04/2014

5.12 | Binden und Neutralisieren

Flüssige Gefahrstoffe lassen sich durch Bindemittel in Form von Granulaten, Bindetüchern, Würfeln usw. aufnehmen. Granulate eignen sich besonders für die Anwendung auf befestigten Flächen. Nach dem Auftrag müssen sie durch mechanische Bearbeitung (z.B. mit Besen) mit der Kontamination in Kontakt gebracht werden. Bindetücher können auch für eine Grobreinigung, zum Entfernen von Tropfen, genutzt werden.

Das Neutralisieren von Gefahrstoffen wird primär bei der Dekontamination (z.B. Neutralisation von Pumpensystem oder anfallendem Dekontaminationswasser) angewendet. Ist es erforderlich, können zur Entsorgung auch Restmengen an Säuren und Laugen vor Ort neutralisiert werden.

5.12.1 | Binden von Flüssigkeiten

Neben pulver- und granulatförmigen Bindern gibt es spezielle Vliese, Schlängel, Kissen und Ähnliches, um Öl und, je nach Typ, auch Chemikalien sicher aufzunehmen. Die Form des Bindemittels (pulvrig, körnig, flüssig) richtet sich nach dem Anwendungsort (Industrie, Verkehrsflächen, Gewässer).

Binden von Öl

Das Ölbindemittel, oft auch nur Ölbinder genannt, wird zum Abbinden („Aufsaugen" bzw. „Absorbieren") von Mineralölen in Industrie und Gewerbe, von Strassen- bzw. Unterhaltsdiensten und der Feuerwehr eingesetzt.

Beispiele von Treibstoff- / Ölverschmutzungen:

Grundmaterialien von Ölbindemitteln sind mineralische, kunststoffähnliche oder auch pflanzliche Stoffe. Neben Ölbindemitteln für die Verwendung an Land existieren schwimmfähige Ölbindemittel, die in Kombination mit Ölsperren zur Beseitigung von Mineralölen auf Gewässern eingesetzt werden (siehe Punkt 5.15) oder bei Treibstoffverschmutzungen auf nassen Verkehrsflächen.

Ein Ölbindemittel

- muss Flüssigkeit aufnehmen und darf sie weder durch Druck noch durch Wassereinwirkung wieder abgeben;
- muss für den Einsatz bei Regen oder auf Gewässern wasserabstossend und schwimmfähig sein;
- muss streu- und rieselfähig sein und darf keine Klumpen bilden sowie Fremdstoffe enthalten;
- muss chemisch neutral und ungiftig sein, damit es nicht seinerseits eine Gefahr für die Umwelt darstellt;
- muss zusammen mit der aufgenommenen Flüssigkeit in den dafür eingerichteten Anlagen (KVA oder Sondermüllverwertung) beseitigt werden können;
- muss auf der Strasse angewendet, vorhandene Ölglätte beseitigen;
- darf unter den üblichen Lagerbedingungen nicht zur Zersetzung oder Selbstentzündung neigen.

© by FKS: 04/2014

Häufigstes Einsatzgebiet von Ölbindern ist die Beseitigung von auslaufenden Betriebsmitteln nach einem Verkehrsunfall oder von Ölspuren, die von Autos mit aufgerissener Ölwanne verursacht wurden. Die Körnung von festen Ölbindemitteln ist für diese Einsatzart von grosser Bedeutung. Zum Abstreuen und Beseitigen des Öls eingesetzte Ölbindemittel können, bei zu feiner Pulverform, die Kehrfähigkeit dieser Mischung aus Öl und Ölbindemittel, durch Entstehen einer schmierigen Masse, erheblich beeinträchtigen, sodass eine liegen bleibende Ölbindemittelspur nicht vermieden wird. Ausserdem besteht bei zu feiner Körnung die Gefahr, dass bereits bei leichtem Wind das Bindemittel davongetragen wird. Zu grobe und zu harte Körnung verhindern hingegen eine effiziente Aufnahme des Öls.

Ideal sind rutschfeste, mineralische Bindemittel, deren Körnung sich bei der mechanischen Einarbeitung zerteilen lässt.

Auf Verkehrswegen ist es in der Regel notwendig, nach dem Aufnehmen des Ölbinders, noch eine Nassreinigung mithilfe geeigneter Spezialmaschinen von Werkhof / Tiefbauamt oder Privaten durchzuführen. Idealerweise ist das Ölbindemittel dabei vorgängig oder gleichzeitig mit einer Kehrmaschine aufzunehmen.

- Mit dem Bindemittel wird die Oberfläche eines Stoffes um das Vielfache vergrössert, wodurch auch Produkte mit einem hohen Flammpunkt (z.B. Diesel / Heizöl) zu einer leichten Entzündbarkeit neigen (eigene Sicherheit, Brandschutz!)
- Da auch bei Verkehrsunfällen nicht in jedem Fall ausgeschlossen werden kann, dass es sich bei auslaufenden Flüssigkeiten um Chemikalien handelt (z.B. ausgelaufene Batteriesäure), sind Bindemittel zu benutzen, die keine gefährlichen Reaktionen mit Chemikalien, insbesondere mit aggressiven oder brennbaren Säuren sowie Lösungsmitteln eingehen

- Das Ölbindemittel erlangt die Eigenschaften des aufgenommenen Stoffes (gefährlicher Abfall) und muss daher zwingend vollständig geborgen, behandelt und fachgerecht entsorgt werden

Empfehlung

- Für den Einsatz auf Gewässern sind, wenn immer möglich, Bindevliese und Sorbsperren zu verwenden
- Für den Einsatz auf dem Land, insbesondere auf Verkehrswegen, wird den Einsatzkräften die Anschaffung von je einem geeigneten Bindemittel für trockene wie für nasse Flächen dringend empfohlen

© by FKS: 04/2014

Übersicht verschiedener Ölbindemitteltypen

Ölbindemitteltyp	Zusammensetzung	Anwendung	Eigenschaften	Aufnahmefähigkeit
■ Ölbinder Land / Strasse mineralisch	Kieselgur, Tonerde, Silikaterde	Nur für Landeinsatz auf festen Unterlagen, da nicht schwimmend	Grundmaterial wassersaugend (hydrophil); rutschfest, geruchsbindend, auch zur Aufnahme von Chemikalien geeignet	1 kg Bindemittel bis zu 2,5 l Öl
■ Ölbinder Land / Strasse organisch	Organischer Faserstoff, lose oder in Kissen eingenäht	Je nach Produkt, für Land- und Wassereinsatz	Aus organischen bzw. biologischen Materialien, nicht beständig gegenüber Chemikalien (Reaktionsgefahr)	1 kg Bindemittel bis zu 4,0 l Öl
■ Ölbinder Wasser / nasse Flächen	z.B. Kunststoff auf PU-Basis (Polyurethane)	Landeinsatz bei Nässe, je nach Typ auch auf Gewässer; Aufwirbelung vermeiden (feinkörnige Anteile)	Grundmaterial wasserabweisend (hydrophob); Eignung als Chemikalienbinder für viele Stoffe (Ausnahme: oxidierende Säuren)	1 kg Bindemittel bis zu 1,2 l Öl
■ Ölbindevliese und Sorbsperren	Polypropylen auf Vliesstoffbasis	Wasser- und Landeinsatz (in vielen Produktformen erhältlich)	Grundmaterial wasserabweisend (hydrophob); saugt durch die ausgeprägte Kapillarwirkung Öl und organische Flüssigkeiten auf (Löschblatteffekt)	1 kg Bindemittel bis zu 17 l Öl Vliesrolle (136 l): - 60 cm breit - 40 m lang - 8 kg schwer Sorbsperre (77 l): - 3 m lang - 20 cm Durchmesser - 4,5 kg schwer

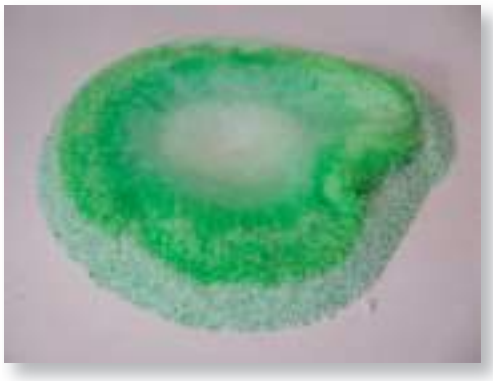
© by FKS: 04/2014

Binden von Chemikalien

Zum Abstreuen von Chemikalien sind Chemikalienbinder, anorganische Bindemittel oder schwache Neutralisationsmittel zu verwenden. Nebengefahren wie der Bildung von Gasen, der Wärmeentwicklung, der Brandgefahr sowie der Reaktion mit Produkten aus der Umgebung (Verpackung), ist je nach Art der verwendeten Bindemittel, die nötige Aufmerksamkeit zu schenken.

Zum Binden haben sich die farbigen, speziellen Chemikalienbindevliese sehr bewährt. Spezifische pulverförmige Chemikalienbindemittel quellen bei der Flüssigkeitsaufnahme oft auf (Superabsorber). Dies ermöglicht einerseits eine sehr hohe Bindekapazität mit wenig Bindevolumen (bis zu 75 l mit 1 kg Bindemittel), anderseits wird eine Dammbildung mit dem Bindemittel zusätzlich verstärkt. Ebenso sind Chemikalienbindemittel mit integriertem pH-Indikator auf dem Markt erhältlich.

Beispiele Chemikalienbindemittel



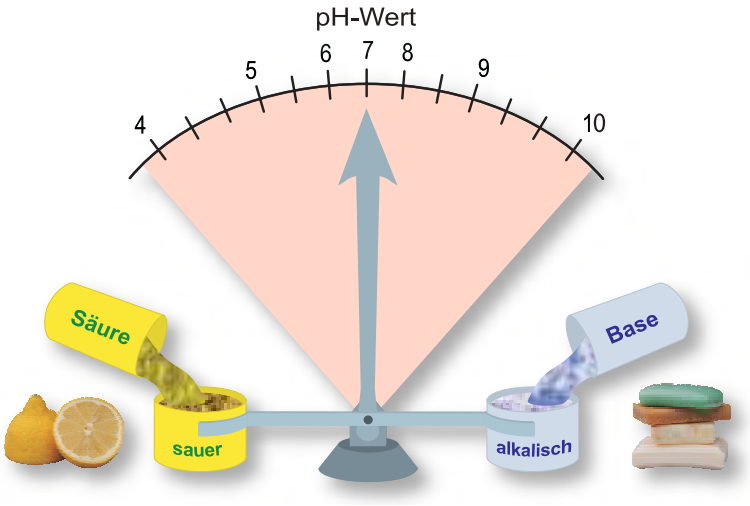
- Gefährliche Stoffe werden durch die Chemikalienbindemittel lediglich aufgenommen und nicht vernichtet oder neutralisiert (Eigenschutz beachten)

Verschiedene Universalbindemittel eignen sich gleichermassen für die Aufnahme von Mineralöl wie für übrige Chemikalien. Da bei diesen Universalbindern oft eine Kategorie (Mineralöl oder übrige Chemikalien) in ihrer Bindekapazität eingeschränkt ist, empfiehlt sich die Anschaffung eines separaten Chemikalienbindemittels.

© by FKS: 04/2014

5.12.2 | Neutralisation von Chemikalien

Der pH-Wert ist das Mass für das Gleichgewicht zwischen in Wasser gelöster Säure (pH < 7) und Base (Lauge; pH > 7).



Je mehr Säure einem Gemisch zugegeben wird, desto niedriger wird der pH-Wert. Bei der Zugabe einer Base (Lauge) steigt der pH-Wert. In der Mitte (pH-Wert = 7) befindet sich das Gemisch im neutralen Zustand.

- Die pH-Skala ist keine lineare Skala. Um von einem pH-Wert von 2 auf 3 zu gelangen, wird ein Vielfaches der Menge an Base benötigt, wie um eine Lösung mit pH-Wert von 6 auf 7 zu bringen.
- Das genaue Erreichen eines pH-Werts von 7 ist unter Einsatzbedingungen oft schwierig; für diese Zwecke darf ein pH-Wert von 6 - 8 als „neutral" gelten
- Gemäss Gewässerschutzverordnung ist für industrielle Abwässer ein pH-Wert von 6,5 - 9 bei Einleitung erlaubt (Abweichungen in Rücksprache mit der Fachberatung Gewässerschutz möglich)
- Natürliche Gewässer können häufig auch leicht sauer sein (pH-Wert 6 - 7)
- Die Menge an benötigter Säure oder Base ist nicht nur von Menge und Konzentration abhängig, sondern auch davon, ob es sich um sogenannte „starke" oder „schwache" Säuren bzw. Basen handelt (Fähigkeit, den pH-Wert zu verschieben, ist abhängig vom konkreten chemischen Stoff). Bei Annäherung an den pH-Zielwert sollten schwache Säuren bzw. Basen als Neutralisationsmittel verwendet werden (kein versehentliches „Überschiessen" des pH-Werts).

Schüttet man eine Säure mit einer Base zusammen, so neutralisieren sie sich.
Beispiel (Neutralisation von Natronlauge und Salzsäure):

Base	+	Säure	→	Salz	+	Wasser	+	Wärme
NaOH	+	**HCl**	→	**NaCl**	+	**H_2O**	+	**Wärme**

Bei der Neutralisation einer Säure mit einer Base (oder umgekehrt) entstehen immer ein Salz und Wasser sowie zusätzliche Wärme.
Während die neutralisierte Mischung aus reiner, frischer Natronlauge und Salzsäure ungefährlich ist und bedenkenlos über die ARA entsorgt werden kann, ist im Einsatz durch die Fachberatung, anhand von chemischem Fachwissen, zu beurteilen, ob eine neutralisierte Lösung keine weiteren Umwelt- und Gesundheitsgefahren darstellt und wie eine Entsorgung zu erfolgen hat.

- Eine Neutralisation hebt bei komplexen Gemischen oder besonderen Säuren bzw. Laugen nicht automatisch sämtliche gefährlichen und giftigen Eigenschaften auf. Beurteilung durch Fachberatung nötig!
- Beim Neutralisieren von starken Säuren mit starken Basen kann die Wärmeentwicklung so gross sein, dass es zum Verspritzen der Flüssigkeiten und damit zu Verätzungen bzw. Verbrennungen kommen kann!

© by FKS: 04/2014

Neutralisation von Säuren

Als Neutralisationsmittel für Säuren kann Natriumcarbonat (Soda) oder Natriumbicarbonat als Base eingesetzt werden. Diese Stoffe haben den Vorteil, dass bei der Umsetzung mit Säuren Kohlensäure entsteht, die in Wasser und Kohlendioxid zerfällt. Die Neutralisation der Säure kann also anhand der Blasenbildung durch die Kohlendioxidfreisetzung verfolgt werden, die aufhört, sobald die Säure neutralisiert ist. Überschüssiges Soda oder Bicarbonat lässt sich als Feststoff zusammenkehren und aufnehmen. Natriumbicarbonat hat den Vorteil, dass es gegenüber wasserfreiem Natriumcarbonat (Soda) viel weniger hygroskopisch ist und damit bei der Lagerung weniger zu Verklumpung neigt. Ein „Überschiessen" des pH-Werts ist mit Natriumbicarbonat kaum möglich, da die Löslichkeit im basischen (alkalischen) pH-Bereich rapide abnimmt (Bildung von unlöslichem Bodensatz). Da es sich um sogenannte „schwache" Basen handelt, erfolgt eine pH-Änderung kontrolliert und schrittweise.

Die Reaktion verläuft nach dem folgenden Schema (am Beispiel der Salzsäure):

Säure	+	Natriumcarbonat (wasserfrei)	→	Salz	+	Wasser	+	Kohlendioxid
2 HCl	+	**Na_2CO_3**	→	**2 NaCl**	+	**H_2O**	+	**CO_2**

- Bei der Neutralisation von grösseren Mengen Säuren mit Natriumcarbonat (Soda) oder Natriumbicarbonat müssen – besonders in geschlossenen Räumen – der Sauerstoffgehalt und Kohlendioxidgehalt in der Luft überwacht werden; gegebenenfalls Umluft unabhängiger Atemschutz tragen

Neutralisation von Basen (Laugen)

Freigesetzte Basen können mit Zitronensäure neutralisiert werden. Im Gegensatz zu Natriumbicarbonat findet keine Freisetzung von Kohlendioxid oder Veränderung der Löslichkeit statt, anhand welcher der Fortschritt des Neutralisationsvorgangs beobachtet werden kann. Dadurch, dass es sich bei Zitronensäure um eine schwache Säure handelt, ist ein kontrolliertes Einstellen des pH-Wertes möglich.

Base	+	Zitronensäure	→	Natriumcitrat	+	Wasser
3 NaOH	+	**$C_3H_5O(COOH)_3$**	→	**$Na_3C_3H_5O(COO)_3$**	+	**3 H_2O**

Sonderfall: Entfernung von gasförmigen Halogenen (Chlor, Brom, Fluor, Iod)

Gasförmige Halogene (Chlor, Brom, Fluor, Iod) können bei Absaugung mittels AUER oder ähnlichem Entlüftungsgerät durch einen Wassernebel, mit Zusatz von Natriumthiosulfat (2- bis 5%ige Lösung), aus der Luft entfernt und im Waschwasser gelöst werden. Bei reinem Wasser sind diese Stoffe praktisch unlöslich; ein Wassernebeleinsatz hat wenig Wirkung. Hinweis: Es handelt sich streng genommen nicht um eine Neutralisation (Veränderung des pH-Werts), sondern um eine chemische Reaktion (Reduktion).

Sonderfall: Neutralisation von Flusssäure (Lösungen, flüssig)

Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure) kann in Verbindung mit gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) oder Calciumcarbonat unschädlich gemacht werden. Das Fluoridion der Flusssäure wird im Verlauf der Reaktion als unlösliches Calciumfluorid gebunden und stellt so keine Gefahr für Umwelt oder Personen dar.

- Die Reaktion von Flusssäure mit Calciumhydroxid kann sehr heftig verlaufen. Das Tragen einer geeigneten Schutzkleidung ist daher notwendig.
- Calciumhydroxid ist zudem sehr ätzend und neigt zu Staubbildung (Atemwege schützen). Es wird deshalb empfohlen, Calciumcarbonat einzusetzen.

© by FKS: 04/2014

Sonderfall: Zerstörung von chemischen Kampfstoffen

Chemische Kampfstoffe können durch Oxidationsmittel in weniger giftige Verbindungen umgesetzt werden. Die Oxidationsmittel übertragen Sauerstoff oder Chlor auf die Schadstoffmoleküle. Geeignet hierzu sind z.B. Calciumhypochlorit oder Natriumhypochlorit, weisse Pulver mit intensivem Chlorgeruch bzw. deren Lösung in Wasser (z.B. Javel).

- Calciumhypochlorit reagiert mit vielen Materialien stark exotherm (wärmefreisetzend), was eine Verwendung in trockener Form ausschliesst. Es ist vor Gebrauch eine 10%ige wässrige Lösung anzusetzen (Javel).
- Calcium- bzw. Natriumhypochlorit darf keinesfalls mit Säuren in Kontakt gebracht werden, es entsteht hierbei, unter heftiger Reaktion, Chlorgas.
- Calcium- bzw. Natriumhypochlorit und entsprechende Lösungen (Javel) dürfen nicht in die Kanalisation gelangen (stark gewässergefährdend). Zudem werden viele Materialien durch diese Stoffe angegriffen.

Da sich Kampfstoffe auch bereits mit Wasser zersetzen (unterschiedlich schnell, je nach Stoff), genügt allenfalls schon eine Umsetzung mit Wasser bzw. alkalischem Wasser.

Übersicht möglicher Neutralisationsmittel in der Chemiewehr

Stoffname	Summenformel	Neutralisation von	Eigenschaften
Natriumcarbonat (Soda)	Na_2CO_3	Säuren	Schwache Base: einfache Anwendung, sehr hygroskopisch (klumpt)
Natriumhydrogencarbonat (Natriumbicarbonat)	$NaHCO_3$	Säuren	Schwache Base: einfache Anwendung, gute Lagerfähigkeit
Calciumhydroxid	$Ca(OH)_2$	Säuren	Vorsicht starke Base! Anwendung nur unter Aufsicht der Fachberatung
Zitronensäure	$C_6H_8O_7$	Basen	Schwache Säure: einfache Anwendung
Amidosulfonsäure	H_3NO_3S	Basen	Vorsicht starke Säure! Anwendung nur unter Aufsicht der Fachberatung
Natriumthiosulfat	$Na_2S_2O_3$	Reduktionsmittel	Anwendung als Lösung mit Gaswäscher für Halogene (Chlor, Brom, Iod)
Calciumcarbonat	$CaCO_3$	Säuren, speziell Flusssäure	Anwendung bei ausgelaufener Flusssäure
Calciumhypochlorit oder Natriumhypochlorit	$Ca(OCl)_2$ NaClO	Chemische Kampfstoffe	Als Lösung verwenden (Natriumhypochlorit-Lösung = Javel)

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Anwendung von Neutralisationsmitteln

Säuren / Basen:	Direkte Anwendung von Feststoff auf einzelnen kleinen Flüssigkeitsflecken; zur Neutralisation von Pumpen und Schläuchen: Kreislaufpumpen unter Zugabe von Neutralisationsmittel und Kontrolle des pH-Werts
Halogene:	Zugabe über Wassernebel zu AUER-Gerät
Flusssäure:	Direkte Anwendung als Feststoff
Kampfstoffe:	Direkte Anwendung als Flüssigkeit oder Pulver

- Von der Verwendung von flüssigen Neutralisationsmitteln wird grundsätzlich abgeraten (Umwelt- und Personengefahr bei unsachgemässer Handhabung)
- Für die verwendeten Neutralisationsmittel sind die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter, zum Schutz von Personen und Umwelt, zwingend zu beachten

Übersicht einiger starker und schwacher Säuren bzw. Basen

Säuren

	Name	Stoffbezeichnung
Stark	Perchlorsäure	$HClO_4$
	Salzsäure	HCl
	Schwefelsäure	H_2SO_4
	Salpetersäure	HNO_3
	Amidosulfonsäure	H_3NO_3S
	Schweflige Säure	H_2SO_3
	Phosphorsäure	H_3PO_4
	Eisen(III)-chlorid	$FeCl_3$
	Zitronensäure	$C_6H_8O_7$
	Ameisensäure	$HCOOH$ (CH_2O_2)
	Essigsäure	CH_3COOH
Schwach	Kohlensäure	H_2CO_3

Zunehmende Säurestärke

Basen

	Name	Stoffbezeichnung
Stark	Kaliumhydroxid (Kalilauge)	KOH
	Natriumhydroxid (Natronlauge)	$NaOH$
	Calciumhydroxid (gelöschter Kalk)	$Ca(OH)_2$
	Calciumoxid (gebrannter Kalk)	CaO
	Calciumcarbonat (Kalk)	$CaCO_3$
	Ammoniak	NH_3
	Natriumhydrogencarbonat (Natriumbicarbonat)	$NaHCO_3$
Schwach	Harnstoff	CH_4N_2O

Zunehmende Basenstärke

© by FKS: 04/2014

5.13 | Umgang mit Gasen und Dämpfen

Bei einer Vielzahl von Feuerwehreinsätzen spielen Gase eine wichtige Rolle. Gase werden zu vielfältigen industriellen und technischen Zwecken in Druckbehältern transportiert und gelagert und können dabei verschieden vorliegen:

- Unter Druck gasförmig (Beispiele: Wasserstoff H_2, Stickstoff N_2, Sauerstoff O_2, Helium He, Methan CH_4), siehe Punkt 5.13.4
- Unter Druck verflüssigt (Beispiele: Propan C_3H_8, Butan C_4H_{10}, Ammoniak NH_3, Chlorgas Cl_2, Kohlendioxid CO_2), siehe Punkt 5.13.5
- Unter Druck gelöst (Beispiel: Acetylen), siehe Punkt 5.13.6
- Tiefkalt verflüssigt (Beispiele: Stickstoff N_2, Sauerstoff O_2, Wasserstoff H_2, Helium He), siehe Punkt 5.13.7

Gase können bei einem Brand, Unfall oder unsachgemässer Behandlung im Einsatz eine Gefahr darstellen. Daneben können Gase als Nebenprodukte bei biologischen oder chemischen Prozessen entstehen, siehe Punkt 5.13.9.

Unterschied zwischen Gasen und Dämpfen	Beispiele:
• **Dämpfe** entstehen durch das Verdampfen von Stoffen, die bei Raumtemperatur ohne Druck flüssig vorliegen. Dämpfe sind immer schwerer als Luft. Kalte Dämpfe sinken schneller als warme und können bei der Mischung mit feuchter Luft oder bei heissen Temperaturen sichtbar sein.	Benzindämpfe Lösungsmitteldämpfe
• **Gase** sind bei Raumtemperatur und atmosphärischem Druck bereits gasförmig. Ist die Umgebungstemperatur kalt, werden die Gase abgekühlt und sie sinken eher. Gase sind unter normalen Umständen nicht sichtbar.	Erdgas Propangas Chlor Ammoniak

Eigenschaften und Gefahren

Gase haben eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit. Da sie eine grosse Oberfläche besitzen, reagieren sie sehr schnell mit der Umgebung (mit Feuchtigkeit, anderen Gasen, Flüssigkeiten, Dämpfen und organischen Oberflächen). Gase mischen sich in jeder beliebigen Konzentration. Brennbare Gase oder Dämpfe können mit der Luft explosionsfähige Gemische bilden. Einzelne Gase sind in gefährlichen Konzentrationen nicht wahrnehmbar (z.B. Kohlenmonoxid CO). Wasserlösliche Gase und Dämpfe (z.B. Ammoniak NH_3 und Salzsäure HCl) können mit Gaswäscher, Neutralisationsring, Hydroschilder, Schaumrohr etc. absorbiert werden (siehe Punkt 5.13.10). Die entstehende, wässrige Lösung wirkt meist ätzend und muss daher vor dem Einleiten kontrolliert (pH-Wert) und entsprechend neutralisiert werden.

Gefahrenarten (siehe Punkt 5.13.3)	Beispiele:
• Berstgefahr	Sämtliche Druckgasbehälter können durch Überdruck bersten (z.B. Einfluss von Hitze)
• Brand- und Explosionsgefahren	Acetylen (C_2H_2), Wasserstoff (H_2), Propangas (C_3H_8), Butangas (C_4H_{10}), Ethylenoxid (C_2H_4O)
• Vergiftungsgefahr	Schwefelwasserstoff (H_2S), in hohen Konzentrationen giftig, aber nicht mehr riechbar; Ammoniak (NH_3), Phosgen ($COCl_2$), Kohlenmonoxid (CO)
• Verätzungsgefahr	Salzsäuregas (Chlorwasserstoff; HCl Gas), Ammoniak (NH_3), Brom (Br_2), Fluor (F_2)
• Erstickungsgefahr	Kohlendioxid (CO_2), Stickstoff (N_2), Argon (Ar)
• Erfrierungsgefahr	Verflüssigte Gase, z.B. Stickstoff (N_2), Helium (He), Sauerstoff (O_2)

© by FKS: 04/2014

5.13.1 | Gasbehälter

In der Industrie, der Forschung, bei Privatkunden und an vielen weiteren Orten sind unterschiedliche Gas- und Druckbehälter im Einsatz. Die gängigsten Typen werden hier kurz vorgestellt.

- **Industriegasflaschen**

  Industriegase werden, je nach Gasart und Verwendungsform, in verschiedenen Behälterformen gelagert und transportiert.
  Typischerweise ist an der Flasche oder am Flaschenbündel eine Druckreduzier- und Absperreinrichtung angebracht. Einzelflaschen und Flaschenbündel verfügen über ein von Hand bedienendes Absperrventil.

- **Versorgung mit einzelnen Flaschen**

  Eigenheiten
  - Zentrales Flaschenlager im Freien oder Gebäude
  - Flaschen bei den einzelnen Verbrauchspunkten im Betrieb
  - Brennbare oder giftige Gase befinden sich häufig in Sicherheitsschränken (Flasche nicht direkt sichtbar)
  - Vorkommen: meist in Werkstätten, Schulen, Labors

© by FKS: 04/2014

Zentrale Industriegasversorgung

Eigenheiten

- Bündel / Flaschen sind an eine Druckreduzierstation angeschlossen
- Form: keine einzelnen Flaschen, nur Flaschenbündel
- Versorgungsnetz zu den einzelnen Verbrauchern
- Gasversorgung kann zentral unterbrochen werden (Haupthahn direkt bei Flaschenbündel)
- Aufstellung: im Freien oder in Gebäuden
- Vorkommen: meist in Industriebetrieben

Propangastank

Stationäre Propangastanks werden primär für wärmetechnische Anlagen (Heizung, Küchen, Industrie) für Grossverbraucher oder abgelegene Betriebe aufgestellt.

Unterirdische Propangastanks sind von aussen kaum erkennbar, dürfen aber nicht mit Fahrzeugen befahren werden (Absperrung mit Pfosten oder Einzäunung).

Oberirdische Propangastanks müssen gegen Zugriff durch Unbefugte sowie gegen Fahrzeuganprall gesichert sein (Zaun, Absperrung). Im Umkreis von 3 m um Abblas- und Füllventile gilt eine Explosionszone.

Der Betriebsdruck liegt meistens bei 15 bar. Die Tanks sind, je nach Verwendung, mit einem Tauchrohr für Flüssigkeitsentnahme und mit einem Anschluss für die Gasphase ausgerüstet. Über dem Sicherheitsventil ist ein Steigrohr mit Deckel angebracht. Dadurch wird, bei einem Druckanstieg und Ansprechen des Sicherheitsventils, der Überdruck der Gasphase über das Steigrohr in die Umgebung entlastet. Das Steigrohr hat den Zweck, eine Verdünnung des austretenden Gases bis zu einer allfälligen Zündquelle so sicherzustellen, dass keine Zündung erfolgt.

Propangastanks kommen in Grössen von rund 1 m^3 (mobile bzw. halbstationäre Tanks) bis 100 m^3 vor. Oberirdische stationäre Propangastanks müssen mit einer Berieselungsanlage zur Behälterkühlung oder einer Brandschutzverkleidung mit Feuerwiderstand EI90 (nbb) ausgerüstet sein. Der Füllstand des Behälters ist immer von aussen ablesbar.

© by FKS: 04/2014

Tankfahrzeuge für Gase

Tankfahrzeuge (Bahn bzw. Strasse) für Gase transportieren meist Flüssiggase. Propangastanks werden mit Strassenfahrzeugen für Butan- / Propan-Flüssiggas befüllt.

Tiefkalte, verflüssigte Gase (Sauerstoff, Stickstoff, Argon) werden in typähnlichen Fahrzeugen transportiert. Bei diesen Fahrzeugen besteht die Möglichkeit, bei einem Gasaustritt, das Ventil Nummer 14 zu schliessen (siehe Punkt 5.13.7); zudem kann über den ADR- / SDR-Batterietrennschalter das Fahrzeug abgestellt werden.

Wasserstoff wird auch in komprimierter Form auf Sattelaufliegern in Flaschenbündeln transportiert (total rund 500 - 700 kg Wasserstoff pro Trailer).

Stationäre Tanks für tiefkalte Flüssiggase

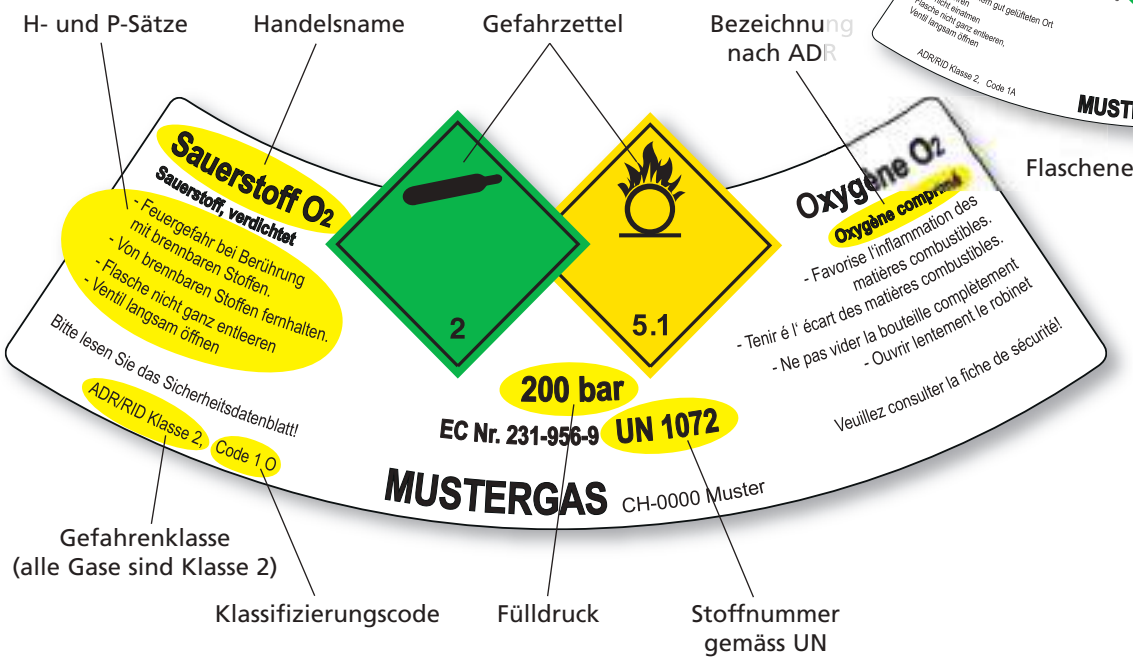
In Industrie / Gewerbe und Medizin werden primär Sauerstoff, Stickstoff oder Argon als tiefkalte, verflüssigte Gase in Tanks von 2'000 - 60'000 l verwendet.

© by FKS: 04/2014

5.13.2 | Gasflaschenkennzeichnung

Kennzeichnung auf Industriegasflaschen

- Flaschenetikette (reines Gas)



Flaschenetikette (Gasmischung)

- Klassifizierungscode

Jedes Industriegas ist mit einem Klassifizierungscode versehen.
Der Code besteht aus einer **Zahl** und mind. einem **Buchstaben:**

verdichtetes Gas	**1**	erstickend	**A**
verflüssigtes Gas	**2**	entzündbar	**F**
tiefgekühltes, verflüssigtes Gas	**3**	oxidierend	**O**
gelöstes Gas	**4**	giftig	**T**
		ätzend	**C**

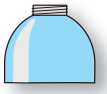
- Mögliche Gefahrzettel auf einer Gasflasche (Symbole nach ADR / SDR)

Gefahrzettel	Eigenschaft	Gefahrzettel	Eigenschaft
	Komprimiertes Gas, ungiftig, nicht brennbar		Brennbares Gas
	Ätzender Stoff		Giftiges Gas
	Oxidierend, brandfördernd		

© by FKS: 04/2014

Farbkennzeichnung von Industriegasflaschen

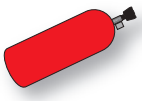
- Die Farbgebung der Schulter von Gasflaschen erfolgt gemäss der Norm EN 1089-3

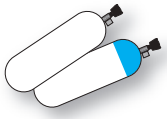
zinkgelb RAL 1018	■ Giftige und/oder korrosive Gase (korrosiv bezieht sich in diesem Zusammenhang auf Verletzungen menschlichen Gewebes)	■ Ammoniak, Chlor, Arsin, Fluor, Kohlenmonoxid, Stickoxid, Schwefeloxid
feuerrot RAL 3000	■ Brennbare Gase und brennbare Gasgemische	■ Wasserstoff, Methan, Ethylen, Formiergas, (Stickstoff- / Wasserstoffgemische)
 **lichtblau RAL 5012**	■ Oxidierende Gase oder neutrale Gasgemische mit mehr als 21 % Sauerstoff	■ Sauerstoffgemische, Lachgasgemische
gelbgrün RAL 6018	■ Inerte / neutrale Gase oder Gasgemische mit weniger als 21 % Sauerstoff	■ Krypton, Xenon, Neon, Schweissschutzgasgemische, Druckluft technisch

- Explizite Farbkennzeichnung von Gasflaschen

Schulterfarbe	Gasart
oxydrot RAL 3009	■ Acetylen (C_2H_2)
reinweiss RAL 9010	■ Sauerstoff (O_2)
enzianblau RAL 5010	■ Distickstoffoxid (Lachgas) (N_2O)
smaragdgrün RAL 6001	■ Argon (Ar)

Schulterfarbe	Gasart
tiefschwarz RAL 9005	■ Stickstoff (N_2)
staubgrau RAL 7037	■ Kohlendioxid (CO_2)
olivbraun RAL 8008	■ Helium (He)
reinweiss mit tiefschwarzem Segment RAL 9010 / 9005	■ Atemluft / Druckluft

Flaschenfarbe	
 **rot**	■ Wasserstoff (H_2)

Flaschenfarbe	
 **weiss blau / weiss**	■ Medizinische Gase (O_2, N_2O)

© by FKS: 04/2014

5.13.3 | Gefahrenarten von Gasen

Von Gasen gehen verschiedene physikalische Gefahren aus:

- **Dichte**
  Gasansammlung oben (Gas leichter als Luft: relative Dichte < 1,0) oder Gasansammlung unten (Gas schwerer als Luft: relative Dichte > 1,0); dadurch Erstickungs-, Brand- und/oder Explosionsgefahr (je nach Gas)

- **Temperatur**
  Kontakt von Haut oder Material mit kaltem oder tiefkaltem Gas (Gefahr von Erfrierungen, Frostbrand und Materialschäden)

- **Druck**
  Erhöhung des Gasdrucks durch Wärmeeinfluss; bei Überschreiten eines Maximaldrucks, Bersten des Gasbehälters, unter schlagartiger Freisetzung der gespeicherten Energie

Gefahren beim Bersten eines Gasbehälters:
- Herumfliegende Teile und Splitter:
  - schwere Verletzungen, Zerstörungen (primär Fenster, Leichtbauteile)
- Knall:
  - bleibende Gehörschäden
- Unkontrollierte Bewegung einer Gasflasche (Wirbel, Rakete):
  - grosse mechanische Gefahr (schwere Verletzungen, Zerstörung von Strukturen)
- Die Druckwelle ist für den Menschen teilweise gefährlicher als z.B. die reine Strahlungswärme bei Explosionen

Sobald ein Gas freigesetzt wurde, wirken, neben den physikalischen Eigenschaften, primär dessen chemischen Eigenschaften.

Giftige Gase (T)

Hauptgefahr

Gesundheitsschäden (evtl. bleibend), Veränderung, Verminderung oder Ausfall von Körperfunktionen; Veränderung der genetischen Eigenschaften

Spezifische Eigenschaften und Beispiele

Bei giftigen Gasen handelt es sich um Gase, die bereits in Konzentrationen ab wenigen ppm gesundheitsschädliche oder tödliche Wirkungen entfalten können. Siehe Datenblätter / Literatur sowie Punkt 5.10.6.

Die Beurteilung der Ausbreitung von giftigen Gasen spielt eine grosse Rolle für die Anordnung von Schutzmassnahmen für Einsatzkräfte und Bevölkerung. Mit Hilfsmitteln wie MET und anderen Modellen können Ausbreitungen abgeschätzt werden (siehe Punkt 6.5).

Viele giftige Gase können messtechnisch relativ gut erfasst werden (siehe Punkt 5.10).

Beispiele

Ammoniak, Chlor, Chlorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Phosphin, Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid

Flaschengewinde für giftige Industriegase

1", (giftig unbrennbar)	1", links, (giftig brennbar)
W 21,8 x 1/14", Ammoniak	W 21,8 x 1/14", links, Phosphin
5/8", Schwefeldioxid (SO_2)	

© by FKS: 04/2014

Erstickende Gase (A)

Hauptgefahr

Verdrängung der Atemluft; Ersticken durch Sauerstoffmangel; Einschlafen, Tod

Spezifische Eigenschaften

Diese Gase sind ungiftig oder beeinträchtigen erst in höheren Konzentrationen (mehrere Volumenprozent) die Gesundheit.

Durch die Verdrängung von Luft-Sauerstoff kann es bei einer Atmosphäre mit vermindertem Sauerstoffgehalt zu folgenden gesundheitlichen Auswirkungen kommen:

O_2 (Vol.-%)	Symptome und Effekte
21	Normaler Sauerstoffgehalt in Luft
18 - 21	Keine Effekte bei einzelnen Personen wahrnehmbar
11 - 18	Abnahme der körperlichen und intellektuellen Leistung (Schwindel, Sprechschwierigkeit, Kopfschmerzen, Verwirrung); Betroffene sind sich des verminderten O_2-Gehaltes nicht bewusst
8 - 11	Innerhalb Minuten, mögliche Bewusstlosigkeit ohne Vorwarnung; Todesgefahr
6 - 8	Innerhalb kürzester Zeit, Bewusstlosigkeit; Wiederbelebung möglich, falls sofort durchgeführt
0 - 6	Sofortige Bewusstlosigkeit bereits ab 2 Atemzügen; Hirnschäden, auch im Falle einer sofortigen Rettung

Beispiele

Argon (Ar)
Helium (He)
Kohlendioxid (CO_2)
Schwefelhexafluorid (SF_6)

- Bei Sauerstoffkonzentrationen von weniger als 17 Vol.-% tritt eine progressive Erstickung ein. Die Symptome gleichen anfänglich einem normalen Unwohlsein; die Gefahr wird vom Opfer oft gar nicht erkannt. Ein Bewusstseinsverlust kann völlig überraschend eintreten.

Flaschengewinde für erstickende Gase

W 21,8 x 1/14" (Ar, He, CO_2) W 24,32 x 1/14" (N_2)

Gas	Zusätzliche Gefahr
Kohlendioxid (CO_2)	Atemnot, Kreislaufstörungen, auch in Atmosphäre mit ausreichend Sauerstoff! (Kohlendioxidkonzentration ab 2 Vol.-%: Kopfschmerzen; ab 5 Vol.-%: Atemnot; ab 7 Vol.-%: Bewusstlosigkeit; ab 10 % rasche Bewusstlosigkeit, Tod)
Schwefelhexafluorid (SF_6)	Zersetzung bei hoher Temperaturen, es entstehen toxische Verbindungen (Flusssäure / HF)

- Obwohl diese Klasse von Gasen als ungiftig gilt, sind sie nicht ungefährlich (Verdrängung von Sauerstoff, narkotisierende Wirkung, Bewusstlosigkeit, Tod)
- Eine reine Verdrängung von Sauerstoff (O_2) aus der Luft bzw. das Vorliegen einer sauerstoffreduzierten Atmosphäre ist mit einem Ex- / Ox-Gasmessgerät leicht messbar

- Jedes Gas kann den Sauerstoffgehalt der Luft verringern!
- Eine gefährliche Kohlendioxidkonzentration kann über die Messung von Sauerstoff nicht zuverlässig detektiert werden. Ein CO_2-Gehalt von 10 % in der Luft (rasch tödlich) führt lediglich zu einer Reduktion des Sauerstoffgehalts von 21 % auf 19 % (Luft besteht nur zu einem Fünftel aus Sauerstoff).
  Erst 20 Vol.-% CO_2 führen zu Reduktion des O_2-Gehalts auf 17 % (typischer O_2-Alarmwert bei mobilen Gasmessgeräten).

© by FKS: 04/2014

Brennbare Gase (F)

Hauptgefahr

Brand- und Explosionsgefahr

Spezifische Eigenschaften

Diese Gase können brennbare Gemische mit Luft bilden. Entscheidend für die Zündfähigkeit ist, ob das Gemisch zwischen der unteren (UEG) und oberen (OEG) Explosionsgrenze („Zündbereich") liegt. Wann ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch auch durch mechanische Reibung oder statische Elektrizität zum Zünden gebracht werden kann, wird zudem von der Mindestzündenergie bestimmt.

Die Zündtemperatur gibt die tiefste Temperatur an, bei der sich ein Gas-Luft-Gemisch spontan selbst entzündet (Vorsicht vor heissen Teilen!). Anhand der Dichte kann abgelesen werden, ob ein Gas leichter oder schwerer ist als Luft. Bis auf Erdgas / Methan, Wasserstoff und Acetylen sind sämtliche brennbaren Gase schwerer als Luft (Sonderfall Ammoniak, siehe Hinweis).

Beispiele

Gas	Formel	UEG (Vol.-%)	OEG (Vol.-%)	Zündtemperatur (°C)	Relative Dichte (Luft 1,0)
Acetylen	C_2H_2	2,3	78	305	0,9
Ammoniak	NH_3	(15)	(34)	(630)	0,6
Arsenwasserstoff	AsH_3	3,9	78	285	2,7
Butan	C_4H_{10}	1,4	9,3	365	2,0
Erdgas (ca. 80 % - 99 % CH_4 Rest: Stickstoff, Ethan / Propan)	CH_4	4	17	575 - 670	0,6 - 0,8
Ethylenoxid (EtO)	C_2H_4O	2,6	100	430	1,5
Kohlenmonoxid	CO	10,9	76	605	0,97
Methan	CH_4	4,4	16,5	580	0,55
Phosphin	PH_3	1,6	98	selbstentzündlich	1,2
Propan	C_3H_8	1,7	10,9	470	1,55
Silan	SiH_4	1,4	96	selbstentzündlich	1,1
Schwefelwasserstoff	H_2S	4,3	46	260	1,2
Wasserstoff	H_2	4	77	560	0,07

Verschiedene der aufgeführten Gase sind gleichzeitig auch giftig, ätzend, brandfördernd!

Flaschengewinde für brennbare Industriegase

W 21,8 x 1/14", links (brennbar, ungiftig; Normalfall)
1", links (brennbar, giftig; Normalfall)
W 21,8 x 1/14" (Ammoniak)
R 3/4", innen (Acetylen)

- Ammoniak (NH_3) kann an Luft brennbare bzw. explosionsfähige Gemische bilden, gilt jedoch, gemäss Gefahrgutrecht, nicht als brennbares Gas (kein entsprechendes Gefahrensymbol!). In der Praxis ist eine Zündung von Ammoniak-Luft-Gemischen auch innerhalb des angegebenen UEG- / OEG-Zündbereichs extrem unwahrscheinlich.

- Die minimale Zündenergie für die Entzündung von Wasserstoff- oder Acetylen-Luft-Gemischen ist sehr gering (bei Wasserstoff ist bereits eine spontane Zündung durch Ausströmen unter Druck möglich).
- Eine Wasserstoff-Flamme ist von Auge praktisch unsichtbar (sehr grosse Gefahr von schwersten Verletzungen!). Bei Verdacht, mit Wärmebildkamera oder mit Holzlatte, die bei Flammenkontakt verkohlt, überprüfen.

© by FKS: 04/2014

Oxidierende bzw. brandfördernde Gase (O)

Hauptgefahr

Diese Gase fördern und intensivieren Brände und chemische Reaktionen.

Spezifische Eigenschaften

Die meisten Materialien verbrennen heftig mit oxidierenden Gasen, in Sauerstoff ist sogar eine explosionsartige Verbrennung möglich. Mit Reduktionsmitteln ist eine heftige Reaktion möglich.

Ab einer Sauerstoffkonzentration von 23 % (in Luft) erhöht sich das Brandrisiko, bei Anwesenheit einer offenen Flamme:

Sauerstoffkonzentration	25 %	30 %	35 %	40 %
Wahrscheinlichkeit Kleiderbrand (in %)	5	75	90	100
Kleiderbrand mit schweren oder tödlichen Folgen (Wahrscheinlichkeit in %)	1	2	44	98

Nur bestimmte Materialien eignen sich für die Verwendung mit Sauerstoff.

Öl, Fett oder damit verunreinigte Materialien (auch ölhaltige Asphaltbeläge!) stellen bei Anwesenheit von Sauerstoff eine besondere Gefahr dar. Es kann zu einer spontanen Entzündung kommen, die explosionsartig verlaufen kann.

Nach Aufenthalt in einer sauerstoffangereicherten Atmosphäre sind Kleider mind. 15 Min. im Freien zu lüften. Erst danach ist der gefahrlose Umgang mit einer Flamme oder die Annäherung an eine Zündquelle möglich.

Beispiele

Sauerstoff (O_2)
Distickstoffmonoxid („Lachgas"; N_2O)

Flaschengewinde für oxidierende Gase

R 3/4" (O_2) R 3/8" (N_2O)

- Ohne Messung des Sauerstoffgehalts ist eine entsprechende Gefahr mit den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrnehmbar (farb-, geruch- und geschmacklos)

Ätzende Gase (C)

Hauptgefahr

Schädigung der Haut, Augen und Atemwege, Schleimhäute

Teilweise heftige chemische Reaktionen mit anderen Stoffen und Chemikalien

Zerstörung von Materialien (besonders unedle Metalle)

Spezifische Eigenschaften

Ätzende Gase sind sauer (Salzsäuregas / Chlorwasserstoff, Salzsäure) oder basisch (Ammoniak).

Je nach Wasserlöslichkeit ist ein Niederschlagen mit Wasser oder Neutralisieren möglich (siehe Einsatzmassnahmen, 5.13.10).

Ätzende Stoffe können mit brennbaren und brandfördernden Stoffen heftig reagieren. Treffen saure und basische Gase aufeinander, sind ebenfalls Reaktionen möglich. Bei Kontakt mit Wasser entstehen Säuren oder Laugen. Es ist eine Nebelbildung an Luftfeuchtigkeit möglich.

Flaschengewinde für ätzende Industriegase

1" (ätzend, unbrennbar; Normalfall)

W 21,8 x 1/14", Ammoniak

W 21,8 x 1/14", links, Phosphin

- Chlorwasserstoff- / Salzsäuregas (HCl) und Bromwasserstoff reagieren mit den meisten Metallen in Anwesenheit von Feuchtigkeit, wobei hoch entzündlicher Wasserstoff entstehen kann (Brand- und Explosionsgefahr)

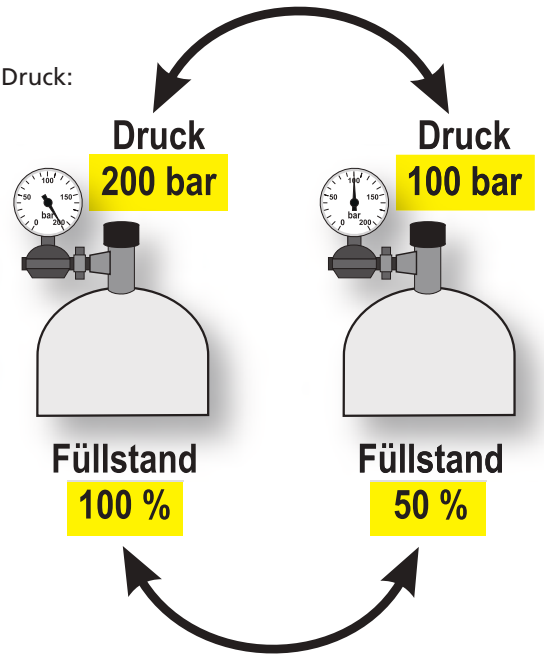
© by FKS: 04/2014

5.13.4 | Komprimierte Gase

Komprimierte Gase sind im Feuerwehralltag in Form von komprimierter Luft (Atemschutzflaschen, 300 bar) bekannt. In Industrie und Gewerbe kommen grundsätzlich Stahlflaschen mit einem Druck von 200 bar zum Einsatz.

Eigenschaften

- Der Inhalt einer Flasche mit komprimierten Gasen ist proportional zum Druck:
  Inhalt (Gasmenge in l) = Druck (in bar) x Flaschenvolumen (in l)
  200 bar x 10 l = 2,0 m^3
- Bei Entleerung kann der Füllstand über den Druckrückgang am Manometer festgestellt werden
- Der Prüfdruck einer Flasche beträgt 1,5 x Fülldruck
- Berstdruck einer 200-bar-Flasche (ohne thermische Belastung): 500 - 550 bar
- Typische Industriegasflaschen haben ein Flaschenvolumen von 50 l (ca. 1,5 m Höhe) bzw. rund 20 - 30 l (ca. 1,0 - 1,2 m Höhe)



- Flaschen mit komprimierten Gasen sind, aufgrund des hohen Fülldrucks, eine grosse mechanische Gefahr beim Umfallen, Abschlagen des Ventils oder bei schlagartiger, unkontrollierter Entleerung einer ungesicherten Flasche („Torpedo": durchschlägt bis zu 15 cm Mauerwerk)

Verhalten im Brandfall

- Der Flaschendruck steigt linear mit der Temperatur an (Berstdruck theoretisch bei ca. 450 °C erreicht)
- Stabilität der Flasche nimmt mit steigender Temperatur ab; der effektive Berstdruck im Feuer wird typischerweise bei 300 - 350 °C Flaschentemperatur erreicht
- Vor dem Bersten, evtl. Gasaustritt durch verbrannte Dichtungen (gefahrloses Abblasen anstelle Zerknall möglich)
- Der Zerknall einer komprimierten Gasflasche (50 l, 200 bar), gefüllt mit nicht brennbarem Gas, entspricht ca. 0,5 kg TNT; beim Zerknall einer komprimierten Gasflasche mit brennbaren Gasen liegt die Energie deutlich höher; es ist mit einem grossen Feuerball zu rechnen
- Die Temperatur ist, aufgrund der Wärmeleitung, gleichmässig über die gesamte Flasche verteilt
  Nachteil: Eine Ermittlung des Füllstandes mittels Wärmebildkamera ist nicht möglich
  Vorteil: Bereits einseitiges Kühlen mit Wassersprühstrahl senkt die Temperatur des gesamten Flascheninhaltes wirkungsvoll

Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt oder Brand

- Bei Gasaustritt ist das Flaschenventil zu schliessen; bei brennbaren Gasen unter Einsatz eines Wassersprühstrahls (eigene Sicherheit)
- Komprimierte Gasflaschen sind mittels Kühlen auf eine Temperatur von unter 300 °C zu halten
- Bei Flaschentemperaturen von unter 300 °C ist eine gefahrlose Bergung möglich

Gase / Beispiele

- Brennbar: Wasserstoff, Methan
- Nicht brennbar: Stickstoff, Helium, Argon
- Brandfördernd: Sauerstoff
- Giftig und brennbar: Kohlenmonoxid

- Flaschen gegen Umfallen / Umstürzen sichern
- Transport nur mit aufgesetzter Schutzkappe

© by FKS: 04/2014

5.13.5 | Unter Druck verflüssigte Gase

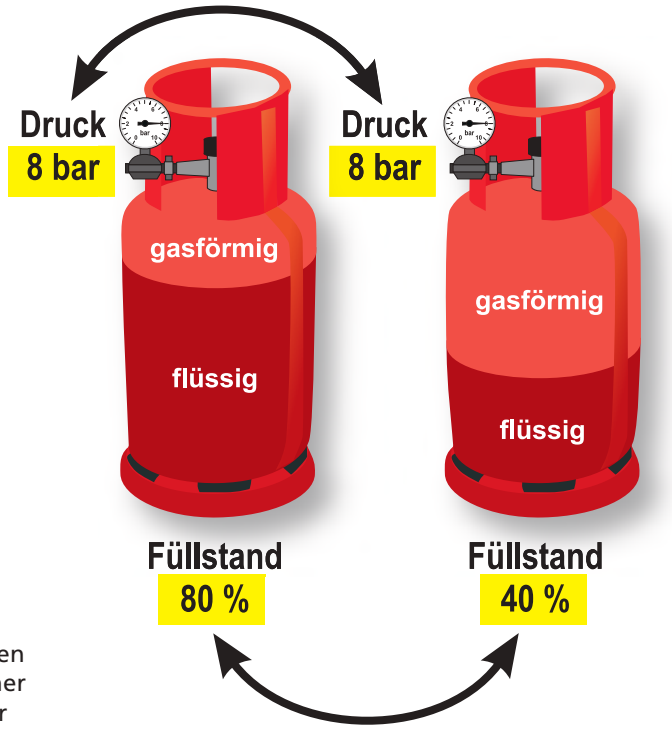
Unter Druck verflüssigte Gase (auch „Flüssiggase" oder „druckverflüssigte Gase" genannt) sind in Haushalt, Hobby, Gewerbe und Industrie weitverbreitet.

Neben den typischen Gasflaschen und Tanks für brennbare Flüssiggase (Butan, Propan) existieren auch giftige Flüssiggase, wie Ammoniak und Chlor, die primär in der metallverarbeitenden und chemischen Industrie sowie zu technischen Zwecken (als Kühl- und Desinfektionsmittel) eingesetzt werden.

Eigenschaften

- Flüssiggasbehälter sind immer mit Flüssigkeit (Flüssigphase) und Gas (Gasphase) gefüllt
- Solange die Flüssigphase vorhanden ist, bleibt der Druck bis zur vollständigen Entleerung bzw. Verdampfung, unabhängig vom Füllstand, konstant; der Druck ist ausschliesslich von der Umgebungstemperatur abhängig
- Eine Bestimmung des Füllstands ist möglich:
  - über eine Tankanzeige (stationäre Tanks)
  - mittels Wärmebildkamera (Flüssigphase kühler als Gasphase)
  - mittels Gewicht (Wägeverlust bei Gasentnahme)
  - bei Erwärmung; mittels Besprühen mit Wasser (schnelleres Trocknen der Oberfläche dort, wo Gasphase im Behälter vorhanden ist)
- Betriebs- und Prüfdruck der Flasche sind abhängig von Gasart, Behälterart, Typ und Anwendung; für die meisten Flüssiggase liegt der Flaschendruck zwischen 2 und 50 bar

  Beispiel: Propangasflaschen (ca. 10,5 kg) haben einen Betriebsdruck von 8 bar, der Prüfdruck einer Propangas-Stahlflasche beträgt 30 bar, der garantierte Berstdruck 60 bar



- Flüssiggase besitzen eine grosse Expansionsfähigkeit

  Beispiel: 1 l Propan flüssig entspricht 260 l Propan gasförmig
- Für die Verdampfung von Flüssiggas wird Wärme aus der Umgebung benötigt; Eisbildung auf Oberflächen und Frostbrand bei Verdampfung auf ungeschützter Haut sind möglich
- Sämtliche Flüssiggase sind immer schwerer als Luft (Ansammlung in Schächten, Kanälen, Kellern möglich); Ausnahme Ammoniak: leichter als Luft bei hoher Temperatur und schwerer als Luft bei niedriger Temperatur

Verhalten im Brandfall

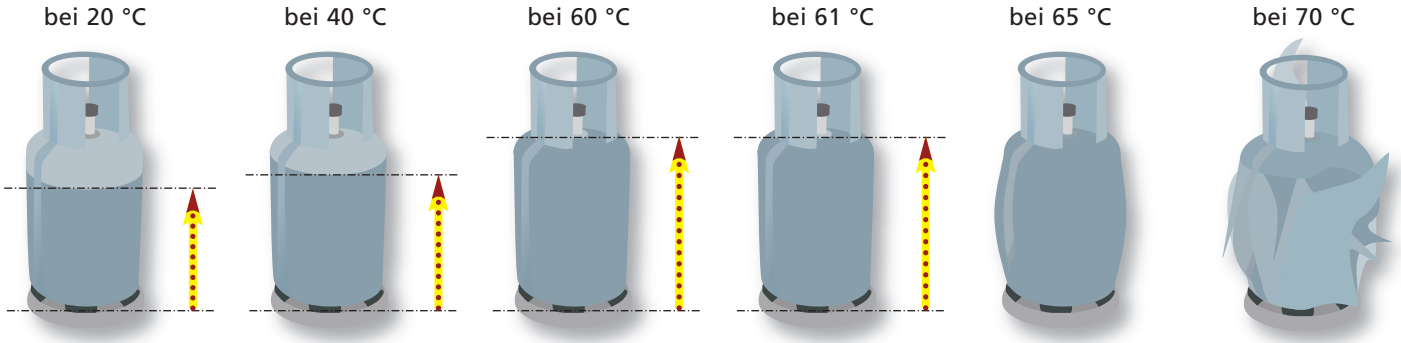
- Flüssiggasbehälter werden nie komplett befüllt (typischer max. Füllstand: 80 %). Bei Temperaturanstieg dehnt sich Flüssigkeit so lange aus, bis der Behälter komplett mit Flüssigkeit ausgefüllt ist (abhängig vom Füllstand; bei einer 10,5-kg-Stahl-Propangasflasche bei ca. 60 - 100 °C erreicht)
- Anschliessend erfolgt ein sogenannter „hydraulischer Druckanstieg", der 8 - 10 bar pro 1 °C Temperaturanstieg beträgt

- Sehr gefährlich sind punktförmige Beflammungen, oberhalb des Flüssigkeitsspiegels eines druckverflüssigten Gases. Hierbei kommt es besonders schnell zum Festigkeitsverlust des Druckbehältermaterials, da Bereiche des Behälters erwärmt werden, die im Innern nicht von der Flüssigphase benetzt und damit gekühlt werden.

© by FKS: 04/2014

Druck- und Volumenänderung bei Erwärmung von Propangasflaschen aus Stahl

gasförmig
flüssig



= 8,10 bar | = 13,18 bar | = 20,26 bar (Flasche voll Flüssigkeit) | = 30 bar (Prüfdruck erreicht) | = 70 bar (Berstdruck erreicht) | = 120 bar (Flasche platzt vorher)

- Bei brennbaren Gasen kann es zu einem BLEVE kommen, wobei ein unter Druck verflüssigtes, brennbares Gas (z.B. Propan) beim Bersten eines mit starker Wärme befeuerten Behälters extrem schnell verdampft (explosionsfähige Wolke)

Gasexplosion

- Der garantierte Berstdruck einer handelsüblichen Stahl-Propangasflasche beträgt 60 bar; bei spätestens 75 - 80 bar bersten Propangasflaschen in jedem Fall
- Für eine volle Propangasflasche wird der Berstdruck somit bei einer Gastemperatur oberhalb von 65 °C erreicht!
- Kohlendioxid-(CO_2-)Flaschen haben einen Prüfdruck von 190 bar; oberhalb von 400 bar ist der Berstdruck der Flasche erreicht; bei einer vollen Flasche entspricht dies einer Temperatur von ca. 100 °C

- Die Explosion von 10,5 kg Propan in einem BLEVE entspricht ca. 5 - 20 kg TNT und führt zu einem Feuerball mit bis zu 12 m Durchmesser

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

B oiling	kochend
L iquid	flüssig / Flüssigkeit
E xpanding	sich ausbreitend / ausdehnend
V apour	dampf- bzw. gasförmig
E xplosion	Explosion

© by FKS: 04/2014

Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt oder Brand

- Bei Gasaustritt ist das Behälterventil zu schliessen; bei brennbaren Gasen, unter Einsatz eines Wassersprühstrahls
- Aus beschädigten, umgestürzten Flüssiggasbehältern kann Flüssigphase austreten; durch das Aufstellen kann der Austritt des Gasvolumens bereits reduziert werden (sofern das Leck dann in der Gasphase der Flasche liegt)
- Flüssiggasbehälter müssen bei Brandeinwirkung prioritär vor Erwärmung geschützt werden (Kühlen mit Sprühstrahl und grosser Wassermenge oder allenfalls Entfernen aus dem Gefahrenbereich, unter fortlaufender Kühlung)

- Flamme nicht versehentlich durch Sprühstrahl löschen!
- Tipp: Wenn Flamme dennoch ausgelöscht wird, Hohlstrahlrohr auf grösste Wassermenge einstellen (Luftzufuhr bzw. Luftzug zur Verdünnung brennbarer Gase) und Ventil schliessen

Gase / Beispiele

- Brennbar: Propan, Butan
- Nicht brennbar: Kohlendioxid, Schwefelhexafluorid
- Giftig: Ammoniak, Chlor, Schwefeldioxid

Besonderheiten LPG

- Propan- und Butangas werden auch als „**LPG**" (**L**iquified **P**etroleum **G**ases) bezeichnet und unterstehen nicht der Farbkennzeichnung gemäss Kapitel 5.13.2; Farbgebung und Gestaltung der Flasche sind ausschliesslich abhängig von Lieferant und Produkt (Propan, Butan, Gemische; Bauart Flasche, Verwendungszweck)

Lagerung

- In einzelnen Flaschen aus Stahl oder Verbundkunststoff; typischerweise 0,4 - 33 kg pro Flasche (Standard Stahlflasche: 10,5 kg Füllinhalt; Kunststoffverbundflaschen ab 5 kg)
- In stationären Tanks (ausserhalb von Gebäuden; oberflur- oder unterirdisch erdverlegt)
- In Tankwagen und Eisenbahnkesselwagen bis 110 m³

- Flüssiggasflaschen und Eisenbahnkesselwagen verfügen über keinerlei Sicherheits- und Abblasventile!
- Propangasflaschen für den Haushalt sind nur teilweise mit Abströmsicherungen ausgerüstet (je nach Hersteller, Jahrgang, Typ); es besteht keine Vorschrift über eine solche Ausrüstung

© by FKS: 04/2014

Eigenschaften

- Als Gas und Flüssigkeit farblos
- Propan und Butan selbst sind geruchlos; der Geruch wird durch Odorierungsmittel hervorgerufen
- Ex-Bereich (UEG / OEG) von 2 - 11 Vol.-% (Propan, Butan, LPG-Gemisch)

- 1 kg Flüssiggas entspricht
  - 0,5 - 2 kg TNT-Sprengkraft (BLEVE)

  1 kg Flüssiggas entspricht
  - ca. 2 l Flüssigphase

  ca. 2 l Flüssigphase entsprechen
  - ca. 500 l Gasphase

  500 l Gasphase können
  - 30'000 l zündfähiges Gas-Luft-Gemisch ergeben

Allgemeine Einsatzmassnahmen

- 4-A-Regel beachten: Atemschutz (in Schächten, Kellern, Gruben) tragen!
- Abstand / Deckung nutzen
- Windrichtung beachten
- Flaschen- oder Anschlussventil schliessen

Bei grossen Havarien oder Unfällen mit Eisenbahn-Flüssiggas-Kesselwagen (ohne Chlor):

- Umpumppikett GVZ aufbieten (siehe Punkt 7.3)

Bei Defekten bei stationären Anlagen:

- Lieferfirma beiziehen (Gasfackel, Spezialmittel, Fachberatung)

Massnahmen bei Austritt ohne Brand

- Wasser nicht in Flüssigphase oder auf abblasende Behälter spritzen; „warmes“ Wasser erhöht die Verdampfungsgeschwindigkeit!
- Aufgabe von Mittelschaum bzw. Schwerschaum verzögert bzw. unterbindet die Verdampfung und verlängert die Zeit der Gasentwicklung (Schaum gefriert und wirkt wie ein „Deckel“)
- Kleinere Leckagen unter Verwendung von Dichtkissen, Stopfen etc. abdichten, Vereisung der Leckstelle, wenn möglich, mittels Sprühwasser und nassem, textilem Lappen
- Rohrleitungen abschiebern; gegebenenfalls Tankheizung ausschalten
- Undichte Kleinbehälter ins Freie bringen (Absperrung, Brandschutz!)
- Ex-Messungen vornehmen!

- Nach jedem Ansprechen von Sicherheitsventilen und Abblasleitungen, ist eine Fachfirma zur Kontrolle und allenfalls Instandsetzung aufzubieten

© by FKS: 04/2014

Massnahmen im Brandfall

- Propangasflaschen mit Temperaturen unter 40 °C (Wärmebildkamera) können gefahrlos ins Freie gebracht werden (Schutz vor Wärmeeinwirkung)
- Achtung: Sicherheitsventile von stationären Propangastanks reichen bei direkter, grosser Flammeneinwirkung zur Druckentlastung nicht aus! Eisenbahnkesselwagen haben gar keine Sicherheitsventile, ein BLEVE kann rasch eintreten!
- Relativ leere Behälter können bereits nach kurzzeitiger Brandeinwirkung (ca. 10 Min.) bersten; vollere Behälter benötigen, je nach Füllgrad, deutlich länger: mehr Wärme muss an die Flüssigphase abgegeben werden, da die Flüssigkeit zuerst aufgewärmt werden muss, bevor ein Druckanstieg stattfindet (Kontrolle mittels WBK möglich)
- Kleinere und grössere Behälterteile können mehrere hundert Meter weit geschleudert werden; in sehr ungünstigen Fällen (Teile, die wie eine „Rakete" vom brennenden Gas angetrieben werden) sind Flugweiten bis zu 1'000 m möglich, Deckung ausnutzen
- Verbrennungen der ungeschützten Haut durch die Strahlungswärme sind bis zu einer Entfernung von ca. 300 m möglich
- Es entstehen erhebliche Drücke, die bei Grossbehältern, auch im Umkreis von mehreren hundert Metern, Zerstörungen an Gebäuden und Fahrzeugen verursachen können
- Bei unbekannter Behältergrösse, Abstand einsatztaktisch so gross wie möglich (mind. 200 m bei Grosstanks, bei Propangastankstellen und Gasflaschen 50 m); nach Erkundung der Behältergrösse, Sicherheitsabstand (siehe untenstehende Tabelle) anpassen
- Vorhandene Berieselungsanlage bei stationären Flüssiggastanks sofort in Betrieb nehmen, sofern keine automatische Auslösung; Behälter zusätzlich mit mobilen Feuerwehrmitteln kühlen
- Kühlen und Brandbekämpfung aus Deckung heraus. Wurfweiten von Wasserwerfer und Monitor nutzen; brennendes Gas aus Abblasrohr eines Tanks oder aus Leck nicht löschen!
- Nach dem erfolgreichen Löschen und Abdichten bzw. Abschiebern, Kontrolle aller umliegenden Räume, der tiefer gelegenen Schächte, Keller, Kanäle etc. auf Ex-Gefahr
- Es besteht die Gefahr, dass Sicherheitsventile, nach dem Ansprechen und anschliessender Abkühlung, nicht mehr dicht schliessen! Abdichten / schliessen durch Lieferanten, Ex-Gefahr überwachen
- Gasbrände nie löschen; bei Kleinbehältern ist ein gefahrloses Abbrennen von Bränden im Ventilbereich möglich, wenn das Ventil aufgrund Beschädigung nicht geschlossen werden kann
- Kühl- und Löschwasser von brennbarem Flüssiggas ist nicht kontaminiert, sofern keine weiteren Objekte und Stoffe verbrannt sind

Sicherheitsabstände und Radien bei LPG

Art des Behälters	Behälter-volumen [m³]	Grösste Lagermasse [kg] **	Feuerball-radius [m]	Radius Gefahrenzone [m]	Radius Sperrzone Trümmerwurf; 90 %, [m]	Kleine Trümmer und „Raketen", [m] (Extremfall)
Einzelne Propangasflaschen	< 0,100 (100 l)	40	10	25	70	300
Privater Versorgungs-tank / Kompaktanlage	1 - 5	400 - 2'000	20 - 35	40 - 70	150 - 250	675 - 1'150
Kleiner Industrietank	8	3'200	40	90	300	1'050
Tank-LKW (klein) 5 t Ladegewicht	6 - 11	2'400 - 4'400	35 - 45	70 - 100	260 - 320	1'020 - 1'080
Mittlerer Industrietank	30	12'000	65	180	450	1'200
LKW mit Grosstank / Sattelzug	20 - 36	8'000 - 14'400	55 - 80	140 - 190	400 - 475	1'150 - 1'200
Eisenbahnkesselwagen Grosser Industrietank	62 - 120	25'000 - 44'000	80 - 100	250 - 1'350	570 - 710	1'300 - 1'370

** bei 80 % Maximalfüllstand

© by FKS: 04/2014

ROT = Gefahrenzone

Wirkung / Gefahren

- Aufenthalt ohne Brandschutzausrüstung führt mind. zu Verbrennung 2. Grades oder höher (Zutritt nur mit Brandschutzausrüstung, Körperteile bedeckt)!
- Gefahr von Trümmerwurf
- Feuerball innerhalb Gefahrenzone (Gefahrenzone ist jedoch 2- bis 3-mal grösser als der Feuerball)

Massnahmen (Personengefährdung)

- Innerhalb Gefahrenzone: Aufenthalt nur für geschützte Einsatzkräfte, mit einem spezifischen Auftrag; insbesondere zum in Stellung bringen von Wasserwerfern und Monitoren oder zum Kühlen aus der Deckung, ist eine Unterschreitung, unter Beachtung der eigenen Sicherheit, möglich (Deckung / Abschirmung nutzen)
- Personen im Freien in Sicherheit bringen (in Deckung oder in massives Haus (dem Ereignis abgewandte Seite, nicht in Keller); nach Möglichkeit ausserhalb Gefahrenzone)
- Personen im Haus belassen und informieren; nur falls sicher möglich: verzögerte Evakuation (mind. innerhalb des Feuerballradius)

GELB = Sperrzone (äussere Absperrung)

Wirkung in Sperrzone (zwischen Gefahrenzone und äusserer Absperrung):

- Max. Verbrennung 1. Grades („Sonnenbrand") ohne Schutzkleidung möglich
- Gefahr durch Trümmerwurf möglich (90 % aller Trümmer bleiben innerhalb des definierten Randes der Sperrzone)

Massnahmen

- Schadenplatzorganisation unter Ausnutzung Deckung (Trümmerwurf bis zur äusseren Absperrung möglich, siehe vorstehende Tabelle)
- Personen im Haus belassen
- Personen im Freien in Sicherheit bringen (in Deckung oder in massives Haus)

Ausserhalb der äusseren Absperrung

- Aufenthalt im Haus bzw. im Freien möglich; keine Gefahr durch Explosion und Hitzestrahlung; Schutz vor 90 % der Trümmer; einzelne kleine Trümmerteile sowie „Raketen" können jedoch deutlich weiter fliegen (Deckung / Häuser)

Wichtige einsatztaktische Hinweise

- 1. Priorität haben in jedem Fall: unverzügliche Kühlmassnahmen eines Flüssiggasbehälters, der einer Hitzeeinwirkung ausgesetzt ist
- Je voller und je grösser ein Flüssiggasbehälter ist, desto grösser ist zwar das max. Schadenausmass, wenn keine Massnahmen ergriffen werden, gleichzeitig ist jedoch die zur Verfügung stehende Zeit bis zu einem BLEVE entsprechend wesentlich länger

© by FKS: 04/2014

5.13.6 | Unter Druck gelöste Gase (Acetylen)

Acetylen stellt eine Besonderheit unter den Gasen dar. Es handelt sich dabei um ein Gas, das unter Druck in einer brennbaren Flüssigkeit (Lösungsmittel: Aceton, DMF = Dimethylformamid) gelöst vorliegt.

Eigenschaften

- Acetylen ist eine sehr instabile und hochbrennbare Verbindung, die unter erhöhtem Druck (> 1,5 bar), Schlag (Fallenlassen) oder bei erhöhter Temperatur zur Selbstzersetzung neigt: Lagerung in speziellen Gasflaschen, die komplett mit poröser Masse gefüllt sind
- Der Inhalt einer Acetylenflasche ist proportional zum Druck: Inhalt (Gasmenge in l) = Druck (in bar) x Flaschenvolumen (in l)
- Der Druck einer vollen Acetylenflasche beträgt, abhängig von der Umgebungstemperatur, rund 20 bar
- Der Prüfdruck einer Acetylenflasche beträgt 60 bar
- Typische Acetylenflaschen haben ein Flaschenvolumen von 50 l (ca. 1,5 m Höhe)
- Bei Entleerung kann der Füllstand über den Druckrückgang am Manometer festgestellt werden
- Eine Ermittlung des Füllstandes mittels Wärmebildkamera ist nicht möglich
- Acetylenflaschen sind immer, auch nach vollständiger Entleerung, mit dem brennbaren Lösungsmittel gefüllt (Berstgefahr im Brandfall)
- Acetylenflaschen sind relativ schwer und nehmen auch bei Entleerung nur wenig an Gewicht ab
- Acetylen kann in fast jeder Konzentration mit Luft oder Sauerstoff explodieren (UEG / OEG in Luft: 1,5 - 83 Vol.-%; in reinem Sauerstoff: 1,7 - 93 Vol.-%)

Verhalten im Brandfall

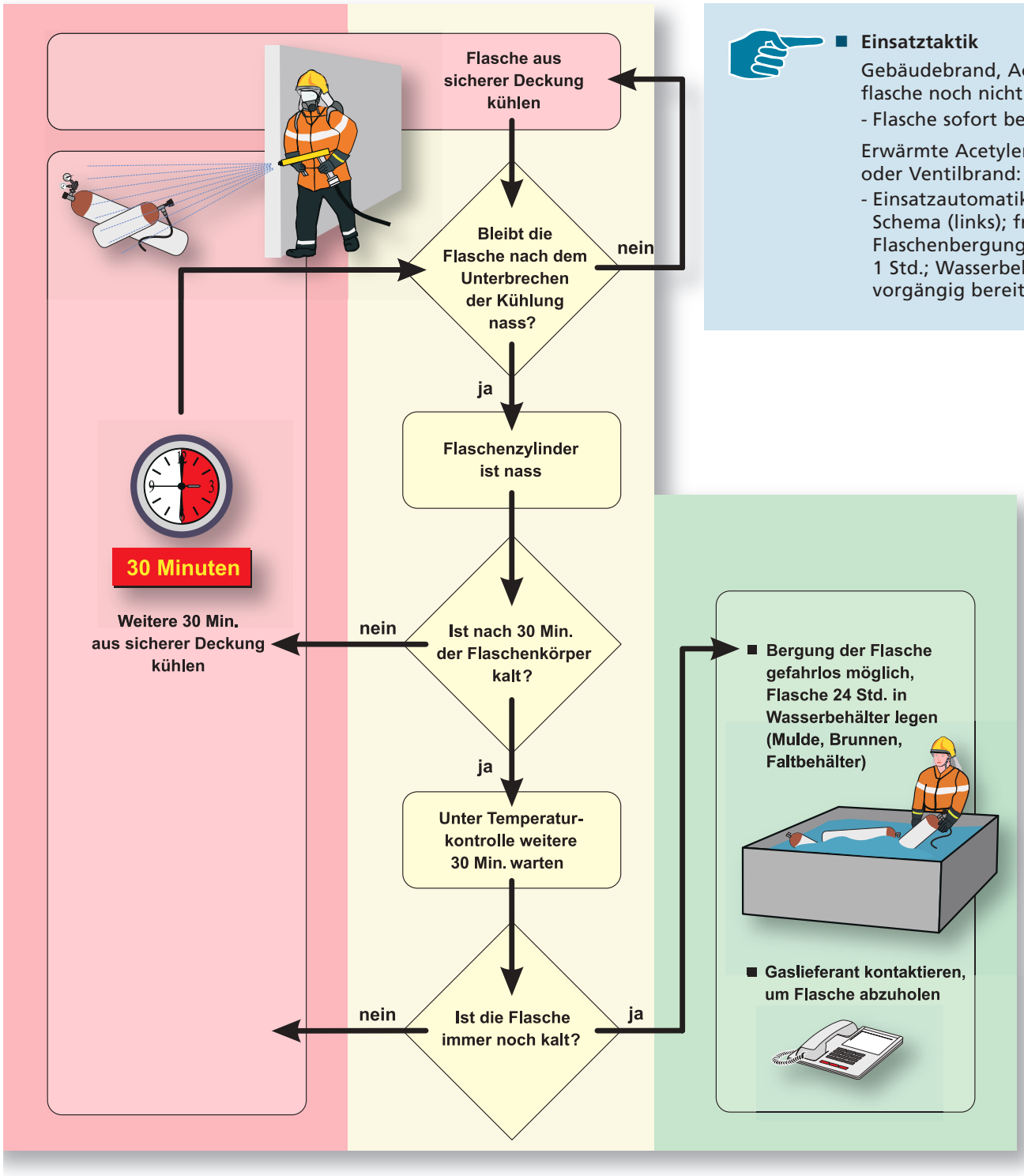
- Acetylenflaschen können im Brandfall einerseits durch die Ausdehnung des Lösungsmittels (hydraulischer Druckanstieg) sowie durch die Zersetzung des Acetylens (oberhalb 300 °C) bersten
- Beim Bersten einer Acetylenflasche ist mit einem Feuerball von ca. 30 - 50 m Durchmesser zu rechnen
- Bereits der Brand am Ausgang des Ventils kann zu einer inneren Zersetzung der Flasche führen; auch nach Schliessen des Ventils ist, ohne Kühlung, bis zu 24 Std. nach dem Brand, eine explosive Zersetzung möglich (Zersetzung setzt sich nach Wärmeeinwirkung innerhalb der Flasche fort)

© by FKS: 04/2014

Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt oder Brand

- Bei Brand- und Hitzeeinwirkung auf Acetylenflaschen, ist die dargestellte Einsatzautomatik in jedem Fall strikt einzuhalten
- Acetylenflaschen bei einem Gebäudebrand: Flaschen sofort lokalisieren und Aussentemperatur der Flasche kontrollieren; sofern die Aussentemperatur der Flasche noch unter 90 °C liegt, die Flasche umgehend aus der Gefahrenzone bergen oder vor Hitzeeinwirkung schützen und nach Schema weiterbehandeln
- Bei Gasaustritt ist das Flaschenventil zu schliessen, bei Brand am Flaschenventil, unter Verwendung des Wassersprühstrahls; auch eine Flasche, die lediglich einem Brand am Ventil ausgesetzt war, ist zwingend nach Schema weiterzubehandeln

Einsatzautomatik Acetylenflaschen (Brandfall)



Einsatztaktik

Gebäudebrand, Acetylenflasche noch nicht erwärmt:
- Flasche sofort bergen

Erwärmte Acetylenflasche oder Ventilbrand:
- Einsatzautomatik gemäss Schema (links); früheste Flaschenbergung nach 1 Std.; Wasserbehälter vorgängig bereitstellen

© by FKS: 04/2014

5.13.7 | Tiefkalte Gase

Grosse Mengen von tiefkalten Flüssiggasen werden in der Lebensmittelindustrie und in Spitälern sowie in der chemischen Industrie verwendet. Tiefkalte Flüssiggase werden entweder für Grossverbraucher zum platzsparenden Transport und für die Lagerung oder als Kältemittel verwendet.

Beispiele und physikalische Eigenschaften einiger tiefkalter Gase

	Sauerstoff	Stickstoff	Argon	Wasserstoff	Helium
Chemisches Symbol	O_2	N_2	Ar	H_2	He
Siedetemperatur bei 1'013 mbar [°C]	-183	-196	-186	-253	-269
relative Dichte gegenüber Luft bei 15 °C, 1'013 mbar	1,09	0,95	1,36	0,070	0,136
aus 1 l Flüssigkeit entstandene Gasmenge [l]	855	690	835	845	750

Bei Siedetemperatur sind alle ausgeführten Gase schwerer als Luft.

Eigenschaften

- Bei Austritt von tiefkalten Flüssiggasen ist mit grosser Nebelbildung, Kondenswasserbildung und Vereisung von Oberflächen und Fahrbahnen zu rechnen (Behinderung der Einsatzkräfte, zusätzliche Gefahren)
- Werkstoffe und Einsatzmaterial, besonders aus Kunststoff (Stiefel, Handschuhe, Schläuche, CSA), verspröden bei tiefen Temperaturen
- Tiefkalte Gase sind in jedem Fall deutlich schwerer als Luft (Schwergasverhalten); mit einer Ansammlung in Schächten, Kellern etc. ist zu rechnen
- Verbrennungs- / Erfrierungsgefahr bei Kontakt mit tiefkalten Gasen und Armaturen
- Erstickungsgefahr bei Argon, Stickstoff, Helium (Verdrängung von Luft bzw. Sauerstoff)
- Tiefkalte Flüssiggase werden in besonderen Fahrzeugen und Tanks gelagert und transportiert
- Werden tiefkalte Flüssiggase beim Endverbraucher nicht flüssig, sondern in Gasform verwendet, so befindet sich meist in unmittelbarer Nähe zum Tank eine Verdampferstation (Kühlrippen: sichtbare Eis- und Nebelbildung im Normalbetrieb)
- Der Füllstand von Grosstanks kann immer aussen an einem Anzeigeinstrument abgelesen werden
- Bei Austritt von flüssigem Sauerstoff besteht höchste Brand- und Explosionsgefahr; das Vorhandensein von brennbaren Flüssigkeiten oder verunreinigtem Asphalt kann, auch ohne Zündquelle, bereits eine Explosion zur Folge haben; auch weitere brennbare Materialien (Holz, Textilien etc.) können sich sehr leicht entzünden

- Tiefkalte Flüssiggase (Argon, Wasserstoff, Helium, Stickstoff) können Bauteile soweit abkühlen, dass aus der Luft Sauerstoff daran kondensiert werden kann (Brand- und Explosionsgefahr)

Verhalten im Brandfall (Tanks für tiefkalte Flüssiggase)

- Durch die gute Isolation von Tanks für tiefkalte Flüssiggase, sind diese, während relativ langer Zeit, vor übermässiger Hitzeeinwirkung geschützt
- Die Sicherheitsvorrichtungen der Tanks sind so berechnet, dass bei Erwärmung des Tankinhalts durch eine defekte Vakuumisolation oder durch Wärmeeinwirkung das verdampfende Gas bis zu einer Temperatur von 650 °C sicher abgeblasen werden kann. Bei einem grossen Tank (30'000 l, 50 % gefüllt) kann das Abblasen bei 650 °C ca. einen halben Tag dauern!
- Der Stahl des Aussenmantels und der Behälterfuss verlieren jedoch ihre Festigkeit bei ca. 800 °C
- Kann im Extremfall die Temperatur des Behälter-Aussenmantels nicht unter 800 °C gehalten werden, besteht die Gefahr eines Bruchs des Aussenmantels mit anschliessendem Bersten des Innenmantels

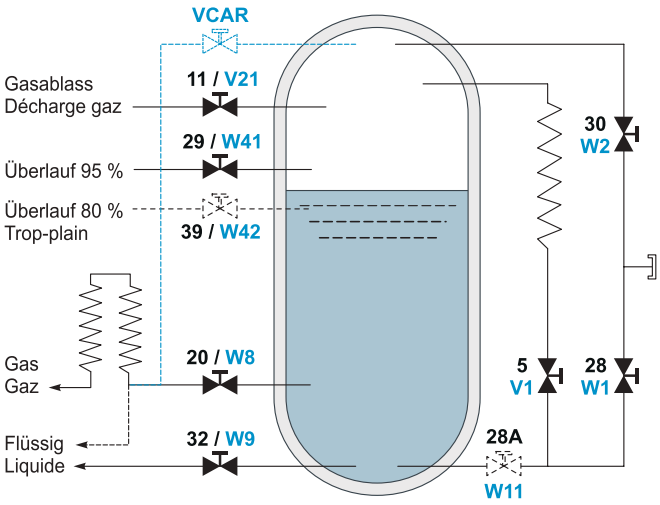
© by FKS: 04/2014

Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt oder Brand

Fahrzeuge

Stationäre Grosstanks

Um Schäden an einem stationären Tank durch einen Druckanstieg beim Schliessen der Gasentnahme zu verhindern, ist nach folgendem Schema vorzugehen:



Eurotank: Bezeichnung in Blau
CH-Tank: Bezeichnung in Schwarz

1. Druck absenken / Chuter la pression

- Ventil / Vanne **11** / **V21** öffnen / ouvrir
- Ventil / Vanne **5** / **V1** schliesen / fermer

CH-Tank ohne Ventil 5 / Citerne sans vanne 5:

- Ventil / Vanne **28A** schliessen / fermer

Füllanschluss / Raccord de remplissage

2. Kundengasversorgung stoppen
Arrêter l'alimentation gaz du client

- Ventil / Vanne **32** / **W9** schliessen / fermer
- Ventil / Vanne **20** / **W8** schliessen / fermer

Option Hochdrucktank / Citerne haute pression

- Ventil / Vanne **VCAR** schliessen / fermer

Kontakt mit ausströmendem Gas vermeiden
Eviter le contact avec les gaz de décharge

Bei CO_2-Tanks, Druck nicht unter 10 bar absenken / Pour las citernes CO_2, ne pas descendre la pression en dessous de 10 bar

© by FKS: 04/2014

- **Mobile Kleintanks**

  Helium wird meist in kleinen mobilen Behältern verwendet, die ein Absperrventil haben wie sie bei herkömmlichen Flaschen verwendet werden

- Kleinere Lecks und Risse in einem Tank können evtl. durch Vereisen geschlossen werden (Eisbildung durch Abdecken mit Folie fördern; Eis nicht durch Benetzen mit Wasser auftauen!)

Einsatzmassnahmen bei Brand

- Bei Brand in einem Gebäude, Gaszufuhr vom Tank zum Haus unterbrechen (Haupthahn an Gasleitung / Gasphase, hinter Verdampfer)
- Bei Gefährdung eines Tanks durch einen Brand, Tank entfernen (mobiler Tank, Tankfahrzeug); Temperatur eines Tanks regelmässig mittels Wärmebildkamera überprüfen; solange der Tank eine Aussentemperatur von unter 650 °C aufweist, besitzen alle anderen Massnahmen eine höhere Priorität als das Kühlen eines Tanks für tiefkalte Flüssiggase

- Wird ein Tank für tiefkalte Flüssiggase bei normaler Umgebungstemperatur mit Wasser besprüht, kann dieser sogar erwärmt werden

© by FKS: 04/2014

5.13.8 | Erdgas

Erdgas ist ein gasförmiger Brennstoff, der aus natürlichen Gasvorkommen gewonnen wird und verflüssigt, per Schiff, sowie gasförmig, über internationale Hochdruck-Erdgasleitungen, nach Mitteleuropa transportiert wird. Erdgas wird primär zur Wärmeerzeugung in grossen Industrieanlagen sowie zum Kochen und Heizen in Privathaushalten eingesetzt. Daneben dient Erdgas auch als sogenannter alternativer Antrieb von „CNG"-Fahrzeugen (Compressed Natural Gas).

Eigenschaften und Merkmale von Erdgas

- Leicht entzündbar (nur geringe Zündenergie notwendig)
- Zündtemperatur (an Luft): 575 - 670 °C
- Explosionsgrenzen (UEG / OEG): 4 - 17 Vol.-%
- Leichter als Luft (relative Dichte: 0,6 - 0,8); steigt auf
- In Wasser praktisch unlöslich

Je nach Herkunft, unterscheidet sich die Zusammensetzung der verschiedenen brennbaren und nicht brennbaren Bestandteile: Methan (CH_4; 80 - 99 Vol.-%), Propan (C_3H_8; < 12 Vol.-%), Ethan (C_2H_6; < 4 Vol.-%), Stickstoff (N_2; < 15 Vol.-%) und Kohlendioxid (CO_2; < 6 Vol.-%).

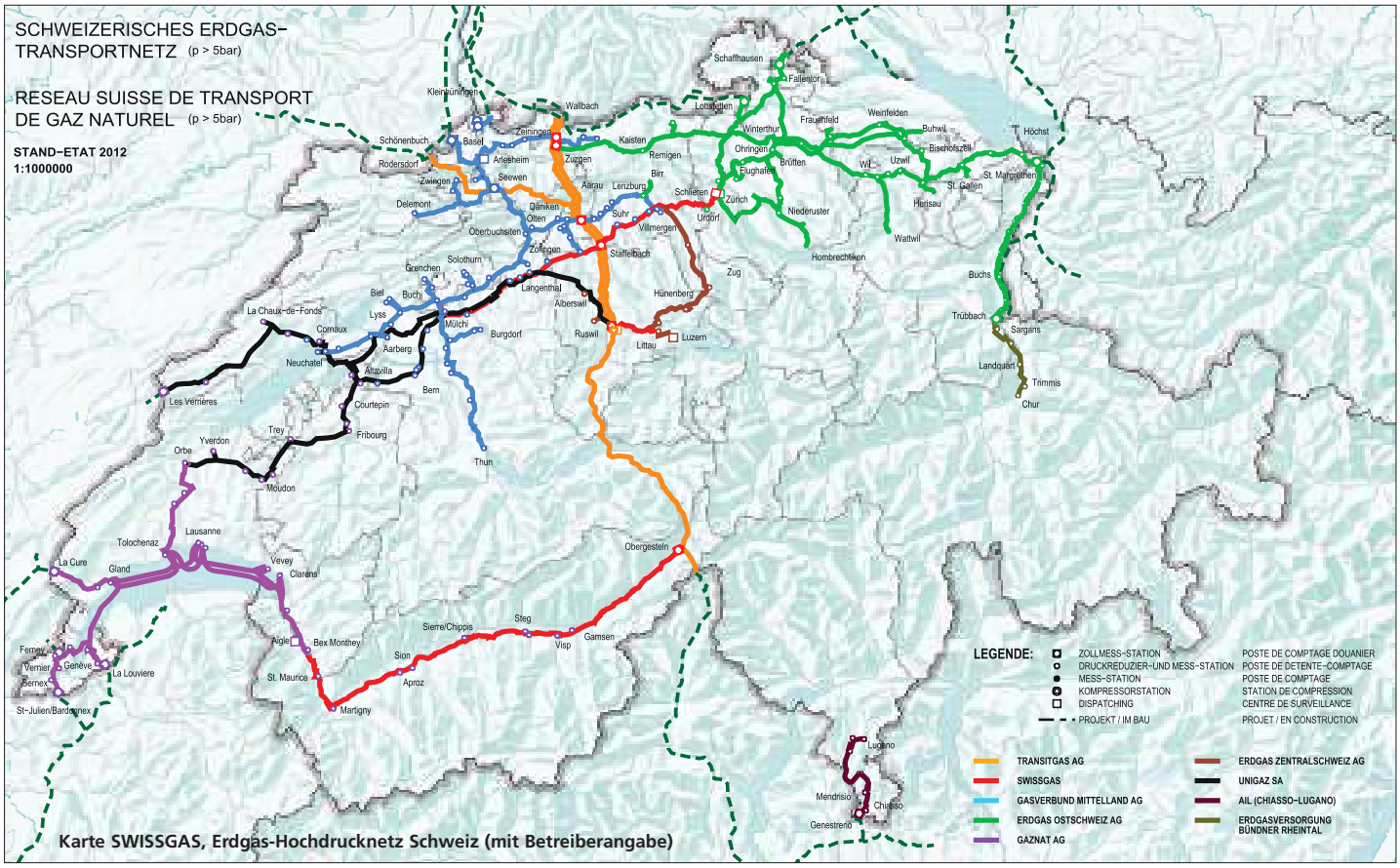
Reines Erdgas ist farb- und geruchlos und wird meist erst nach dem Import in die Schweiz bzw. bei der Verteilung innerhalb der regionalen Transportnetze mit Geruchsstoffen odoriert, womit es den typischen schwefligen Geruch erhält. Erdgas ist ungiftig, kann jedoch aufgrund der Sauerstoffverdrängung in höheren Konzentrationen erstickend wirken.

Gefahren

- Brand- und Explosionsgefahren
- Erstickungsgefahr bei Ansammlung in geschlossenen Räumen
- Erfrierungen durch Vereisung (bei Austritt unter hohem Druck)
- Lärm und dadurch Gehörschäden bei Austritt aus Hochdruckleitungen

Hochdruck-Erdgasleitungen (5 - 70 bar)

Der internationale Erdgastransport von den Gasfeldern und Schiff-Terminals in die jeweiligen Verbraucherländer sowie die nationale Verteilung zu den einzelnen lokalen Gasversorgern geschieht über Hochdruck-Erdgasleitungen mit Betriebsdrücken bis zu 70 bar (ausgenommen wenige Sonderfälle) und Leitungsdurchmesser bis zu rund 1,20 m (max. Druck und Durchmesser in der Schweiz).



Karte SWISSGAS, Erdgas-Hochdrucknetz Schweiz (mit Betreiberangabe)

© by FKS: 04/2014

Das schweizerische Netz an Hochdruck-Erdgasleitungen wird durch knapp ein Dutzend Gesellschaften betrieben, die das Erdgas zu den regionalen Versorgungsnetzen transportieren.

Die Leitungen des Hochdruck-Erdgastransportnetzes bestehen aus durchgehend verschweissten hochwertigen Stahlrohren; die Überdeckung beträgt mind. 1 m, max. jedoch 4 m. In besonders gefährdeten Gebieten sowie bei Kreuzungen und Querungen können zusätzliche, bauliche Sicherheitsmassnahmen (Betonschutzplatte, Umhüllungsrohr etc.) vorhanden sein.

Bei Hochdruck-Erdgasleitungen kann es insbesondere aus folgenden Gründen zu einem Versagen kommen: Natürliche oder künstliche Erdbewegungen (Hangrutsch, Murgang, Überflutung), Materialversagen der Leitung, Einwirkung von Dritten (unerlaubte Bau- und Grabarbeiten, ungeeignete Bepflanzung, unerlaubte tief greifende Bodenbearbeitung).

- Bei einer mechanischen Beschädigung einer Leitung gilt höchste Brand- und Explosionsgefahr. Je nach Grösse und Druck der Leitung kann die Zündwahrscheinlichkeit bis zu 80 % betragen.
- Um Erdgas-Hochdruckleitungen gilt deshalb ein Sicherheitsabstand von je 10 m seitlich zur Leitung. In diesem Bereich sind jegliche Grabarbeiten, ohne vorgängiges Einholen einer Bewilligung beim zuständigen Betreiber, verboten. Dies gilt auch im Feuerwehreinsatz (z.B. Ausbaggern von kontaminiertem Erdreich bei einem Öl- / Chemiewehrunfall oberhalb einer Hochdruck-Erdgasleitung).

Trassemarkierungen (Flugmarkierungen)

Die Trassemarkierung erfolgt mittels orangefarbener Markierungssignale, oberhalb oder in der Nähe der Leitung, die pro Gasleitung fortlaufend nummeriert, auf Rohrständern aufgesetzt sind. Am Rohrständer des Markierungssignals oder direkt auf der Markierung ist die Telefonnummer der zuständigen Betriebszentrale („Dispatching") des jeweiligen Leitungsbetreibers aufgeführt. Blickt man frontal auf die Beschriftung eines Markierungssignals, so befindet man sich in derselben Richtung wie der Leitungsverlauf.

Der Standort der Flugmarkierungssignale befindet sich nicht zwingend über der Rohrleitungsachse, meistens jedoch innerhalb des Sicherheitsabstands von 10 m, seitlich zur Rohrleitung. In seltenen Ausnahmefällen kann das Signal auch mehr als 10 m von der Leitung entfernt sein. Bei Abweichung von mehr als 10 m sind an den Rohrständern Distanztafeln angebracht, mit Angabe des Abstands in Metern zur Leitungsachse.

Beispiele Markierungssignale

Transitgas AG

Erdgas Ostschweiz AG

Swissgas AG

Gasverbund Mittelland AG

Distanztafel

© by FKS: 04/2014

- Bei Unsicherheit über die genaue Lage, ist der Betreiber zu konsultieren
- Die Kennzeichnung der Flugmarkierungen unterscheidet sich je nach Betreiber und Leitungsabschnitt; eine eindeutige Identifizierung nur anhand einer Signalnummer ist nicht immer zweifelsfrei möglich
- Leitungen der Transitgas AG sind immer mit der Kennzeichnung „T xxx" versehen (Einfluss bei Beurteilung Sicherheitsabstände)

Nebenanlagen zu Erdgas-Hochdruckleitungen

Druckreduzier- und Messstation

Schieberstation

Für den reibungslosen Transport und die Verteilung sowie zur Sicherheit befinden sich im Leitungsverlauf der Erdgas-Hochdruckleitungen verschiedene ober- und unterirdische Einrichtungen (Nebenanlagen). Diese können von aussen praktisch unsichtbar sein (z.B. kleiner Streckenschieber) oder als eigenständige Gebäude in Erscheinung treten. Neben der eigentlichen Erdgasleitung befinden sich meist auch Steuerungseinrichtungen, Notstrombatterien sowie weitere technische Einrichtungen in diesen Anlagen.

Zollmessstationen (ZM) und Odorieranlagen

Das in die Schweiz importierte Erdgas wird in Zollmessstationen gemessen („verzollt") und odoriert, d.h. mit Geruchsstoffen versetzt. Die Zollmessstationen sind mit motorisierten Feuerschiebern ausgerüstet, die vor Ort bedient (nur durch Fachkräfte des Betreibers) oder vom Dispatching aus ferngesteuert werden können. Mit diesen Schiebern lassen sich die ZM-Stationen vom Hochdruckleitungsnetz trennen.

Erdgas ist, je nach Zusammensetzung, schon bei der Förderung, spätestens aber nach der Reinigung in den Aufbereitungsanlagen, geruchlos. Damit allfällige Erdgasaustritte im Verteilnetz wahrgenommen werden können, muss aus Sicherheitsgründen eine Odorierung vorgenommen werden. In der Schweiz wird als Odoriermittel Tetrahydrothiophen (THT; UN-Nr. 2412) eingesetzt und dem Erdgas zu dosiert. THT ist in reiner Form ein flüssiger, giftiger, gewässergefährdender und brennbarer / explosiver Stoff. Bei einem Brand entstehen giftige Gase und Zersetzungsprodukte. Bei Unfällen in Odorieranlagen (mit / ohne Brand) bestehen deshalb zusätzliche Gefahren, die bei der Einsatzvorbereitung zu berücksichtigen sind.

Nicht oder nur leicht odorierte Leitungsabschnitte:

- Das Erdgas, das auf der Transitgasleitung von Deutschland über Wallbach nach Lostorf gelangt, ist nicht odoriert.
- Das Erdgas, das über die Transitgasleitung von Frankreich nach Lostorf transportiert wird, ist bereits odoriert.
- Deshalb ist das Erdgas im Leitungsabschnitt der Transitgas AG, von Lostorf bis an die südliche Grenze Schweiz / nördliche Grenze Italien (Griespass) sowie im Abzweiger Obergesteln-Oberwald, höchstens nur leicht odoriert.
- Das Erdgas im Leitungsabschnitt Riehen-Kleinhüningen der GVM ist permanent nicht odoriert.
- Erdgas in weiteren, kürzeren Strecken in Grenznähe ist bis zur Zollmessstation nicht odoriert (SH, SG, TI).

© by FKS: 04/2014

- **Schieberstationen (SS)**

Mit den Streckenschiebern in den Schieberstationen können Rohrleitungen abschnittsweise separiert werden. Streckenschieber sind in Abständen von rund 10 - 20 km in einer kontinuierlichen Leitung vorhanden. Die Streckenschieber sind motorisiert und lassen sich vor Ort (nur durch Fachkräfte des Betreibers) und per Fernsteuerung (durch das Dispatching) bedienen und innert 2 - 3 Min. schliessen. Die Stationen sind mehrheitlich mit Abbläsern ausgestattet, über die, bei Bedarf, Leitungsabschnitte anschliessend zusätzlich drucklos gemacht werden können. Dazu ist jedoch immer eine Intervention vom Betreiberpersonal vor Ort nötig. Die vollständige Entleerung eines Leitungsabschnitts kann – je nach Durchmesser und Länge – mehrere Stunden dauern.

- **Druckreduzier- und/oder Messstationen (DRM)**

Die Druckreduzierstation bildet den Übergang vom überregionalen Transportleitungssystem zum lokalen Leitungsnetz. Da dort ein viel kleinerer Gasdruck herrscht, muss der Druck in den Reduzierstationen auf das zulässige Maximum gesenkt werden. Da das Erdgas beim Entspannen abkühlt, muss es aufgewärmt werden, wofür in diesen Stationen auch Heizungsanlagen vorhanden sind.

- **Röhrenspeicher**

Mit dem Erdgas-Röhrenspeicher wird eine sichere Versorgung bei Leistungsspitzen und Lieferengpässen mit Erdgas garantiert. Durch die unterirdische Verlegung und die heute möglichen Methoden der Stahlverarbeitung benötigt der Röhrenspeicher weniger Platz als die früher häufiger verwendeten oberirdischen „Kugelspeicher" („Gaskessel") und kann gleichzeitig mehr Erdgas lagern. In der Schweiz werden Röhrenspeicher auf zwei verschiedene Arten betrieben. Die einen Speicher arbeiten mit dem Druck im Hochdrucknetz und andere komprimieren das Erdgas aus dem Hochdrucknetz zusätzlich, um damit noch mehr Erdgas zwischenlagern zu können.

Unterirdische Röhrenspeicher besitzen, sofern keine Beschädigung oder kein Materialversagen eintritt, eine sehr hohe Sicherheit.

Merkmale bei Schadenfällen (Gasaustritt) ohne Brand

- Ohrenbetäubender Lärm in 100 - 300 m Abstand
- Bildung eines Erdkraters mit möglicher Aufwirbelung von Schmutz (insbesondere bei grösseren Leitungen und vollständigem Leitungsbruch)
- Bildung einer weissen Wolke bei grossem Leck möglich (je nach Witterungsbedingungen)
- Eisbildung rund um eine Pipeline, braune oder verdorrte Vegetation rund um eine Pipeline
- Gasblasen aus einem Teich oder Bach, der von einer Gasleitung unterquert wird
- Explosionsgefahr nur in der unmittelbaren Nähe (weiter als im Umkreis von max. 10 - 30 m ist auf Höhe des Erdbodens nicht mehr mit explosionsfähigen Atmosphären zu rechnen). Starke Winde können die Gaswolke jedoch verfrachten.

- Grundsätzlich ist es möglich, dass sich das Erdgas auch zu einem späteren Zeitpunkt noch entzünden kann, was verheerende Folgen für Personen hätte, die sich zu nahe an der Schadenstelle aufhalten
- Es besteht die Möglichkeit, dass sich die austretende Gasmenge plötzlich vergrössert kann (durch schlagartige Veränderung des Austrittsquerschnittes)

© by FKS: 04/2014

- Aufgrund der grossen Steigfähigkeit von Erdgas und des hohen Drucks sowie des Umstands, dass Erdgas in Hochdruckleitungen nicht zwingend odoriert sein muss, ist die Abwesenheit des typischen „Erdgasgeruchs" kein sicheres Zeichen dafür, dass es sich nicht um ein Ereignis mit Gasaustritt an einer Hochdruck-Erdgasleitung handelt

Merkmale bei Schadenfällen (Gasaustritt) mit Brand

- Bildung eines grossen Feuerballs (je nach Entzündungsart)
- Grosser Fackelbrand mit enormer Wärmestrahlung
- Die Intensität der Hitzestrahlung ist von der Grösse (Durchmesser) der Leitung, dem Druck, der Art der Beschädigung (Totalversagen oder kleines Leck) sowie insbesondere von der Distanz zur Schadenstelle abhängig

Feuerball

Bei sofortiger oder kurz verzögerter Zündung kann in der Anfangsphase eine kugelförmige Abbrandform entstehen, die nach einigen Sekunden in eine stehende Fackelflamme übergeht. Dieser Feuerball emittiert kurzzeitig eine enorme Hitzestrahlung, die grösser ist als die eines stehenden Fackelbrandes.

Fackelbrand

Nach einem Störfall an einer Erdgas-Hochdruckleitung mit anschliessender Zündung brennt das austretende Erdgas im Allgemeinen als Fackelbrand ab. Aus einem Leck strömt kontinuierlich Gas aus, das in einer länglichen Flammenform, ähnlich einer Fackel, abbrennt. Die Höhe der Flamme ist von der Leckgrösse und vom Überdruck abhängig. Da der Druck mit der Zeit durch den Gasaustritt abnimmt, insbesondere wenn der Leitungsabschnitt durch das Schliessen der Schieber durch den Betreiber isoliert wird, wird die Hitzestrahlung innert 3 - 15 Min. deutlich abnehmen.

Einsatzmassnahmen bei Schadenfällen an Erdgas-Hochdruckleitungen

Da die Ereignisdienste in der Regel eine Schadenstelle vor dem Eintreffen des Pikettdienstes des Erdgasbetreibers erreichen und dieser kaum Möglichkeiten hat, den genauen Ort eines Schadens aus der Betriebszentrale („Dispatching") festzustellen oder bei einem nur geringen Leck den Schaden allenfalls automatisch zu bemerken, sind folgende grundsätzliche Massnahmen von grosser Bedeutung:

- Bei Alarmierung durch Dritte: Möglichst genaue Informationen zur Lage und zum Ereignis einholen
- Einsatzpläne und Einsatzkarten konsultieren; betroffene Erdgasbetreiber identifizieren und deren Dispatching alarmieren
- Informationen zu Lage und Durchmesser der Leitung sowie gefährdeten besonderen Objekten (Heime, Spitäler, Industrie) den Einsatzplänen entnehmen
- Grossräumige und auf die Leitung / das Ereignis angepasste Absperrung des möglichen Schadenplatzes veranlassen

- Sind weder die Leitung (Durchmesser, Druck) noch der genaue Schaden bekannt, so ist mind. ein minimaler Sicherheitsabstand von 300 m zur Leitung einzuhalten (Mindestgrösse der Gefahrenzone)
- Bei einer Leitung der Transitgas AG (Kennzeichnung „T xxx") beträgt dieser Abstand mind. 600 m
- Innerhalb dieses Bereichs besteht, je nach Leitung und Ereignis, bei Entzündung des Erdgases die Möglichkeit von schwersten Gesundheitsschäden oder Tod

© by FKS: 04/2014

Im Allgemeinen sind die Massnahmen bei Hochdruck-Erdgasleitungen gleich wie bei Niederdruck-Erdgasleitungen (siehe Ende dieses Kapitels). Aufgrund der besonderen Eigenschaften, des möglichen Ereignisverlaufs und der grösseren Personengefährdung sind jedoch folgende spezifische Massnahmen zusätzlich zu beachten:

Massnahmen bei Gasaustritt ohne Brand

- Schadenplatz und Gefahrenzone absperren
- Jede Funkenbildung innerhalb der Gefahrenzone vermeiden
- Personen im Freien aus der Gefahrenzone evakuieren (direkt aus der Zone oder in ein Haus, das bereits im sicheren Bereich liegt)
- Vorbeugende Evakuierung von Personen aus Häusern, die nicht im sicheren Bereich liegen
- Keine Manipulation an Gasleitung oder Nebeneinrichtungen, ohne ausdrückliche Anweisung des Erdgasbetreibers; die Feuerwehr führt höchstens Aufträge zur Unterstützung des Gasbetreiber-Pikettdienstes durch

Massnahmen bei Gasaustritt mit Brand

- Schadenplatz und Gefahrenzone absperren
- Personen im Freien aus der Gefahrenzone evakuieren (direkt aus der Zone oder in ein Haus, das bereits im sicheren Bereich liegt)
- Verzögerte Evakuierung von Personen aus Häusern, die vor einer Entzündung durch die Wärmestrahlung nicht sicher sind
- Brände an der Gasleitung nicht löschen
- Halten / Kühlen von gefährdeten Objekten, Löschen von Bränden ausserhalb der Gefahrenzone

Sicherheitsabstände und Gefahrendistanzen bei Hochdruck-Erdgasleitungen

Exakte Angaben sind, ohne das konkrete Ereignis, nur schwierig möglich, da insbesondere die Grösse des Lecks sowie der Ereignis- / Brandverlauf eine grosse Rolle spielen. Nach Abschiebern der Leitung reduziert sich mit der Zeit die Gefahr wegen des raschen Druckabbaus.

Am gefährlichsten ist die Situation unmittelbar vor der Zündung eines Gasaustritts (Feuerball mit grösserer Wirkung als nachfolgender Fackelbrand). Bei einem Fackelbrand können die Distanzen auch situativ, aufgrund der effektiven Hitze- und Wärmestrahlung und Abschirmung durch Gelände und Häuser festgelegt werden.

Folgende Sicherheitsabstände können neben der allgemeinen 300-m- bzw. 600-m-Regel als Anhaltspunkte dienen:

Durchmesser		Druck	Sicherheitsabstand im Freien [m]		Sicherheitsabstand im Haus [m]
[Zoll]	[mm]	[bar]	(noch) kein Brand	Fackelbrand	
4"	114,3	70	50	50	30
8"	219,1	70	80	65	60
12"	323,9	70	130	100	80
16"	406,4	70	180	130	110
20"	508,0	70	230	160	130
22"	559,0	25	160	105	100
22"	559,0	45	205	140	120
24"	609,6	70	280	190	140
28"	711,0	70	330	220	160
34"	863,6	70	405	260	180
36"	914,0	67,5	425	270	190
48"	1'219	70	600	375	230

© by FKS: 04/2014

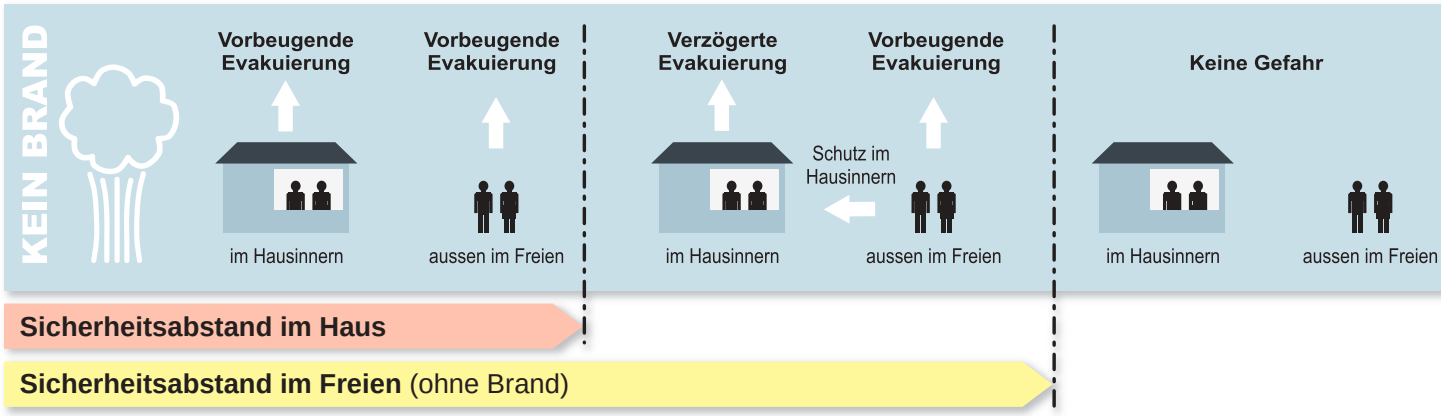
Sicherheitsabstand im Freien

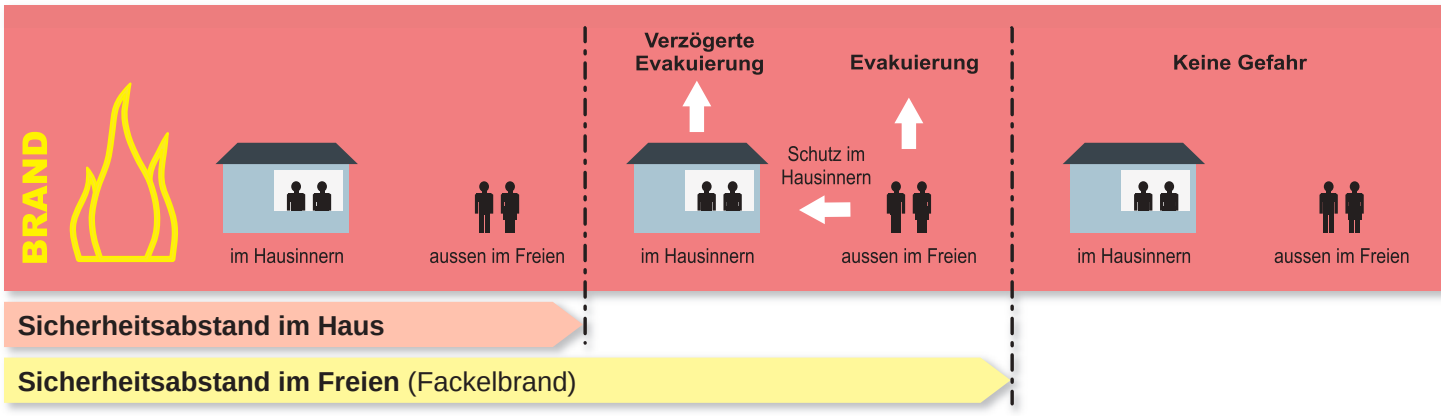
Bis zu diesem Sicherheitsabstand besteht für ungeschützte Personen im Freien die Wahrscheinlichkeit schwerer Verbrennungen oder gar von Tod; der Schweregrad der Verbrennungen bzw. die Wahrscheinlichkeit zu sterben nimmt mit zunehmendem Abstand ab. Wenn möglich, sollen Personen dieses Gebiet auf der Gefahrenstelle abgewandten Seite verlassen. Ist dies nicht möglich, so ist mind. Schutz in einem (möglichst massiven) Haus zu suchen. Türen und Fenster sind zu schliessen, und ein Aufenthalt ist im Innersten des Gebäudes oder im Keller am sichersten. Ein Betreten durch Einsatzkräfte darf nur zur Lebensrettung kurzzeitig und unter Abwägung der Gefahren erfolgen.

Sicherheitsabstand im Haus

Bis zu diesem Sicherheitsabstand sind auch Personen in einem Haus nicht vollständig sicher. Es besteht die Gefahr, dass sich die Fassade oder das Innere eines Hauses durch Feuerball und Wärmestrahlung entzündet.

Da die Gefahr im Freien viel grösser ist, ist der sicherste Aufenthaltsort in einem massiven Haus im Keller. Sofern noch gefahrlos möglich, soll jedoch Schutz ausserhalb der Sicherheitsabstände gesucht werden resp. in einem Haus zwischen den beiden Sicherheitsabstandsgrenzen. Für Personen in Häusern, welche sich zwischen den beiden Sicherheitsabstandsgrenzen befinden, ist in der Regel keine Evakuierung nötig (evtl. verzögerte Evakuierung, insbesondere bei Personen mit medizinischen Betreuungsbedürfnissen).





- Am wichtigsten sind rasche Absperr- und Warn- bzw. Evakuationsmassnahmen für Personen und Einsatzkräfte im Freien, insbesondere zu Beginn eines Ereignisses

- Den Anweisungen sowie der Gefahreneinschätzung durch den Gasbetreiber ist zwingend Folge zu leisten
- Absperrungen und Evakuationen haben, je nach Ereignis und unter Berücksichtigung der allgemeinen Sicherheitsabstände, situativ und ereignisbezogen zu erfolgen
- Bei einem Fackelbrand kann, durch Massnahmen des Betreibers, die Gefahr häufig sehr rasch soweit reduziert werden, dass grossräumige Massnahmen nicht mehr nötig sind
- Kann ein Gebiet nicht gefahrlos betreten werden, so sind der Einsatz der Sirenenalarmierung und die Durchsage via Radio (ICARO) zu prüfen

© by FKS: 04/2014

Lokale Verteilnetze (Niederdruck; bis 5 bar)

Erdgas wird vom Hochdruck-Erdgasnetz, nach erfolgter Druckreduktion, in die Niederdruck-Erdgasnetze der jeweiligen lokalen Erdgasversorger zur Verteilung an die Endverbraucher eingespeist.

Lokale Verteilnetze arbeiten mit Drücken von max. 5 bar, wobei Hausanschlüsse für normale Verbraucher sogar nur mit einem kleinen Druck von rund 0,022 bar (22 mbar) erschlossen werden. Sämtliche Erdgasleitungen und -installationen im Bereich unterhalb von 5 bar werden als „Niederdruck-Erdgasnetz" bezeichnet.

Die lokalen Gasversorger unterscheiden innerhalb des Begriffs Niederdruck-Erdgasnetze weiter zwischen „Hochdruck"- (1 - 5 bar), „Mitteldruck"- (0,1 - 1,0 bar) und verschiedenen „Niederdruck"-Leitungen (weniger als 100 mbar), was zur Verwirrung führen kann. Sogenannte „Hochdruck"-Leitungen im Niederdruck-Erdgasnetz dienen der lokalen Grobverteilung sowie dem Anschluss von industriellen Grossverbrauchern.

Der Übergang zwischen diesen Druckstufen im lokalen Verteilnetz erfolgt ebenfalls in Druckreduzierstationen, wobei diese meist nur aus kleinen Verteilkabinen am Strassenrand bestehen (typisch erkennbar an daran hochgezogenen Entlüftungsleitungen; ein hörbares Rauschen von Gas ist im Normalbetrieb relativ häufig und deutet nicht auf einen Fehler hin).

Druckreduzier- und Verteilkabine (Niederdruck)

Druckreduzierstation Mitteldruck zu Niederdruck

© by FKS: 04/2014

Leitungsverlegung und Kennzeichnung

Erdgasleitungen werden in der Schweiz gemäss der SVGW-Richtlinie G2 verlegt. Erdverlegte Erdgasleitungen sind üblicherweise mind. 80 cm tief verlegt. Weniger tief verlegte Leitungen müssen z.B. mit Betonplatten geschützt werden.

Erdverlegte Leitungen sind zum Grossteil mit einem darüber liegenden Warnband gekennzeichnet. Rohrleitungen, die neuerdings im grabenlosen Verfahren verlegt werden, können allerdings nicht mit einem solchen Warnband gekennzeichnet werden.

Verlegte ND-Erdgasleitung

Gasleitungsschieberkreuz

Warnband

- Bei Aushubarbeiten (z.B. nach Unfällen mit Versickern von gefährlichen Stoffen in den Boden), ist eine mögliche Querung mit Erdgasleitungen abzuklären
- Kann eine mögliche Gefährdung von lokalen Erdgasnetzen bei Grabarbeiten nicht ausgeschlossen werden, ist mit der nötigen Sorgfalt vorzugehen und vorgängig der zuständige Erdgasversorger zu orientieren

Erdverlegte Kunststoffleitungen müssen dauerhaft gelb gekennzeichnet sein, Umhüllungen von Stahlleitungen ebenfalls (sofern möglich). Innerhalb von Gewerbe- und Industriebetrieben können Erdgasleitungen auch in offener, freier Verlegung (oberirdisch, in Gebäuden oder in Energiekanälen) ausgeführt sein. Diese Leitungen sind anhand ihrer vorgeschriebenen gelben Farbe oder Rohrkennzeichnung und der typischen Schraubflanschen erkennbar.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Absperrorgane und Armaturen im Erdgasnetz

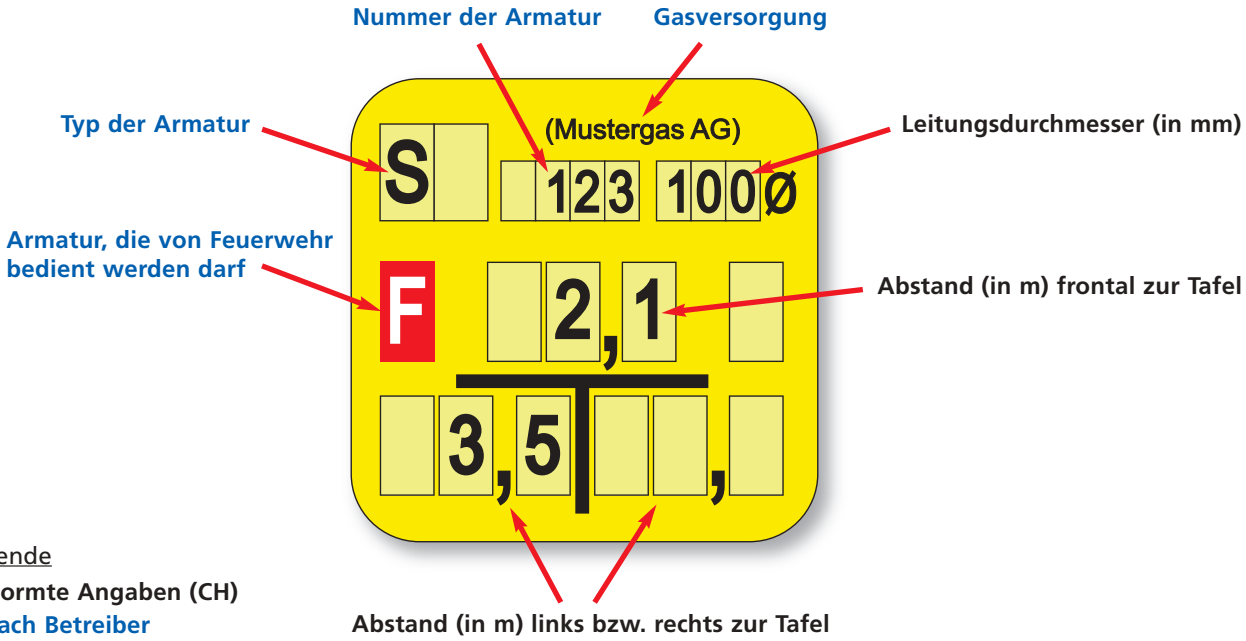
In den Leitungsnetzen der Gasversorger sind Absperrorgane nur in grossen Abständen eingebaut. Die Entleerung eines Leitungsabschnitts einer örtlichen Gasversorgung kann deshalb grössere Zeit beanspruchen und in ganzen Quartieren einen Ausfall der Erdgasversorgung verursachen. Ist keine Leitung, sondern nur ein einzelnes Objekt betroffen, bestehen hingegen verschiedene Möglichkeiten, dieses selektiv vom Netz zu trennen.

Erdverlegte Absperrorgane und Armaturen sind anhand von gelben Kennzeichnungs- und Hinweisschildern lokalisierbar.

© by FKS: 04/2014

Diese gelben Kennzeichnungs- und Hinweisschilder können auf Fassaden, Masten oder Grundstückseinfriedungen angebracht sein und weisen eindeutig auf das Vorhandensein von Erdgas-Installationen mit einem Betriebsdruck kleiner 5 bar hin. Häufig ist so auch im Einsatz rasch ersichtlich, dass ein Haus oder ein Strassenzug mit Erdgas erschlossen ist. Entsprechende Gefahren durch Erdgas bei Brand in einem Gebäude, bei Leitungsbeschädigung durch Grabarbeiten oder bei Fehlfunktion von Installationen können so in einem ersten Schritt, auch ohne Leitungspläne oder Messung, vermutet werden.

Während in unseren deutschsprachigen Nachbarländern die Informationen auf den Niederdruck-Gas-Kennzeichnungsschildern normiert sind, sind in der Schweiz bisher lediglich die Dimensionsangabe (Durchmesser in mm) und Distanzangaben (in m) normiert.



Legende
Genormte Angaben (CH)
je nach Betreiber

Die übrigen Bezeichnungen, oberhalb des T-Balkens, dürfen von jedem Gasversorger individuell festgelegt werden, da vom SVGW, als zuständigem Verband, dazu bisher keine anderslautenden Weisungen bestehen.

Häufig werden für den Armaturentyp jedoch folgende oder ähnliche Abkürzungen verwendet:

Abkürzung	Bedeutung	Abkürzung	Bedeutung
AS	Abzweigschieber	A	Anschluss- / Absperrschieber
S	Schieber	HA	Hausanschluss mit Absperreinrichtung
SS	Streckenschieber	AH	Absperrhahn
HD	„Hochdruckleitung" (1 - 5 bar) mit Schieber	SH	Sektionshahn
ND	Niederdruckleitung (< 1 bar) mit Schieber	KH	Kugelhahn

- Bei Armaturen mit den Buchstaben „A" und „S" handelt es sich fast immer um Schieber- oder Abstellorgane
- Da diese Angaben nicht normiert sind, ist beim jeweiligen Gasbetreiber anzufragen, wie dessen Bezeichnungen lauten

© by FKS: 04/2014

In vielen Erdgasnetzen der Nordostschweiz sind Armaturen, die durch die Feuerwehren, auch ohne Anwesenheit des Erdgasversorgers, selbständig geschlossen werden dürfen, mit einem weissen „F" auf rotem Feld gekennzeichnet. Dadurch können im Einsatz sehr rasch Häuser oder Anlagen vom Erdgasnetz getrennt werden, ohne das Objekt betreten zu müssen. Bedauerlicherweise fehlt diese für die Feuerwehren nützliche Kennzeichnung bei verschiedenen Gasversorgern.

- Die Feuerwehren oder die für das Feuerwehrwesen zuständigen kantonalen Behörden können die Einführung dieser Kennzeichnung von lokalen Erdgasversorgern verlangen. Es handelt sich jedoch noch nicht um einen zwingenden schweizerischen Standard.
- Andere Armaturen im Bereich des öffentlichen Versorgungsnetzes dürfen nur vom Netzbetreiber geschlossen werden, da nur dieser die erforderlichen Netzkenntnisse hat (Ringleitungen, Mehrfacheinspeisungen etc.)

Absperrorgane bei Gebäuden bzw. Verbrauchern

In Hausanschlussleitungen muss immer eine Hauptabsperreinrichtung eingebaut sein. Den SVGW-Richtlinien G2 entsprechend, sind diese immer beim Gebäudeeintritt angeordnet. Bei Betriebsdrücken über 100 mbar oder Rohr-Nennweiten ab DN 80 (Grossverbraucher, Industriebetriebe, Kesselhäuser) ist zwingend zusätzlich ein erdverlegter Schieber vor dem Haus erforderlich, der von der Oberfläche aus geschlossen werden kann. Einzelne Gasversorger verlangen auch bereits bei kleineren Installationen Schieber vor dem Haus oder eine Betätigungsmöglichkeit von aussen für den Hauptabsperrhahn im Gebäudeinnern. Die Lage von erdverlegten Absperreinrichtungen wird auf gelben Hinweisschildern angegeben (siehe Kennzeichnung von lokalen Erdgasnetzen).

Bild links: Typische Hauszuführung für Erdgas mit Absperrhahn

- Absperreinrichtungen in der Gebäudeanschlussleitung (im Objekt oder unmittelbar davor) können und dürfen bei unmittelbarer Gefahr (Gasaustritt, Brand im Gebäude) von der Feuerwehr geschlossen werden

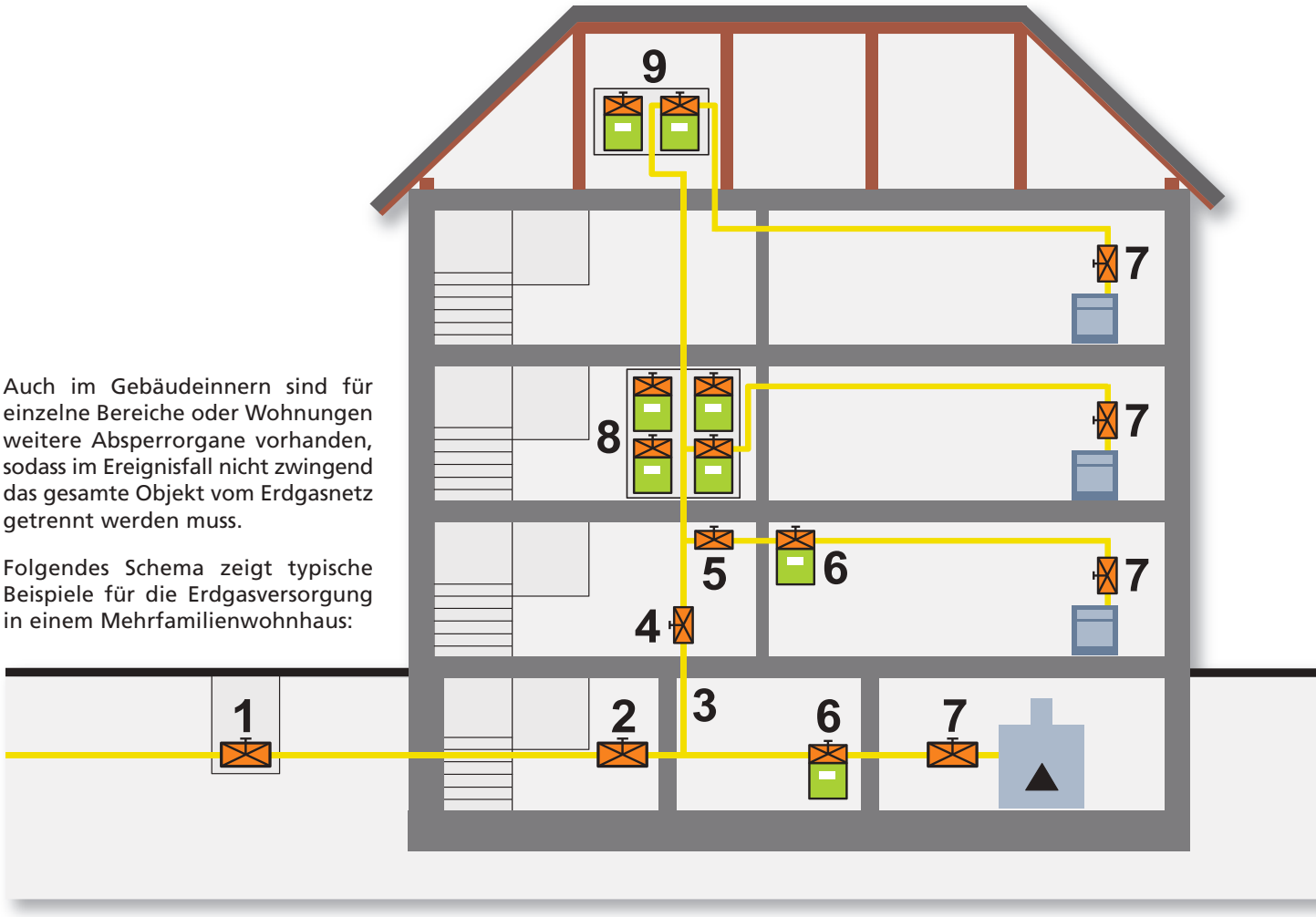
- Eine Wiederinbetriebnahme von geschlossenen Absperreinrichtungen (Schieber- und Absperrorgane, Hausanschluss etc.) ist, nach einem Ereignis, nur durch den Erdgasversorger zulässig!

© by FKS: 04/2014

Grosse Objekte mit Erdgasanschluss können auch mehrfach eingespeist werden. Eine Mehrfacheinspeisung sollte durch Hinweisschilder an jeder Absperreinrichtung angezeigt sein. Beim Abstellen einer solchen Gaszufuhr sind dementsprechend mehrere Absperrventile zu betätigen.

Auch im Gebäudeinnern sind für einzelne Bereiche oder Wohnungen weitere Absperrorgane vorhanden, sodass im Ereignisfall nicht zwingend das gesamte Objekt vom Erdgasnetz getrennt werden muss.

Folgendes Schema zeigt typische Beispiele für die Erdgasversorgung in einem Mehrfamilienwohnhaus:



Legende

1 Erdverlegte Hauptabsperreinrichtung vor dem Gebäude (falls vorhanden)

2 Hauptabsperreinrichtung im Gebäude (Haupthahn)

3 Steigleitung

4 Steigleitungshahn

5 Sektionshahn / Abzweigungshahn

6 Gaszähleranlage in der Wohnung / im Raum

7 Gerätehahn (am Gerät oder in der Anschlussleitung)

8 Gaszähleranlage im Treppenhaus (Zählerkasten)

[Nur in Altbauten teilweise noch vorhanden:

9 Gaszähleranlage im Dachboden]

© by FKS: 04/2014

Einsatzvorbereitung

Feuerwehren mit Einsatzgebieten, die durch lokale Erdgasversorger erschlossen sind, wird – auch aufgrund der teilweise unterschiedlichen Regelungen betreffend vorhandene Sicherheits- und Interventionseinrichtungen – empfohlen, im Rahmen der Einsatzvorbereitung mit den jeweiligen Erdgasversorgern die lokalen Gegebenheiten zu klären. Dazu gehören:

- Abgabe von Orientierungsplänen betreffend das Erdgasnetz und die Lage von Sondereinrichtungen
- Kennzeichnung von Schiebern, die die Feuerwehr betätigen darf
- Erstellung und Abgabe von Einsatzplänen durch den Betreiber für besondere Objekte (grosse Anlagen, grosse Druckreduzierstationen, Erdgasspeicher)
- Absprache und Schulung lokaler Besonderheiten, die für die Einsatzkräfte von Relevanz sind

Einsatzmassnahmen bei Erdgasaustritt

Gasaustritt ohne Brand

- Gefahrenzone absperren (bei Ereignissen im Niederdruck-Erdgasnetz < 5 bar: Radius von 20 - 60 m)
- Gasversorger aufbieten zum Abschiebern des Leitungsabschnitts
- Ex- / Ox-Messungen durchführen
- Mögliche Zündquellen abstellen / entfernen / fernhalten
- Nur explosionsgeschützte Geräte einsetzen
- Gefährdete Personen warnen
- Gaseintritt in geschlossene Räume, Gebäude, Schächte und Kanäle nach Möglichkeit verhindern

- Bei Ereignissen mit Hochdruck-Erdgasleitungen sind zusätzlich die spezifischen Einsatz- und Sicherheitshinweise zu beachten (siehe zu Beginn des Kapitels)
- Abhängig von Wettersituation und Leitungsart / Druck kann eine Erdgaswolke mittels Wärmebildkamera gesehen werden

- Bei unterirdischem Austritt (unbemerkte Beschädigung einer Gasleitung, mit Ansammlung im Boden) besteht bei jeglichen Erdbewegungen grosse Explosionsgefahr
- Bei Gasaustritt während Rohrleitungsarbeiten besteht die grösste Gefahr durch den Eintritt von Erdgas in Kabelschutzrohre, die das Erdgas anschliessend über weite Strecken in zahlreiche Kabelschächte, Hauseinführungen etc. verbreiten können

Zusätzliche Massnahmen bei Gasaustritt im Gebäude (ohne Brand)

- Absperrhahn schliessen
- Abzug von Gas durch natürliche Querlüftung sicherstellen (Fenster öffnen, insbesondere in obersten Stockwerken) oder durch Absaugung mittels Ex-geschützten Lüftern
- Bewohner informieren (nicht telefonieren, keine Klingeln betätigen)
- Sofern gefahrlos möglich: Trennung des Gebäudes von der elektrischen Stromversorgung (Hauptsicherung im Hausanschlusskasten entfernen, sofern dort keine Ex-Zone; ansonsten Trennung durch Stromversorger im vorgelagerten Netz)
- Erste Hilfe leisten (z.B. bei Personen mit Erstickungs- oder Vergiftungserscheinungen)

Massnahmen bei Gasbrand

- Gefahrenzone absperren
- Gasversorger aufbieten zum Abschiebern des Leitungsabschnitts
- Gasbrände nicht löschen (Explosionsgefahr!)
- Sekundärbrände löschen
- Halten / Kühlen von benachbarten Objekten
- Personen mithilfe von Wassersprühstrahl retten

© by FKS: 04/2014

5.13.9 | Brand- und Zersetzungsgase

Im Einsatz können sowohl durch Brandprozesse wie auch durch chemische und biologische Reaktionen aus vorhandenen Stoffen neue Stoffe entstehen. Dies ist für die Festlegung von angepassten Schutzmassnahmen für Einsatzkräfte und Bevölkerung insbesondere dann von Bedeutung, wenn aus ehemals wenig gefährlichen Ausgangsstoffen neue, deutlich gefährlichere Stoffe entstehen. Dazu ist eine Anpassung der Messstrategie von den bekannten Ausgangsstoffen auf die unbekannten Brand- und Zersetzungsprodukte nötig, wofür jedoch Kenntnisse über die involvierten Stoffe und ablaufenden Vorgänge notwendig sind.

- Auch wenn viele Faustregeln für die Entstehung von Brand- und Zersetzungsgasen aufgestellt und solche Reaktionen zunehmend einfacher in Datenbanken und Literatur nachgeschlagen werden können, ist bei unklaren Ereignissen oder solchen von grösserem Ausmass ein Beizug der Chemiefachberatung in jedem Fall angezeigt

Brandgase

Entstehung und Zusammensetzung

Bei jedem Brand entstehen Schadstoffe in Form von sogenannten Brand- bzw. Zersetzungsgasen. Ein Brand ist dabei ein komplexer chemischer Vorgang, der zu einer Vielzahl von chemischen Verbindungen führt.

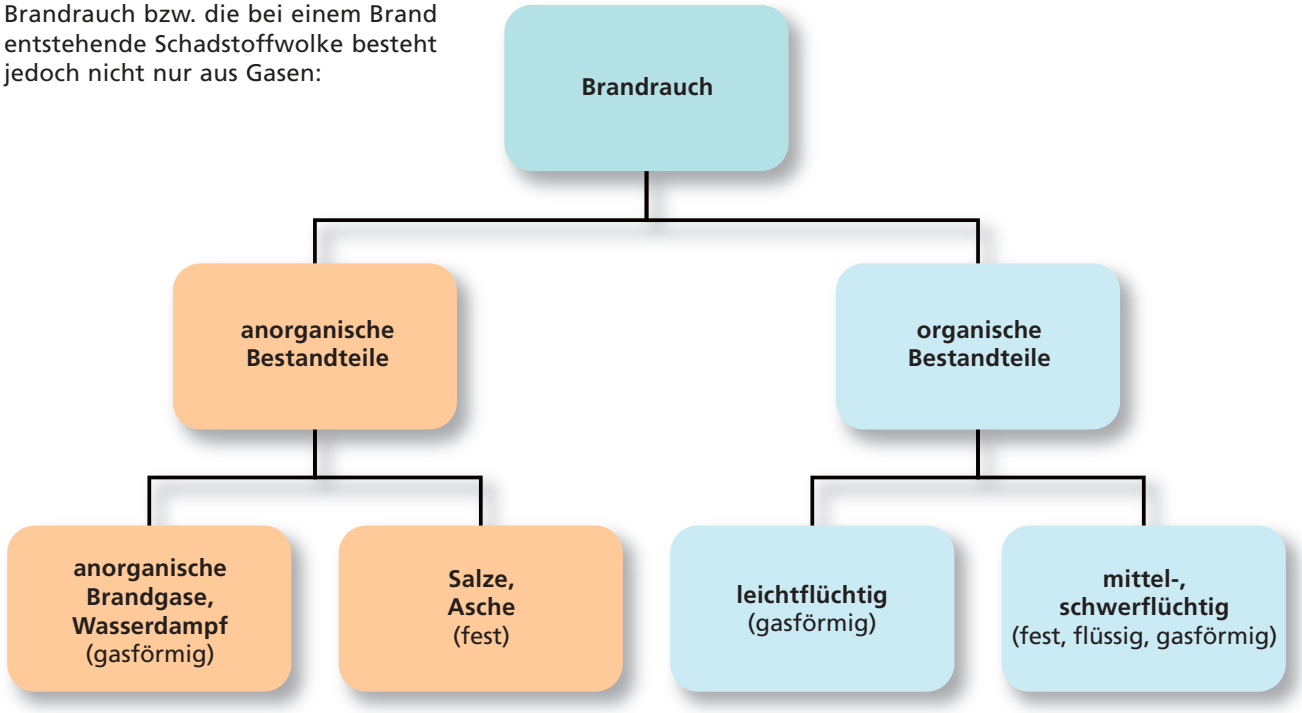
Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass chemische Stoffe durch die Wirkung von Hitze, Feuer und Sauerstoff zu kleineren Molekülen umgewandelt und oxidiert werden. Bei einer sehr guten Verbrennung würden nur noch kleine, anorganische Brandgase (Kohlendioxid, Kohlenmonoxid), Wasser und Russ bzw. Kohlenstoff entstehen.

Massgebend sind in der Realität einerseits Art und Zusammensetzung des Brandguts, andererseits spielen aber auch Brandverlauf, Brandtemperatur und Sauerstoffversorgung eine entscheidende Rolle in Bezug auf die entstehenden (Zwischen-)Produkte. Bei Sauerstoffmangel ist nur eine unvollständige Verbrennung (Verschwelung) möglich, wobei oft sogenannte Pyrolyseprodukte (Verschwelungsprodukte) auftreten, die häufig brennbar und teilweise recht giftig sind.

- Je intensiver und heisser ein Feuer brennt, desto weniger komplexe organische Produkte und desto mehr Asche und anorganische Gase entstehen
- Die Dynamik des Brandverlaufs sowie des Löscheinsatzes beeinflussen die entstehende Brandgaszusammensetzung und, über die vorhandene Thermik, die Verteilung dieser Schadstoffe

© by FKS: 04/2014

Brandrauch bzw. die bei einem Brand entstehende Schadstoffwolke besteht jedoch nicht nur aus Gasen:



Anorganische Brandgase sowie leichtflüchtige organische Verbindungen sind im Einsatz messtechnisch relativ einfach erfassbar. Sie sind auch für die akute Giftwirkung im Feuerwehreinsatz verantwortlich.

Feste und mittel- bzw. schwerflüchtige Komponenten können hingegen im Feuerwehreinsatz messtechnisch nicht direkt erfasst werden. Sie führen jedoch langfristig – ohne eine fachgerechte Sanierung – zu möglichen Gesundheitsschäden und können bei einer Freisetzung in die Umwelt auch in die Nahrungskette gelangen. Viele dieser Substanzen stehen im Verdacht, Krebs zu erzeugen (z.B. Benzol, diverse polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK / PAH etc.). Je nach Brandgut können unter ungünstigen Brandbedingungen auch hochgiftige Dioxine und Furane entstehen. Bestehen Fragen zur Umweltbelastung sowie zur Sanierung von mit solchen Brandniederschlägen kontaminierten Bereichen, so müssen diese im Bedarfsfall durch Probenahme und externe Analyse beantwortet werden.

- Die anorganischen Brandgase und leichtflüchtigen organischen Stoffe sind in der Regel unsichtbar und breiten sich mit dem Rauch aus. Manche Gase können sich auch schneller ausbreiten als der sichtbare Rauch. Als Schutz, bei Überschreitung der relevanten Einsatzgrenzwerte, kommt nur Umluft unabhängiger Atemschutz infrage.
- Schwerflüchtige organische Stoffe sind an Russ und Asche gebunden. Sie schlagen sich primär dort nieder, wo auch sichtbare Verschmutzungen entstehen. Wo sichtbare Ablagerungen von Russ und Asche vorhanden sind, muss mit organischen Brandschadstoffen gerechnet werden. Als Schutz bei Arbeiten in diesen kontaminierten Bereichen, insbesondere nach dem Löschen eines Brandes, reichen filtrierende FFP3-Halbmasken in der Regel bereits aus; diese sollten jedoch unbedingt getragen werden.

© by FKS: 04/2014

Gefahren

Die typischen Gefahren von Brandgasen und die in der Praxis wichtigsten Vertreter für diese Effekte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Gefahr	Typische Stoffe
Vergiftung	Kohlenmonoxid Formaldehyd Blausäure (Cyanwasserstoff) Nitrose Gase (Stickoxide) Acrolein
Reizung, Verätzung, Korrosion	Saure Gase (z.B. Chlorwasserstoff bzw. Salzsäuregas) Basische Gase (z.B. Ammoniak) Aldehyde (z.B. Formaldehyd)
Erstickung	Kohlendioxid
Explosion, Flashover (in geschlossenen Räumen)	Kohlenmonoxid Organische Brandgasbestandteile

Brandgastabelle

Anhand der vorhandenen chemischen Elementzusammensetzung der unverbrannten Ausgangsprodukte kann rasch abgeschätzt werden, welche relevanten Brandgase überhaupt entstehen können:

Stoffklasse (Brandgut) Entstehende Brandgase	Formel	Typische Entstehung
Kohlenstoffverbindungen		
Kohlenmonoxid	CO	Kohlenstoffhaltige Verbindungen (ausser Carbonate), Kohlenwasserstoffe, Naturstoffe wie Holz und andere pflanzliche Produkte; besonders bei teilweiser bis vollständiger Verbrennung unter Sauerstoffmangel
Kohlendioxid	CO_2	Aus praktisch allen brennbaren organischen Stoffen (inkl. natürliche Materialien wie Holz etc.); insbesondere bei einer vollständigen Verbrennung
Formaldehyd	CH_2O	Aus praktisch allen brennbaren organischen Stoffen
Kohlenwasserstoffe (aliphatisch / gesättigt), z.B. Methan	C_xH_{2*x+2} (z.B. CH_4)	Besonders bei unvollständiger Verbrennung bzw. Pyrolyse bei tiefen Temperaturen
Aromatische Kohlenwasserstoffe, z.B. Benzol	z.B. C_6H_6, div.	Bei unvollständiger Verbrennung und bei aromatischen oder ungesättigten Kohlenwasserstoffverbindungen, je nach Verbrennung
Styrol	C_8H_8	
Organische Säuren, z.B. Ameisensäure, Essigsäure	z.B. CH_2O_2 $C_2H_4O_2$	Besonders aus der unvollständigen Verbrennung (Pyrolyse) von sauerstoffreichen Kohlenwasserstoffmolekülen (Alkohole, Aldehyde, Ketone, organische Säuren)
Alkohole, z.B. Methanol, Ethanol	z.B. CH_3OH C_2H_5OH	
Aldehyde (z.B. Formaldehyd)	CH_2O	
Acrolein	C_3H_4O	Insbesondere bei der Zersetzung von Fetten, Ölen und Glycerin sowie aus sauerstoffreichen Kohlenwasserstoffen

© by FKS: 04/2014

Stoffklasse (Brandgut) Entstehende Brandgase	**Formel**	**Typische Entstehung**
Stickstoffverbindungen		
Nitrose Gase (NO_x)	NO_2 NO_3	Bei fast allen Bränden in kleinerem Mass; in grossem Mass bei sauerstoffreichen organischen Nitroverbindungen und der Verbrennung von Ammoniumnitratdünger (Salpeterdünger) und Zellulose
Blausäure (Cyanwasserstoff)	HCN	Polyurethane (PU) aus Schaumstoff, Wärmedämmung, Vorhängen und Böden; Celluloid, Polyacrylnitril, Nylon, Wolle, Seide, stickstoffhaltige organische Pflanzenschutzmittel, Papier
Ammoniak (basische Gase)	NH_3	Stickstoffhaltige Verbindungen mit keinem oder wenig gebundenem Sauerstoff (Amine, Amide) z.B. Kunstharze und Textil-Kunstfasern wie Polyamide, Epoxidharze, Melaminharze; natürliche Wolle und Seide
Acrylnitril, aliphatische Nitrile (Propan-, Pentannitril) Organische Amine	div.	Besonders bei unvollständiger Verbrennung
Chlorierte Verbindungen (halogenierte Verbindungen)		
Salzsäure (saure Gase)	HCl	Chlorierte Kohlenwasserstoffe, chlorhaltige Kunststoffe (z.B. PVC, Chloropren), Freisetzung bei thermischer Beaufschlagung von gehärteten Metallen möglich
Chlor	Cl_2	Chlorierte Kohlenwasserstoffe
Phosgen (Carbonylchlorid)	$COCl_2$	Chlorierte Kohlenwasserstoffe (z.B. Dichlormethan, Chloroform, Perchlorethylen), organische Säurechloride; nur zu geringem Anteil aus chlorhaltigen Kunststoffen
Halogenverbindungen, z.B. Flusssäure, Bromwasserstoffsäure	HF HBr	Organische Fluorverbindungen, Teflon (PTFE) Organische Bromverbindungen
Schwefelverbindungen		
Schwefeldioxid	SO_2	Schwefelhaltiges Heizöl, Kohle, Torf, schwefelhaltige Proteine und Aminosäuren, Wolle, Seide; organische Schwefelverbindungen
Schwefeltrioxid / Sulfit, Sulfat	SO_3 SO_4	Aus organischen Schwefelverbindungen
Schwefelwasserstoff	H_2S	Organische Schwefelverbindungen, bei Pyrolyse mit Sauerstoffmangel
Phosphorverbindungen		
Phosphorwasserstoff	PH_3	Entsteht bei der Brandzersetzung von phosphorhaltigen Substanzen
Besondere Verbindungen (schwerflüchtig, nicht direkt messbar):		
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK/PAH), z.B. Naphtalin, Phenantren, verschiedene Pyrene und Anthracene	div.	Entstehen bei der Pyrolyse (unvollständigen Verbrennung) von organischen Kohlenwasserstoffen und Naturprodukten
Dioxine (PCDD), Furane (PCDF) etc.	div.	Entstehen bei der unvollständigen Verbrennung, insbesondere von organischen Chlorverbindungen (z.B. PVC)

© by FKS: 04/2014

- Aus verschiedenen Gasen können, in Kontakt mit Wasser, die entsprechenden Säuren entstehen (Salzsäure aus chlorhaltigen Gasen; schweflige Säure aus SO_2)

- **Messtaktik für Brände**

  Es ist in der Praxis weder möglich noch sinnvoll, sämtliche theoretisch entstehenden Brandgase im Einsatz zu erfassen. Deshalb ist es sinnvoll, sogenannte „Leitsubstanzen", unter Beizug der Chemiefachberatung, festzulegen. Diese Leitsubstanzen dienen der Auswahl eines einzigen Leitgases, das nach einer Bestimmung für weitere Einzelmessungen benutzt wird (bis es Anlass gibt, erneut eine Gesamtbeurteilung vorzunehmen).

  Dabei ist nicht unbedingt das Gas zu messen, das in der höchsten Konzentration vorliegt (wird bei Bränden meist CO_2 sein), sondern dasjenige, das für den Einsatz, aufgrund vorliegender Konzentration und absoluter Giftigkeit, am relevantesten ist.

  Als typische Leitgase für Brände aller Art gelten (Reihenfolge nach Wichtigkeit absteigend):

  - Kohlenmonoxid
  - Cyanwasserstoff (Blausäure)
  - Nitrose Gase
  - Ammoniak – als Leitgas für sämtliche basischen Gase
  - Chlorwasserstoff (Salzsäuregas) – als Leitgas für sämtliche sauren Gase
  - Formaldehyd
  - Schwefeldioxid

Viele dieser Substanzen sind auch als Teil eines Simultantests für Gasröhrchen erhältlich (siehe Punkt 5.10.2).

Sind Informationen über das Brandgut bekannt, können, aufgrund der aufgeführten spezifischen Gase der Brandgastabelle, zusätzliche Anpassungen bzw. Ergänzungen vorgenommen werden.

Beim Brand von Düngemitteln ist beispielsweise – neben der Entstehung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid – primär von der Entstehung von nitrosen Gasen, Blausäure, Ammoniak und Phosphorwasserstoff auszugehen.

- Eine saubere Verbrennung von natürlichen Stoffen, bei ausreichend Temperatur und Sauerstoff, führt vergleichsweise zu wenig sichtbarem Rauch. Hier sind in der Regel nur klassische Brandgase (CO_2, CO, CH_2O) vorhanden, die bei einer Verbrennung ausserhalb von Gebäuden selten eine Gefahr für Mensch, Tier oder Umwelt darstellen.
- Brände mit starker Russ- und Qualmentwicklung oder sichtbar verfärbtem Rauch weisen hingegen auf besonderes Brandgut oder besondere Brandbedingungen hin, die möglicherweise für Einsatzkräfte und Umgebung äusserst gefährlich sein können.

  Beispiele:
  - Farbiger Rauch (aller Art) durch Verbrennung von Chemikalien
  - Dichter, gelber Rauch durch Verbrennung mit Sauerstoffmangel (Flashover-Gefahr)
  - Starke Russentwicklung durch Verbrennung von Kunststoffen

© by FKS: 04/2014

Zersetzungsgase / Gasförmige Produkte bei biologischen oder chemischen Prozessen

Biogasanlage

- Landwirtschaftliche Biogasanlagen bestehen meist aus Substratbehältern (Gülle, Mist, Bioabfälle), Faulbehältern (Fermenter) und möglichen zusätzlichen Gasspeichern. Das erzeugte Gas wird meist in einem Blockheizkraftwerk zu Wärme und Elektrizität umgewandelt.
- In Biogasanlagen bestehen Gefahren durch brennbare und teilweise giftige Gase (Methan und Kohlendioxid; bei ungünstigen Bedingungen Schwefelwasserstoff, Blausäure, Ammoniak).
- In nicht landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden auch Lösungsmittel und industrielle Abfälle vergärt; bei Störungen im Gärprozess können hier weitere giftige Gase und gefährliche Stoffe austreten.

- Biogasanlagen mit industrieller Gasaufbereitung zur Einspeisung in das Erdgasnetz verfügen über komplexe chemische Prozessanlagen, in denen das Gas gereinigt, getrocknet und odoriert wird. Die dafür verwendeten chemischen Hilfsstoffe weisen – ähnlich wie in einer Chemieanlage – zahlreiche mögliche Gefahren (giftig, ätzend, umweltgefährdend, brennbar) auf.
- Bei Zwischenfällen können auch die verwendeten Gärsubstrate sowie mechanische und elektrische Einrichtungen gefährlich sein (z.B. Gewässerverschmutzung bei Auslaufen eines Behälters; Stromschlag; mechanische Verletzungen durch Rührwerke etc.).

Gas	Formel	Beispiele
Chlorgas	Cl_2	Fehlmanipulation in Schwimmbädern (Javel + Säure)
Chlorwasserstoff (Salzsäuregas)	HCl (Gas)	Natriumchlorid (Kochsalz) + Schwefelsäure
Kohlendioxid	CO_2	Gärung von natürlichen Produkten (z.B. Wein und Bier), Reaktion von Kalk / Marmor und Säure
Kohlenmonoxid	CO	Entwicklung im feuchten Pelletkeller, unvollständige Verbrennung (Heizung, Verbrennungsmotoren)
Methan	CH_4	Vergärung von biologischem Material (Biogasanlage, Kläranlage); natürliche Vorkommen in Böden (z.B. Freisetzung bei Erdbohrungen)
Schwefelwasserstoff	H_2S	Abwässer, Gerbereien, Faul- und Klärgruben
Wasserstoff	H_2	Entstehung bei Ladung von Nass- / Säurebatterien, bei Reaktion von Metallen und Säuren. Zusammen mit Sauerstoff => Knallgasbildung!

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Zusätzliche Hinweise zu Kunststoffbränden

Verwendung

Kunststoffe werden in den verschiedensten chemischen (PE, PET, PVC, PTFE, PS, PP etc.) und physikalischen (spezifisches Gewicht; Schaumstoff; Platten; Spritzteile, Folien, Schläuche, Fasern) Formen im Alltag eingesetzt. Übersicht über die wichtigsten Verwendungen:

Gegenstand / Produkt	**Kunststoffmaterial** (typischerweise)
Eimer, Fässer, Folien	Polyethylen (PE)
Kunststoffflaschen	Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS)
Verpackungsmaterial	Polystyrol (PS), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP)
Textilien	Polyester
Farben, Klebstoffe	Acrylharze, Epoxidharze
Formteile	Phenol-Kunststoffe
Schaumstoff, Dämmmaterial	Polyurethane
Styropor, Dämmmaterial	Extrudiertes Polystyrol (EPS)
Kunststoffrohre	Polyvinylchlorid (PVC), Polypropylen (PP), hochdichtes Polyethylen (HDPE)
Kabelisolierung	Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Polyester, Teflon (PTFE)

Kunststoffe können zusätzlich verschiedenste Zusatzstoffe (metallische und organische Additive) zwecks UV-Schutz, Farbgebung, Brandschutz, Elektrostatik etc. beinhalten.

- In Abfällen sind praktisch sämtliche chemische Formen von Kunststoff vorhanden. Durch mechanische Verarbeitung (Shreddern) und grosse Lagermengen stellen Recycling-Lager eine besondere Gefährdung dar; hier ist praktisch immer mit dem Vorhandensein von allen möglichen Arten von Kunststoffen zu rechnen.

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Besondere Eigenschaften im Brandfall

Typische Kunststoffe schmelzen bei 70 - 190 °C, zersetzen sich bei ca. 250 - 350 °C und entzünden sich bei Temperaturen von 350 - 500 °C.

Besondere Gefahren sind deshalb die Bildung von Fliess- und Tropfbränden sowie die rasche Lachenbildung durch schmelzende Kunststoffe (Brandausbreitung in vertikaler und horizontaler Richtung; auch von oben nach unten möglich). Gestapelte Kunststoffprodukte können durch Erwärmung sehr rasch erweichen und dadurch umkippen.

Kunststoffe zeichnen sich durch hohe Heizwerte aus, die mit Heizöl vergleichbar sind. Der Brand einer Lache von flüssigem Kunststoff ist grundsätzlich mit einem Flüssigkeitsbrand von apolaren Brennstoffen vergleichbar und erfordert zum effizienten Löschen den Einsatz von Schaum.

- Bei direktem Wassereintrag (Vollstrahl) in eine brennende Kunststoffschmelze besteht höchste Gefahr („Fettexplosion")

- Beim Brand von unproblematischen Kunststoffen besteht die Herausforderung im Feuerwehr- / Chemiewehreinsatz im meist schwierigen Löscheinsatz (besonders bei Folien und grossen Granulatbergen) sowie in Bezug auf das kontaminierte Löschwasser

Brandgase

Viele Kunststoffe (z.B. PE, PP, PET, PS, EPS) sind klassische organische Kohlenwasserstoffe, die bei genügend Hitze vergleichsweise relativ schadstoffarm verbrennen, jedoch meist enorme Mengen Russ und Rauch erzeugen. Beides wird über die Luft weit verteilt und kann grosse Kontaminationen hervorrufen und gleichzeitig auch im Löschwasser suspendiert werden.

Stickstoffhaltige Kunststoffe (Polyurethane, Acryl- und Epoxidharze) können weitere giftige und ätzende Gase wie Blausäure und Ammoniak freisetzen.

Besonders giftige und korrosive Brandgase entstehen bei der Verbrennung von PVC (=> Salzsäure, Chlor; teilweise Phosgen) und PTFE (=> Flusssäure).

Bei Kunststoffbränden ist deshalb die Auswahl folgender Leitsubstanzen angezeigt:

- Kohlenmonoxid
- Formaldehyd
- Cyanwasserstoff (Blausäure)
- Ammoniak
- Chlorwasserstoff (Salzsäuregas)
- Phosgen
- Benzol / Toluol
- Styrol

© by FKS: 04/2014

5.13.10 | Einsatzmassnahmen bei Gasaustritt

Gase und Dämpfe dürfen grundsätzlich mit Wasser niedergeschlagen werden. Aber nicht alle Gase und Dämpfe sind auch in Wasser löslich. Wenn ein Gas nicht wasserlöslich ist, ist kein Niederschlagen möglich. Wenn nötig, kann durch den Luftzug eines intensiven Wassersprühstrahls höchstens eine Gaswolke umgeleitet oder verdünnt werden. Eine Gaswolkenumleitung gegen starken Wind ist jedoch nicht möglich.

Technische Massnahmen zum Eindämmen von Gasaustritt

- Gasleck erkennen und Stoff identifizieren
- Gasaustritt minimieren oder abstellen durch Schliessen des Ventils oder Aufstellen von umgekippten bzw. liegenden Behältern
- Abdichten, wenn möglich (mechanisch; vereisen bei Flüssiggasen)
- Kontrolle mit Lecksuchspray
- Gas bei einem nicht aufzuhaltenden Gasaustritt, möglichst bei der Austrittsstelle, abführen
- Gefahr des kontaminierten Wassers so klein wie möglich halten; Neutralisation vor Ort prüfen und gegebenenfalls durchführen

- Nie auf vereiste lecke Gasflaschen und Leitungen spritzen (Wasser schmilzt das Eis, und der Gasaustritt wird wieder grösser)
- Nie direkt in verflüssigte Gase spritzen (Wasser erwärmt das kalte Gas, wodurch der Gasaustritt wieder grösser wird)

Eine Gas- oder Dampfwolke kann mit verschiedenen bekannten Mitteln bekämpft werden:

- **Niederschlagen – Einsatz mit Hohlstrahlrohr**

  Der Sprühstrahl ist immer so nahe an der Austrittsstelle wie möglich einzusetzen. Der Erfolg stellt sich bei kleinem Wasserverbrauch schneller ein, je länger die Kontaktfläche zwischen Gas und Wasser ist. Bei richtiger Anwendung zieht das Hohlstrahlrohr die Gase unmittelbar ein. Die Wirkung muss aus Distanz beobachtet werden und wenn nötig, ist die Rohrführerstellung anzupassen. Bei grossen Gaswolken, ist auch der Einsatz von Wasserwerfern möglich.

- **Niederschlagen –**
  Einsatz mit Hydroschild

  Drei 55er-Hydroschilder können um einen Schacht aufgestellt und mit Schlauch oder Keil unterlegt werden. Damit wird der Wasservorhang oben geschlossen und der Kamineffekt unterbunden.

  Beim Gasaustritt aus einem Raum können Hydroschilder auch an die Wand oder über eine Tür gestellt werden. Durch den Wasserdruck halten diese an der senkrechten Wand.

  Ebenso kann ein Hydroschild in der Kanalisation, bei einem Kamin oder einer Notentlastung (z.B. Ammoniaksturmlüftung über Dach) eingesetzt werden.

© by FKS: 04/2014

- **Einsatz mit Schaumrohr (Notabsorber)**

  Anstelle der Luft, wird ein Gas-Luft-Gemisch über das Schaumrohr angezogen. Die absorbierte Luftmenge wird über die Wahl des Rohres bestimmt. Die Wassermenge sollte so gering wie möglich sein, damit die zu entsorgende kontaminierte Wassermenge klein gehalten werden kann.

  Mithilfe einer Welaki-Mulde oder einem MS-Stapelbecken und einer Tauchpumpe kann ein Kreislauf gepumpt werden. Das Schaumrohr ist in den Auffangbehälter zu richten. In der Welaki-Mulde kann dann ein eigener Kreislauf für die Neutralisation – analog einem Gaswäscher – betrieben werden. Der Selbstschutz und die 4-A-Regel des Rohrführers sind zu beachten. Wenn möglich, kann das Schaumrohr zweckmässig fixiert und unbemannt laufen gelassen werden.

- **Absaugen**

  Gase und Dämpfe lassen sich auch mit einem Lüfter direkt von der Quelle absaugen. Auf die Eignung des Lüfters (Explosionsschutz, Materialbeständigkeit) ist zwingend zu achten! Wasserlösliche Gase können zusätzlich, mithilfe eines angeschlossenen Gaswäschers, in Wasser gelöst, in einem Auffangbehälter gesammelt werden. Eine Neutralisation der Gase ist mit dieser Einrichtung ebenfalls möglich.

- **Einsatz von Notfallkappen und Gasbergebehältern**

  Ist ausströmendes Gas aus einem Gasleck einer Druckflasche nicht zu stoppen, ist der Einsatz eines Gasbergebehälters oder einer Notfallkappe zu überprüfen. Bei Druckgasflaschen mit Chlor und anderen sauren Gasen müssen die Behälter vor der Bergung mit Lappen getrocknet werden. Damit sollte eine Korrosion möglichst verhindert werden.

- Notfallkappen sind nur für Gasflaschen bis zu einem Maximaldruck von 50 - 60 bar zugelassen (nur für nicht brennbare, verflüssigte Gase, z.B. Ammoniak, Chlor, Salzsäuregas / Chlorwasserstoff, Schwefeldioxid)
- Entleerung von Flaschen: Gasflaschen mit verdichteten bzw. komprimierten technischen Gasen (200 bar) dürfen nicht ohne Druckminderer entleert werden!

© by FKS: 04/2014

Müssen Flaschen entleert werden, weil sie nicht im Bergebehälter transportiert werden dürfen (Acetylen), oder passen sie aufgrund ihrer Grösse und Form nicht in einen Bergebehälter, ist es möglich, diese z.B. in eine Welaki-Mulde zu legen (Leck oder offenes Ventil möglichst oben). Anschliessend ist der Gasbehälter mit Wasser zu überfluten und mit Schwerschaum abzudecken. Entstehen laufend neue Schaumblasen, sind die Behälter noch aktiv. Ist die Schaumdecke ruhig, sind die Behälter zu drehen und zu wenden, da sich die Gase immer am obersten Teil der Flasche sammeln. Ein Ex-Lüfter kann über der Mulde für die nötige Verdünnung sorgen (Schaumdeckel beobachten). Eine mögliche Neutralisierung des Wassers in der Mulde muss, je nach Gas, geprüft werden.

- **Einsatz bei Gasaustritt mit Brand**

Je höher der Druck in der Leitung oder Flasche, umso grösser ist der Feuerstrahl bei Gasaustritt. Der Druck am Strahlrohr muss kleiner sein als der Druck beim Gasleck, da sonst das Feuer ausgeblasen werden kann.

- Der Druck in Niederdruck-Erdgasleitungen im lokalen Feinverteilnetz sowie bei Hausanschlüssen ist im Millibar-Bereich (zu vergleichen mit Ansprechdruck bei AS-Masken). Auch mit wenig Druck am Strahlrohr (4 bar) und sehr kleiner Wassermenge (15 - 20 l/Min.), muss das korrekte Wegdrücken der Flammen vom Ventil geübt sein, damit die Flamme nicht erlischt und dadurch die Gefahr grösser wird.

Durch Feuer erwärmte Gasflaschen oder Tanks sind immer mit Wasser zu kühlen und, wenn möglich, aus dem Gefahrenbereich zu entfernen. Dabei sind Deckungen auszunutzen, da die Gefahr des Berstens besteht. Mit der Wärmebildkamera kann vor dem Abtransport die Aussentemperatur gemessen werden. Besondere Vorsicht gilt dabei den Acetylenflaschen, da diese noch Stunden nach Brandeinwirkung bersten können (siehe Punkt 5.13.6).

- Wird eine brennende Gasflamme irrtümlich durch das Strahlrohr gelöscht, ist die Wassermenge sofort zu erhöhen (Erhöhung der angesaugten Luft durch Injektor-Wirkung => Verdünnung der Gasmenge). Die angefangene Taktik ist weiterzuführen, bis das Ventil geschlossen ist.
- In einem Gebäude, z.B. Keller, wirkt unterstützend, wenn eine vor Arbeitsbeginn installierte Absaugung mit Ex-Lüfter und Lute vorhanden ist

© by FKS: 04/2014

Fachinformationen

Wasserlöslichkeit von Gasen

Die unterschiedliche Löslichkeit von Gasen in Wasser ist entscheidend für die Möglichkeit, diese mittels feiner Wassertröpfchen in einem Sprühstrahl oder Gaswäscher niederzuschlagen bzw. zu binden (absorbieren).

Daten für die wichtigsten Gase

Name	Formel	Löslichkeit in Wasser (Gramm Gas / Liter Wasser)
Schwefelsäure (Dämpfe)	H_2SO_4	Vollständig
Ethylenoxid	C_2H_4O	820
Chlorwasserstoffgas (Salzsäuregas)	HCl	720
Ammoniak	NH_3	530
Schwefeldioxid	SO_2	110
Brom	Br_2	35
Wasserstoff	H_2	18
Schwefelwasserstoff	H_2S	7
Chlor	Cl_2	7
Acetylen	C_2H_2	1
Iod	I_2	0,3
Phosphin	PH_3	0,3
Fluor	F_2	Reaktion!
Nitrose Gase / Stickoxide	NO_X (NO, NO_2)	unlöslich
Kohlenmonoxid	CO	unlöslich
Butan	C_3H_8	unlöslich
Propan	C_4H_{10}	unlöslich

Sehr gut wasserlöslich

Kaum wasserlöslich

- Alle Säuren und Basen bzw. deren Dämpfe sind meist vollständig wasserlöslich
- Gasförmige Halogene (Brom, Chlor, Fluor, Iod) sind sehr schlecht (Brom) bzw. praktisch nicht wasserlöslich (Chlor, Fluor, Iod).
  Durch die Zugabe von Natriumthiosulfat zum Wasser können diese Stoffe jedoch durch chemische Umwandlung gelöst werden (siehe Punkt 5.12.2).

© by FKS: 04/2014

5.14 | Umpumpen

Ist ein Gebinde undicht oder umgekippt, kann es notwendig sein, den darin enthaltenen Stoff umzupumpen. Art und Grösse des Gebindes und des umzupumpenden Stoffs selbst bestimmen die Pumpenwahl. Es ist darauf zu achten, dass bereits bei der Beschaffung des Umpumpmaterials alles aufeinander abgestimmt ist. Es stellen sich u.a. folgende Fragen:

- Welche Mengen werden umgepumpt, welche Dimension muss die Pumpe haben?
- Was wird umgepumpt, welche Beständigkeit muss das Material (Pumpe, Schläuche, Dichtungen etc.) haben?
- Welche Übergangsstücke sind zu beschaffen?
- Sind entsprechende Dichtungen zu den Übergangsstücken vorhanden?
- Wie stelle ich den Potentialausgleich bzw. die Erdung sicher?

Es sind unzählige verschiedene Tankanschlüsse in Betrieben, auf der Strasse und auf der Schiene anzutreffen. Es ist eine Auswahl der am häufigsten vorkommenden Anschlüsse zu treffen, und es sind die entsprechenden Übergangsstücke passend auf das eigene Pumpensystem zu beschaffen. Häufigster Standard in der Chemiewehr sind druckseitig die 2"-KAMLOK-Vaterkupplung und saugseitig die 2"-AUTOLOK-Mutterkupplung.

Auswahl einiger Übergangsstücktypen (hier immer auf KAMLOK-Vaterkupplung oder AUTOLOK-Mutterkupplung):

- KAMLOK-Vaterkupplung

- AUTOLOK-Mutterkupplung

- IBC-Anschluss

- Storzkupplung

- ELAFLEX-Mutterkupplung

- ELAFLEX-Vaterkupplung

- Milchrohr DIN 11851 Aussengewinde

- Milchrohr DIN 11851 Innengewinde

- GUILLEMIN-Kupplung

© by FKS: 04/2014

■ CIBA-Aussengewinde

■ CIBA-Innengewinde

■ Kesselwagen-Universalkupplung

■ Flansch-Kupplung

■ Schlitzflansch

■ Kupplung auf Heizöltank

■ API-Kupplung

■ Kugelhahn

■ Rohrbogen 90°

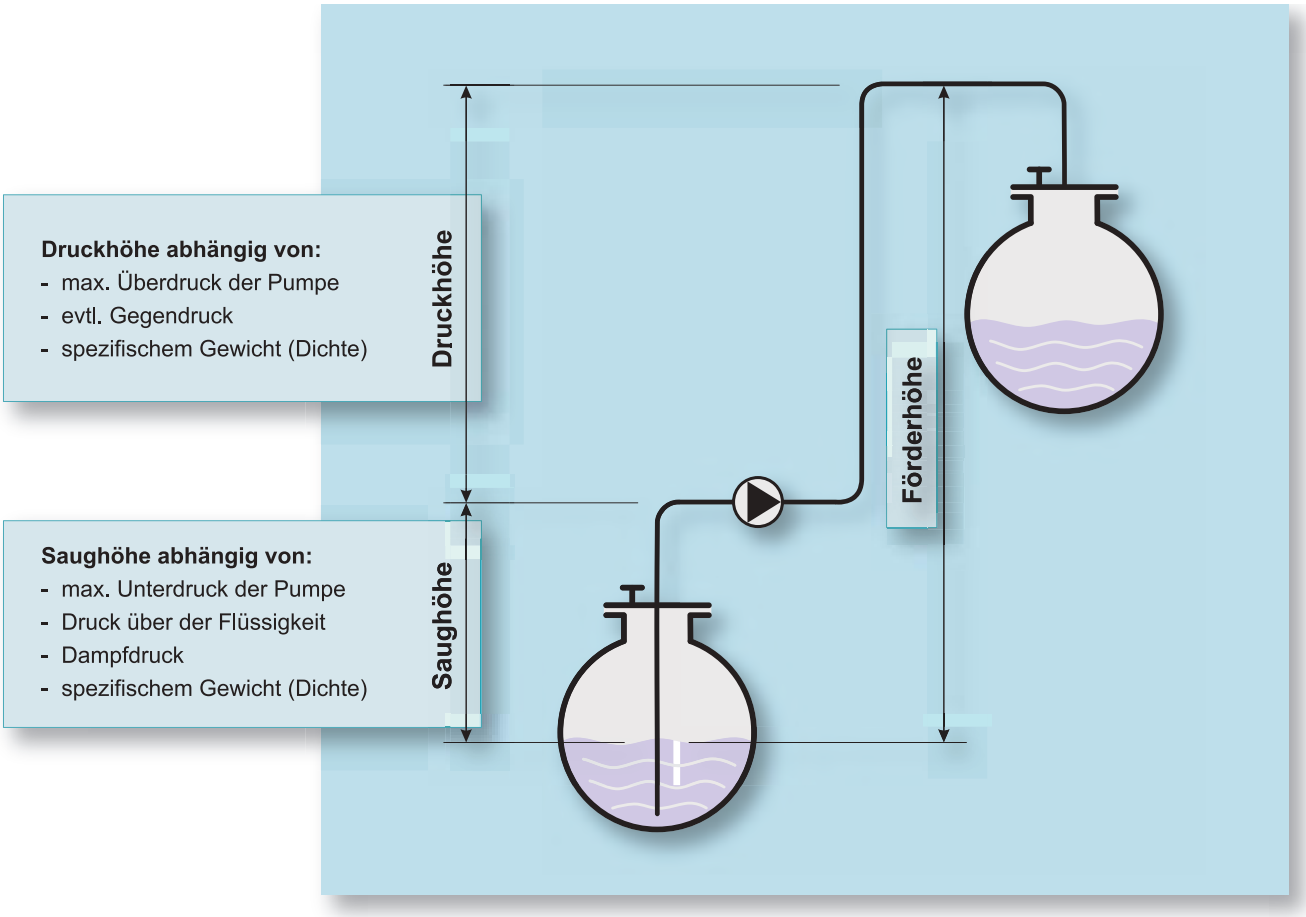
■ Durchfluss-Schauglas

■ Übergangskupplung mit Manometer

■ Pumpenvorfilter

■ Ein-/Auslaufrohr

© by FKS: 04/2014



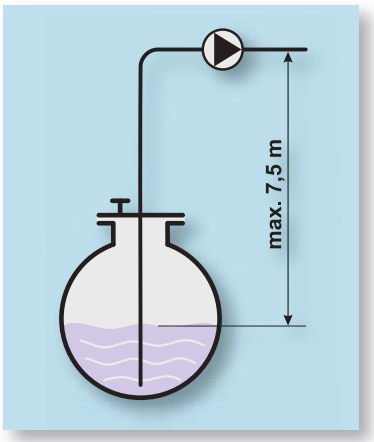
Die Förderleistung und Förderhöhe (zusammengesetzt aus Druckhöhe und Saughöhe) von Pumpen sind sowohl von pumpenspezifischen wie auch von stoffspezifischen Faktoren abhängig.

Beim Umpumpen von chemischen Flüssigkeiten haben folgende stoffspezifische Eigenschaften einen Einfluss auf die Pumpenleistung:

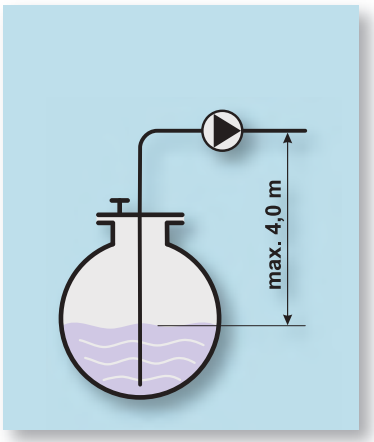
- Spezifisches Gewicht (Dichte)
- Siedepunkt
- Dampfdruck
- Viskosität

Einfluss spezifisches Gewicht (Dichte)

Alle Stoffe mit einer Dichte über 1 sind schwerer als Wasser. Stoffe mit einer Dichte unter 1 sind leichter als Wasser und lassen sich besser pumpen.



Wasser: Dichte = 1



Schwefelsäure: Dichte = 1,8

- Die max. Saughöhe einer Pumpe beträgt 1 bar (theoretisch 10 m Wassersäule)
- Je grösser das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit, desto geringer die mögliche Saug- bzw. Förderhöhe

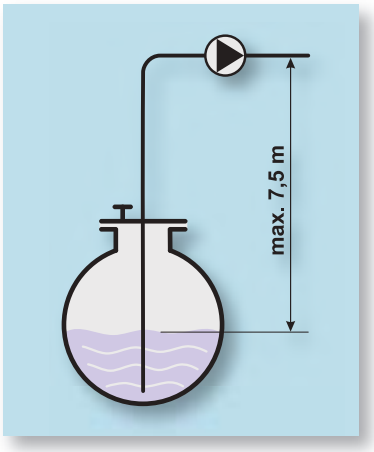
© by FKS: 04/2014

Einfluss Siedepunkt bzw. Kavitation

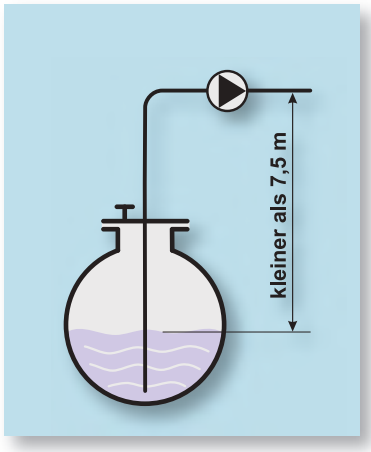
Die hohen Dampfdrücke von tiefsiedenden Medien oder die Partialdrücke von ausgasenden Lösungen (z.B. Ammoniak, Diethylether, konzentrierte Salzsäure) reduzieren die Ansaughöhe ebenfalls. Beim Ansaugen bilden sich Dampf- oder Gasblasen. Die Dampfblasen implodieren in Zonen mit etwas mehr Druck. Diese Druckschläge schaden der Pumpe. Dieser Vorgang heisst Kavitation und ist durch klopfende Geräusche erkennbar. In diesem Fall sind Fördermenge und Ansaughöhe zu reduzieren.

- Je tiefer der Siedepunkt einer Flüssigkeit, desto kleiner die mögliche Saughöhe

Beispiel:



Wasser SP 100 °C

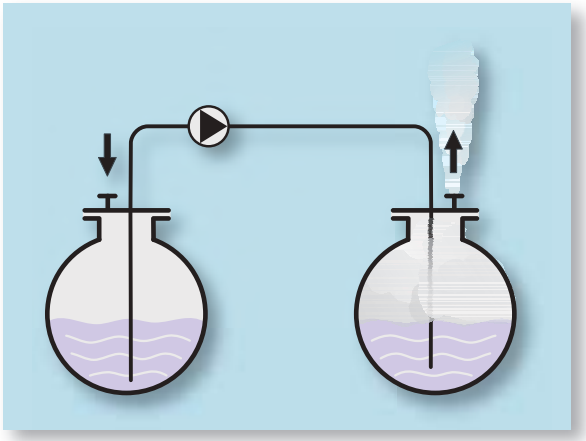


Produkte mit Siedepunkt tiefer als 100 °C

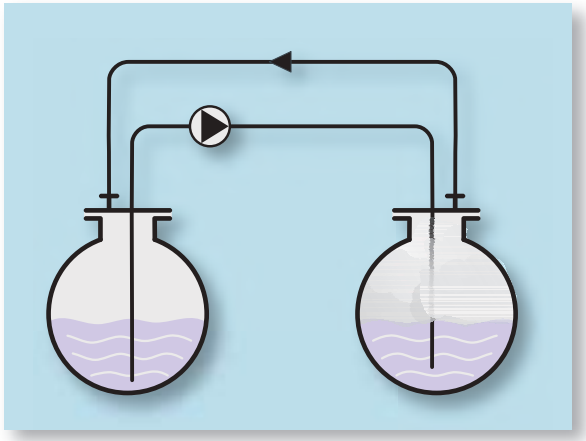
Einfluss Dampfdruck / Einsatz Gaspendelung

Je niedriger der Siedepunkt ist, desto höher ist der Dampfdruck. Je höher der Dampfdruck bei Normaltemperatur ist, desto grösser ist die Verflüchtigung von leichtflüchtigen Stoffen an die Umgebung.

- Bei folgenden Flüssigkeiten sind, nach Möglichkeit und relevanter Menge, Havarist und Reservist mit einer Gaspendelung zu verbinden oder die entweichenden Dämpfe zu binden bzw. zu neutralisieren:
  - tiefsiedende Flüssigkeiten mit hohem Dampfdruck
  - giftige oder übelriechende Flüssigkeiten



ohne Gaspendelung



mit Gaspendelung

© by FKS: 04/2014

Einfluss Viskosität (Zähigkeit)

Die Viskosität ist die Zähigkeit einer Flüssigkeit gegenüber Wasser. Dickflüssige Medien ab einer Viskosität wie Honig verringern die Förderleistung extrem.

- Je viskoser/zäher eine Flüssigkeit, desto grösser der Pumpenwiderstand und der Leistungsverlust
- Je tiefer die Temperatur, desto viskoser die Flüssigkeit

Allgemeine Massnahmen beim Umpumpen von chemischen Flüssigkeiten

- Reservebehälter / Reservist bereitstellen
- Potentialausgleich bzw. Erdung sicherstellen
- Einlauf in Reservist mit Tauchrohr (Vermeidung elektrostatischer Aufladung)
- Am Anfang und am Ende einer Leitung, wenn nötig, Kugelhahn einbauen
- Zusammenbau des Pumpensystems, unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse
- Pumpe in Auffangwanne stellen
- Wenn zeitlich möglich, mit Chemiefachberatung, physikalische und chemische Anforderungen abklären
- Vor dem Fördern, Pumpendrehrichtung überprüfen
- Vor Inbetriebnahme des Systems, alle Anschlüsse, Verbindungen, Standsicherheit der Pumpe etc. kontrollieren
- Persönliche Sicherheitsausrüstung des im Pumpenbereich befindlichen Personals überprüfen
- Nicht benötigte Personen haben den Gefahrenbereich zu verlassen
- Ventile in der Reihenfolge des Produkteflusses öffnen
- Pumpe einschalten
- Pumpaktion überwachen; je nach Pumpentyp, Trockenlaufen verhindern
- Pumpensystem, nach dem Pumpen, vor Ort grobdekontaminieren (siehe Punkt 5.7.2)

- Der Reservist sollte aus dem gleichen Material sein wie der Havarist, sofern der Havarist geeignet war; andere Materialien in Rücksprache mit Fachberatung möglich

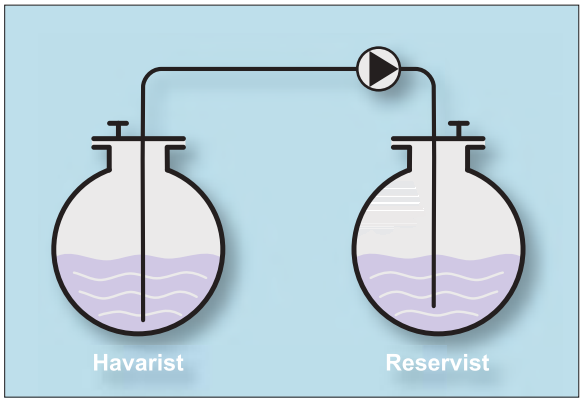
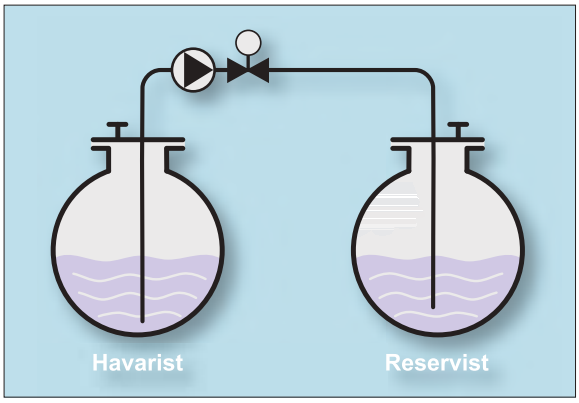
- Nicht gegen geschlossene Schieber pumpen (Ausnahme: bei pneumatischen Membranpumpen ist dies gefahrlos möglich)
- Sämtliche Pumpen, Übergangsstücke und Schläuche müssen nach dem Gebrauch gereinigt und getrocknet werden, damit bei einem nachfolgenden Einsatz keine Gefahr einer ungewollten Reaktion besteht

© by FKS: 04/2014

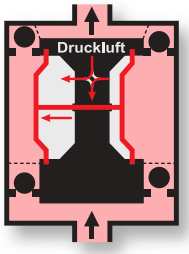
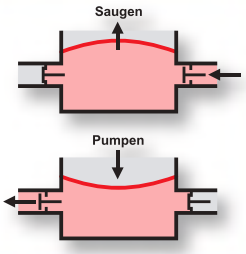
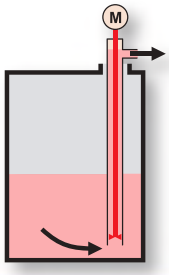
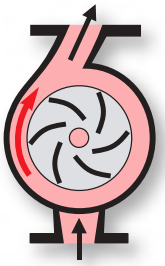
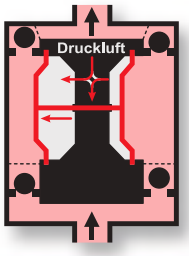
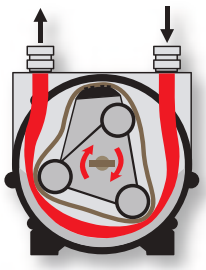
5.14.1 | Pumpentypen

In der C-Wehr müssen unterschiedliche Gefahrstoffe gefördert werden. Die Pumpenwahl richtet sich nach der Leckrate und dem zu fördernden Medium (Beständigkeit, Ex-Gefahr etc.).

Bei den Pumpen unterscheiden wir zwischen Verdrängerpumpen und Zentrifugalpumpen.

	Verdrängerpumpen	Zentrifugalpumpen
Pumpentyp		
Vorteile	■ selbstansaugend ■ nicht dichteabhängig ■ saugseitig stark	■ grosse Fördermengen ■ wenig feststoffempfindlich ■ druckseitig stark
Nachteile	■ pulsierend ■ druckseitig Bypass zweckmässig ■ teilweise feststoffempfindlich ■ teilweise trockenlaufempfindlich	■ nicht selbstansaugend (müssen gefüllt oder in das Medium gestellt werden) ■ teilweise trockenlaufempfindlich
Pumpeneinsatzort	■ Verdrängerpumpe nahe am Reservist mit möglichst langer Saugleitung und kurzer Druckleitung installieren 	■ Zentrifugalpumpe nahe am Havarist, mit möglichst kurzer Saugleitung installieren 

© by FKS: 04/2014

Pumpeneigenschaften	Querschnitt	Förderleistung	Druckhöhe	Pumpentyp
■ Koffer-pumpe (Doppelmembranpumpe)		ca. 20 l/Min.	ca. 3 - 5 m	Verdränger
■ Handmembranpumpe		bis 100 l/Min.	ca. 4 - 6 m	Verdränger
■ Fasspumpe		ca. 200 l/Min.	ca. 4 - 8 m	Zentrifugal
■ Tauchpumpe		350 - 500 l/Min.	max. 15 m	Zentrifugal
■ Doppelmembranpumpe		160 - 350 l/Min.	ca. 9 m	Verdränger
■ Schlauchquetschpumpe		150 - 300 l/Min.	ca. 4 - 6 m	Verdränger

© by FKS: 04/2014

5.14.2 | Elektrostatische Aufladung und Potentialausgleich

Grundsätzliches

- Das Vorhandensein einer Zündquelle ist eine der drei Voraussetzungen für eine mögliche Explosion von brennbaren Gasen / Dämpfen und Stäuben (siehe auch Punkt 5.3.1).
- Personen, Gegenstände und Einrichtungen, Schüttgüter sowie Flüssigkeiten dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nicht gefährlich aufgeladen werden.
- Die Erzeugung von statischer Elektrizität ist in praktisch allen Bereichen möglich, in denen Bewegungen oder Fördervorgänge stattfinden, sofern keine wirksamen Schutz- und Gegenmassnahmen getroffen werden.

Elektrostatische Aufladungen

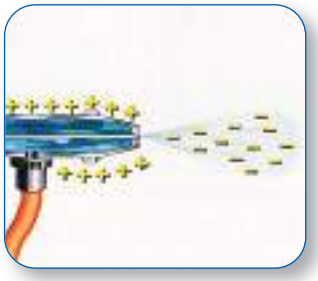
Häufige Gründe für das Entstehen von statischer Elektrizität bzw. für die statische Aufladung von Gegenständen und Personen sind:

- Elektrostatische Aufladung von Flüssigkeiten (Ladungstrennung durch Reibung von nicht ableitfähigen Materialien und nicht leitenden Flüssigkeiten, z.B. beim Transport von brennbaren Flüssigkeiten durch gewöhnliche Kunststoffschläuche, ebenso beim Mischen, Rühren und Schütteln)
- Elektrostatische Aufladung von festen Gegenständen (Ladungstrennung bei mechanischer Bewegung von nicht ableitfähigen Gegenständen, z.B. Begehen von Teppichböden mit isolierenden Gummisohlen, bei Bewegung von Gegenständen mittels nicht ableitfähiger Bodenrollen auf isolierendem Boden, beim Trennen von aufeinanderliegenden Plastikfolienschichten durch Abrollen)
- Mangelhafter Potentialausgleich („Erdung") von leitenden (metallischen) Teilen, die ihrerseits zufolge Kontakts mit elektrostatisch aufgeladenen Objekten aufgeladen wurden
- Zerstäuben von Flüssigkeiten, Entspannung von komprimiertem Gas, Zerstäuben von Partikeln
- Influenz (kontaktlose Aufladung von isolierten, leitenden Gegenständen durch benachbarte, aufgeladene Objekte bzw. einem elektrischen Feld)

Gehen des Menschen auf dem Fussboden

Bewegen eines Förderbandes über eine Umlenkrolle

Strömen einer Flüssigkeit durch eine Rohrleitung



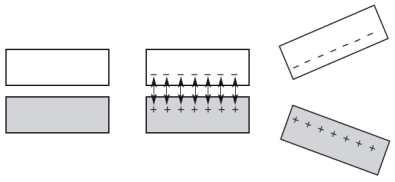
Zerdüsen oder Versprühen von Flüssigkeiten

Ausschütten eines Schüttguts aus einem Sack oder Behälter

Aufprallen von Staubteilchen auf die Wand eines Abscheiders

Grafiken ISSA Chemistry Section

Die häufigste Quelle für elektrostatische Aufladung durch Reibung und Berührung ist die sogenannte Kontaktaufladung mit anschliessender Ladungstrennung. Berühren sich zwei zuvor ungeladene Gegenstände, erfolgt an ihrer gemeinsamen Grenzfläche ein Ladungsübergang. Bei der nachfolgenden Trennung der Oberflächen trägt jede Oberfläche einen Teil dieser Ladung, jedoch mit entgegengesetzter Polarität. Kontaktaufladung kann an allen Grenzflächen zwischen festen oder flüssigen Phasen erfolgen. Reine Gase können nicht aufgeladen werden, wohl aber in einem Gasstrom enthaltene Feststoffpartikel oder Flüssigkeitstropfen.



© by FKS: 04/2014

Entscheidend für die Neigung zur elektrostatischen Aufladung von Flüssigkeiten ist deren Leitfähigkeit. Es gilt: Je tiefer die Leitfähigkeit, desto höher die Neigung zur Aufladung.

Leitfähigkeit	Beispiel	Neigung zur elektrostatischen Aufladung
Hoch	Wässrige Lösungen Aldehyde Ameisen- / Essigsäure Destilliertes Wasser Ketone, Alkohole Rohöl	Tief
Mittel	Ester Schweröl Treibstoff und Öle mit ableitfähigen Additiven	Mittel
Sehr tief	Petroleum, Benzin, Ether, Diesel Schwefelarme Treibstoffe Weissöl, Ether Schmieröle, aromatische Lösungsmittel (z.B. Toluol, Xylol) Hexan Paraffine	Sehr hoch

Die mögliche max. Aufladung einer Flüssigkeit steigt mit der Grösse vorhandener Grenzflächen (z.B. an Wandungen) und mit der Strömungsgeschwindigkeit. Auch eine zweite, nicht mischbare Phase (z.B. mehrphasige Flüssig-Flüssig-Mischungen wie Wasser-Benzin-Gemische oder Feststoffe in Lösung) vergrössert die max. mögliche Aufladung erheblich.

Beim offenen Umfüllen von brennbaren Flüssigkeiten bestehen besonders grosse Gefahren, da sämtliche brennbare Flüssigkeiten nur gering bis praktisch gar nicht leitfähig sind und deshalb zur elektrostatischen Aufladung neigen. Gleichzeitig sind aufgrund der entstehenden brennbaren Dämpfe und der normalerweise ausreichend vorhandenen Sauerstoff-Atmosphäre alle Voraussetzungen für eine Explosion vorhanden.

Das Gleiche gilt sinngemäss auch für brennbare Schüttgüter, die zur Staubexplosion neigen. Mit einer speziell hohen Aufladung ist besonders bei allen Prozessen zu rechnen, wo Schüttgüter, mit schlechter Leitfähigkeit, mit einer andersartigen Oberfläche in Berührung kommen (z.B. beim Mischen, Mahlen, Sieben, Umschütten, pneumatischen Transport).

- Gegenstände und Einrichtungen können elektrostatische Aufladungen erzeugen, die gefährliche Zündquellen darstellen können; in einer normalen Atmosphäre geht jedoch noch keine akute Gefahr von ihnen aus (Brennstoff fehlt im Feuerdreieck)
- Brennbare Flüssigkeiten und Schüttgüter können hingegen, bei elektrostatischer Aufladung und offenem Umgang, zur Gefahr werden, da gleichzeitig Brennstoff und Zündquelle an Luft vorhanden sind

- Wolken aus zerstäubtem Löschpulver oder aus entspanntem Kohlendioxid können ebenfalls gefährlich elektrostatisch aufgeladen sein, was für die Brandbekämpfung keine Rolle spielt, da bei einem Brand die Zündung bereits vorgängig erfüllt ist
- Der Versuch, eine explosionsfähige Atmosphäre mittels CO_2-Löscher zu inertisieren, kann aufgrund der statischen Entladungen an der Austrittsöffnung des Löschers gefährlich sein

© by FKS: 04/2014

Ladungsansammlung

Bei elektrostatisch ableitfähigen Stoffen oder leitfähigen Anlageteilen, die mit der Erde verbunden sind, kann es nicht zu einer relevanten Aufladung kommen, da die entstehende elektrostatische Energie laufend abgeführt wird.

Werden isolierende Materialien oder von der Erde isolierte, leitende Gegenstände jedoch elektrostatisch aufgeladen, so sammelt sich die Ladung, aufgrund des Widerstandes, auf dem Objekt an. Die Ladung wird nur abgebaut, indem sie sich durch Selbstentladung langsam entlädt oder durch Berührung mit einem geerdeten, leitenden Gegenstand ausgeglichen wird.

Das max. elektrostatische Potential (Spannung) aufgeladener Personen und metallischer Gegenstände beträgt rund 10'000 - 20'000 V. Die elektrostatische Ladung bzw. Energie, die ein Gegenstand auf sich tragen kann, hängt von seiner sogenannten elektrischen Kapazität ab, die durch Grösse und Oberflächenform des Objekts gegeben ist. Sie beträgt für kleine Gegenstände (Schaufel, Eimer, Flansch, Werkzeug) max. rund 0,5 - 1 mJ. Kleinere Metallbehälter, Fässer und Personen erreichen rund 10 mJ, grössere Behälter und Tankanlagen bis zu 100 mJ.

- Der selbständige Abbau von Ladungen in einem leitfähigen Behälter mit Flüssigkeit hängt im Wesentlichen von der elektrischen Leitfähigkeit der Flüssigkeit ab. Auch bei sehr schlecht leitenden Flüssigkeiten (z.B. Treibstoffe) und sehr hohen Ladungsdichten reichen in der Regel Verweilzeiten von 100 - 200 Sek. aus, um die Ladung der Flüssigkeit über die Behälterwand abzubauen.

Grafiken ISSA Chemistry Section

Von besonderer praktischer Bedeutung ist auch, dass elektrostatische Ladungen durch elektrostatisch isolierte Personen und Gegenstände übertragen (verschleppt) werden können, sofern keine ableitfähigen Schuhe, Rollen oder Reifen benutzt werden.

Unter normalen Bedingungen sind reine Gase Isolatoren. Sie isolieren Staubpartikel und Tröpfchen, sodass auch Wolken und Nebel ihre Ladung über längere Zeit behalten.

Beispiele für Ladungsanhäufungen auf leitfähigen, von Erde elektrisch isolierten Teilen

A: Rohrstück mit isolierten Dichtungen

B: Metallfass auf isolierender Unterlage

C: Metallspäne im Kunststoffbehälter

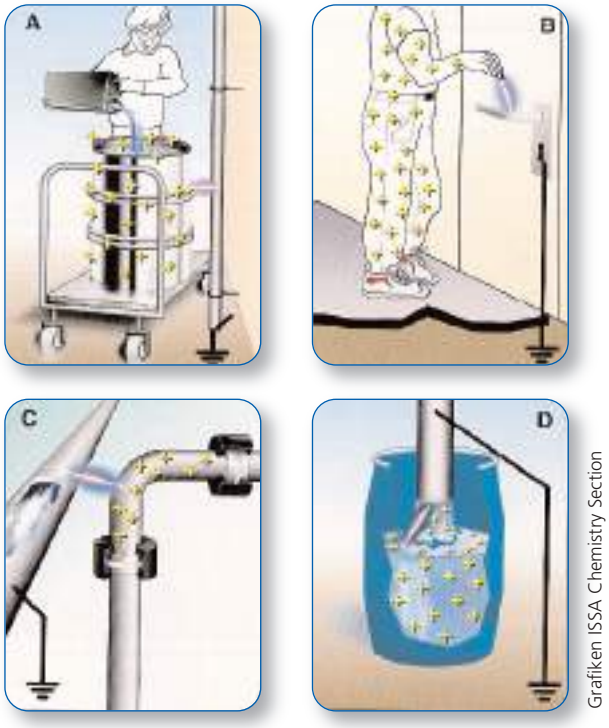
D: Person mit isolierendem Schuhwerk

E: Metallflansch auf Glasleitungen

© by FKS: 04/2014

Entladung / Zündung

Wird die gespeicherte Energie eines aufgeladenen Objekts schlagartig ausgeglichen, können hohe Entladungsströme mit Funkenbildung auftreten. Dies ist besonders dann der Fall, wenn sich zwei leitfähige Teile berühren, von denen ein Gegenstand zuvor isoliert war und der andere leitend mit der Erde verbunden ist. Da die Mindestzündenergien für brennbare Gase und Dämpfe der Explosionsgruppe IIA in der Regel bei einer Energie von 0,2 - 0,5 mJ erreicht sind und diejenigen der Explosionsgruppen IIB und IIC sogar unterhalb von 0,2 mJ liegen, ist angesichts der erwähnten möglichen Ladungsansammlungen, unter theoretisch ungünstigen Bedingungen, selbst mit kleinen, isolierten metallischen Gegenständen, bereits eine Zündung von explosionsfähigen Gas- und Staub-Atmosphären möglich.



Grafiken ISSA Chemistry Section

Bei der Berührung von nicht leitenden Gegenständen (z.B. Kunststoffen) treten sogenannte Büschelentladungen auf. Diese sind weniger energiereich als Funkenentladung metallischer Gegenstände und reichen nicht mehr für die Zündung einer explosionsfähigen Staub-Atmosphäre aus, sind für die Zündung einer explosionsfähigen Gas-Atmosphäre jedoch ausreichend.

Beispiele für das Auftreten von Funkenentladungen in der Praxis

A: Von Erde isoliertes Metallfass

B: Durch Schuhe von Erde isolierte Person

C: Durch Dichtungen isolierter Rohrbogen

D: Durch Kunststoffbehälter isolierte Flüssigkeit

Schutzmassnahmen

Die wichtigsten allgemeinen Schutzmassnahmen zur Verhinderung von elektrostatischen Aufladungen sowie der unkontrollierten Entladung sind im Feuerwehreinsatz:

- Vermeiden von Gerätschaften und Betriebsmitteln mit geringer elektrischer Leitfähigkeit (Produkte aus Metall oder ableitfähigem oder leitfähigem Kunststoff einsetzen)
- Tragen von ableitfähigen Schuhen (Feuerwehrstiefel, Gummistiefel bei Chemieschutzanzügen etc.)
- Verwendung von ableitfähigen Handschuhen
- Ausschliessliche Verwendung von Chemikalienschutzanzügen, die ableitfähig ausgerüstet sind
- Durchführung eines elektrostatischen Potentialausgleichs (oder Erdung), unter Einbezug aller benötigten Betriebsmittel und Behälter
- Massnahmen, die zu statischer Aufladung führen vermeiden (Reibung, Kunststoffplane über Boden ziehen etc.)
- Vermeidung von isolierten metallenen Gegenständen in Behältern mit brennbaren Flüssigkeiten (z.B. metallene Schwimmkörper bei Öl-Skimmern, sofern nicht in Potentialausgleich einbezogen)
- Vermeidung von Reinigungsarbeiten mit Hochdruck in explosionsgefährdeten Bereichen und Tanks

- Kunststofffolien und PSA-Produkte mit antistatischer Ausrüstung (Beschichtung) sind ableitfähig und geeignet, um statische Aufladungen mit ausreichend Zündenergie zu vermeiden. Saug- und insbesondere Drucklutten, nach Möglichkeit auch Entsorgungssäcke etc., sind deshalb aus Kunststoff mit antistatischer Beschichtung anzufertigen.

© by FKS: 04/2014

Besondere Massnahmen beim Umpumpen von brennbaren Flüssigkeiten:

- Ausschliessliche Verwendung von leitfähigen Schläuchen, beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten
- Vermeidung des Leerlaufens von Rohren und Leitungen (leere Leitungen bergen die Gefahr einer explosionsfähigen Atmosphäre; in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen gibt es hingegen keine explosionsfähige Atmosphäre)
- Vermeidung verspritzender oder weit herab plätschernder Flüssigkeiten (Unterspiegelauffüllung von Flüssigkeiten, an der Wand entlang im Tank einleiten oder Verwendung von Sicherheits-Ausgussrohren)
- Vermeidung von Gasblasen und der Aufwirbelung von nicht mischbaren zweiten Phasen (z.B. Wasser am Grund von Öltanks)
- Begrenzung der Strömungsgeschwindigkeit. Bei normalen Viskositäten von brennbaren Flüssigkeiten darf die Strömungsgeschwindigkeit 7 m/Sek. nie überschreiten. Quader- oder kugelförmige Behälter von etwa 5 m^3 Rauminhalt (z.B. typische Teilräume in Strassentankfahrzeugen) neigen am ehesten zu gefährlichen Aufladungen. Zusätzlich zur Geometrie spielen die Dimension des Einlaufrohrs und die Art der Befüllung (Oben- bzw. Unten-Befüllung, Art des Einlaufrohrs) eine Rolle. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren beträgt beim Umpumpen von Treibstoffen in einen solchen Behälter die max. zulässige Füllgeschwindigkeit 600 - 800 l/Min. (für 2"-Leitung) bzw. ca. 2'000 l/Min. (4"-Leitung). Die Strömungsgeschwindigkeit kann zudem zusätzlich über die Ableitungsfähigkeit der verwendeten Schläuche limitiert sein (eine zu hohe Strömungsgeschwindigkeit im Schlauch führt zu rascherer Aufladung als sicher abgeführt werden kann). Sofern diese Massnahmen nicht ausreichen oder nicht vollständig umsetzbar sind, sind weitere Möglichkeiten zur Reduktion der Aufladung oder Verbesserung der Ableitung möglich:
- Befeuchten von Oberflächen und Gegenständen mit Wasser, um die Leitfähigkeit zusätzlich zu erhöhen
- Geschwindigkeitsbegrenzung beim Rühren oder Schütteln von Flüssigkeiten
- Ausreichende Verweil- / Standzeit hinter Pumpen und Filtern zur langsamen natürlichen Entladung der Flüssigkeit
- Beschränkung von Druck und Durchsatz von Reinigungsarbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen und Tanks

- Bei Reinigung mit Wasserstrahl, mit einem Druck von bis zu 12 bar, ist bei Tanks, mit bis zu 100 m^3 Raumvolumen, nicht mit gefährlichen Aufladungen zu rechnen
- Beim Reinigen von mit Kohlenwasserstoffen benetzten metallischen Behältern mit Wasserstrahl ist nicht mit gefährlichen Aufladungen zu rechnen, sofern der Arbeitsdruck unter 500 bar liegt, die Flüssigkeitsmenge kleiner als 300 l/Min. ist und der Behälterdurchmesser 3 m nicht überschreitet

Ziel all dieser Massnahmen ist, dass in explosionsgefährdeten Bereichen, elektrostatische Aufladungen verhindert oder reduziert und sicher abgeleitet werden können bzw. keine elektrostatischen Potentialunterschiede entstehen, die zu einer gefährlichen Entladung und Zündung führen können.

© by FKS: 04/2014

Schlauchtypen

Beim Umpumpen von brennbaren Flüssigkeiten sind ausschliesslich leitfähige Schläuche einzusetzen. Schläuche werden wie folgt unterschieden:

- Isolierte Schläuche haben einen Widerstand von mehr als 1 MΩ/m. Sie besitzen weder leitfähige Drähte, noch Litzen oder leitfähiges Material und leiten keine elektrischen Ladungen ab
- Ableitfähige Schläuche haben einen Widerstand von 1 kΩ/m - 1 MΩ/m
- Der Widerstand von leitfähigen Schläuchen beträgt weniger als 1 kΩ/m

Leitfähige Schläuche gibt es in zwei Bauweisen:

- M-Schläuche verfügen über elektrisch leitfähige Drahteinlagen, die eine Ableitung über die Schlauchkupplungen ermöglichen. Dabei muss die Verbindung zwischen Drahteinlage und Kupplung elektrisch korrekt angeschlossen werden. Der max. Widerstand über den gesamten Schlauch beträgt 100 Ω (gemessen über gesamte Schlauchlänge, von Armatur zu Armatur). Unter ungünstigen Bedingungen (je nach Stoff und bei hoher Fördergeschwindigkeit) ist die Ableitung dieser Schläuche nicht mehr vollständig ausreichend.
- Ω-Schläuche („Ohm-Schläuche") sind am eingeprägten Zeichen Ω auf dem Schlauch erkennbar. Das Schlauchmaterial besteht hier aus leitfähigem oder ableitfähigem Material. Ein solcher Schlauch kann zusätzlich mit Metalleinlagen ausgerüstet sein, um den Widerstand von Kupplung zu Kupplung tief zu halten.

- M-Schläuche sind regelmässig auf die Unversehrtheit der Verbindungen zu kontrollieren
- Der Widerstand von leitfähigen Schläuchen ist in periodischen Inspektionszyklen, mittels Multimeter, zu kontrollieren

Potentialausgleich und (elektrostatische) Erdung

Als Potentialausgleich wird die Tätigkeit verstanden, verschiedene Betriebsmittel und Gegenstände mittels elektrischer Verbindung auf ein (annähernd) gleiches Potential zu bringen.

Wird dabei zusätzlich auch noch eine elektrisch leitfähige Verbindung mit dem elektrischen Potential des Erdbodens hergestellt, die Erde also in den Potentialausgleich einbezogen, spricht man von einer (elektrostatischen) Erdung.

Beide Begriffe unterliegen elektrischen Normen und Vorschriften. Eine eigentliche elektrische „Erdung" wird im Feuerwehreinsatz durch behelfsmässige Massnahmen jedoch nicht erreicht werden können, sofern nicht bereits vordefinierte Erdungspunkte an festen Installationen (Erdungspunkte bei Tankanlagen, Gebäuden, Eisenbahninstallationen etc.) verwendet werden.

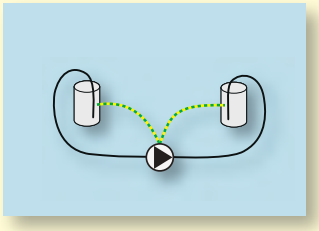
Zweck

- Vorhandene Potentialunterschiede ausgleichen (Potentialausgleich)
- Ladungsdifferenzen bzw. Ladungsaufbau während des Einsatzes verhindern
- Vorhandene Ladung abführen (Erdung)

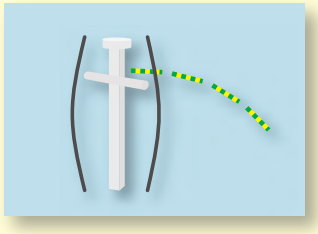
© by FKS: 04/2014

Grundsätzliches Vorgehen

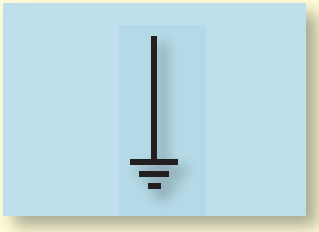
- Sternerdung mit gemeinsamem Sternpunkt: Von einem zentralen Punkt (Sternpunkt) aus sind Havarist, Reservist und Pumpe mit jeweils einer eigenen Leitung zu verbinden; wird keine feste verwendet, kann die Pumpe als Sternpunkt verwendet werden. Da leitfähige Leitungen und Leitungskupplungen verwendet werden, sind diese elektrisch mit der Pumpe verbunden und müssen nicht zusätzlich verbunden werden.

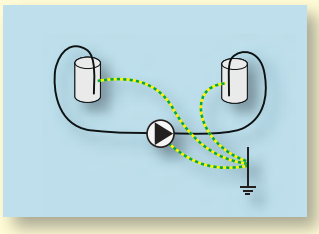


- Auf eine behelfsmässige Erdung (Erdungspfahl, Hydrant, Kandelaber, Leitplanke o.Ä.) kann aus Gründen der Elektrostatik grundsätzlich verzichtet werden.

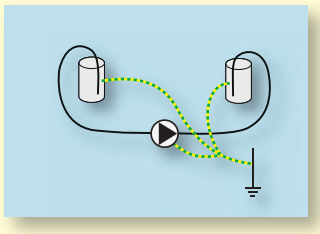


- Feste, vordefinierte Erdungspunkte bei stationären Anlagen (Grosstanks, Gebäude, Eisenbahninstallationen etc.) sind in den Potentialausgleich einzubeziehen, wodurch eine elektrostatische Erdung erfolgt. Im Bereich von Bahnanlagen ist in jedem Fall eine Erdungsverbindung, zwecks Starkstrom-Potentialausgleich, mit der Eisenbahnschiene oder einem bezeichneten Eisenbahn-Erdungspunkt vorzunehmen.



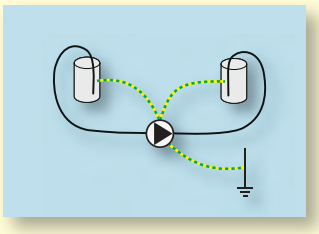


Potentialausgleich unter Einbezug fester Erdung (mittels Sternpunkt)



Variante I

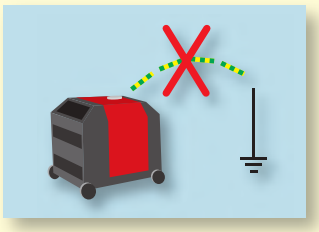
(sogenannte Y-Erdung, mit vom Sternpunkt zurückgezogener Erdungsverbindungsleitung zu festem Erdungspunkt)



Variante II

(sogenannte Y-Erdung, mit Pumpe als Sternpunkt zu festem Erdungspunkt)

- Bei Generatoren ist der Sternpunkt grundsätzlich nur dann mit einer Erdung zu verbinden, wenn dies der Hersteller für den sicheren Betrieb so vorschreibt (Generator mit Netzart TT / TN / IT, mit RCD-/FI-Fehlerstromschutz, benötigen eine fachkundig ausgeführte Erdung mit Widerstand < 50 Ω).
- Bei herkömmlichen mobilen Stromerzeugern (Fahrzeug- oder mobiler Generator), mit Fehlerschutz durch Schutztrennung und Isolationsüberwachung, ist der Sternpunkt des Generators aus Sicherheitsgründen hingegen grundsätzlich nicht mit der Erde zu verbinden (Inselnetz zum Personenschutz bleibt so erhalten). Die Zulässigkeit der Ausführung einer Erdung eines solchen Stromerzeugers richtet sich nach Beurteilung durch Hersteller und Starkstromelektriker.
- Ausnahmen bei Sondergeräten sowie bei Einspeisung in feste Stromnetze und bei anderen Fällen sind gemäss Elektro- und Werkvorschriften zu befolgen.



© by FKS: 04/2014

- Solange keine explosionsfähige Atmosphäre besteht, spielen Reihenfolge des Aufbaus und verwendetes Elektromaterial zum elektrostatischen Potentialausgleich eine untergeordnete Rolle
- Die Verbindungen müssen in jedem Fall elektrisch zuverlässig und mechanisch stabil sein
- Grosstanks verfügen über feste und geprüfte Erdungspunkte, die im Einsatz zu benutzen sind; mobile Behälter (IBC, ortsbewegliche Tanks) verfügen über Potentialausgleichs- bzw. Erdungsanschlüsse, die ebenfalls mit dem Erdungszeichen gekennzeichnet sind und eine sichere Verbindung mit Behälter und Medium garantieren
- Behelfsmässige, nicht gekennzeichnete Kontaktstellen für das Anhängen der Potentialausgleichsklemmen dürfen nicht mit Farbe, Rost oder nicht leitfähigen Schutzschichten versehen sein, sondern müssen eine blanke Metalloberfläche aufweisen, um die Leitfähigkeit sicherzustellen

- Von der Verwendung einer linearen oder ringförmigen Verkabelung zum Potentialausgleich (Erdung) wird aus elektrostatischen und elektrischen Sicherheitsgründen abgeraten

Besondere Randbedingungen im Feuerwehreinsatz:

- Statische Aufladungen können durch den Transport oder das Schadenereignis bereits vorhanden sein
- Das Umpumpen in geschlossenen Systemen ist die Ausnahme – im Gegensatz zum normalen Umschlag von brennbaren Flüssigkeiten zwischen stationären Tanks und Fahrzeugen
- Im Gegensatz zum industriellen Einsatz, bei dem ein Potentialausgleich vor dem Vorhandensein von brennbaren Atmosphären erfolgt (d.h. beim Abfüllen von Gebinden, beispielsweise vor Öffnen des Gebindes oder Ventils), muss im Feuerwehreinsatz mit dem Vorhandensein von brennbaren Atmosphären vor der Ausführung des Potentialausgleichs gerechnet werden

- Bei beschädigtem Gebinde besteht eine explosionsfähige Atmosphäre um Medium und Gebinde
- Ist ein Havarist elektrostatisch aufgeladen und wird ein Potentialunterschied innerhalb der explosionsfähigen Atmosphäre schlagartig ausgeglichen, besteht Explosionsgefahr

© by FKS: 04/2014

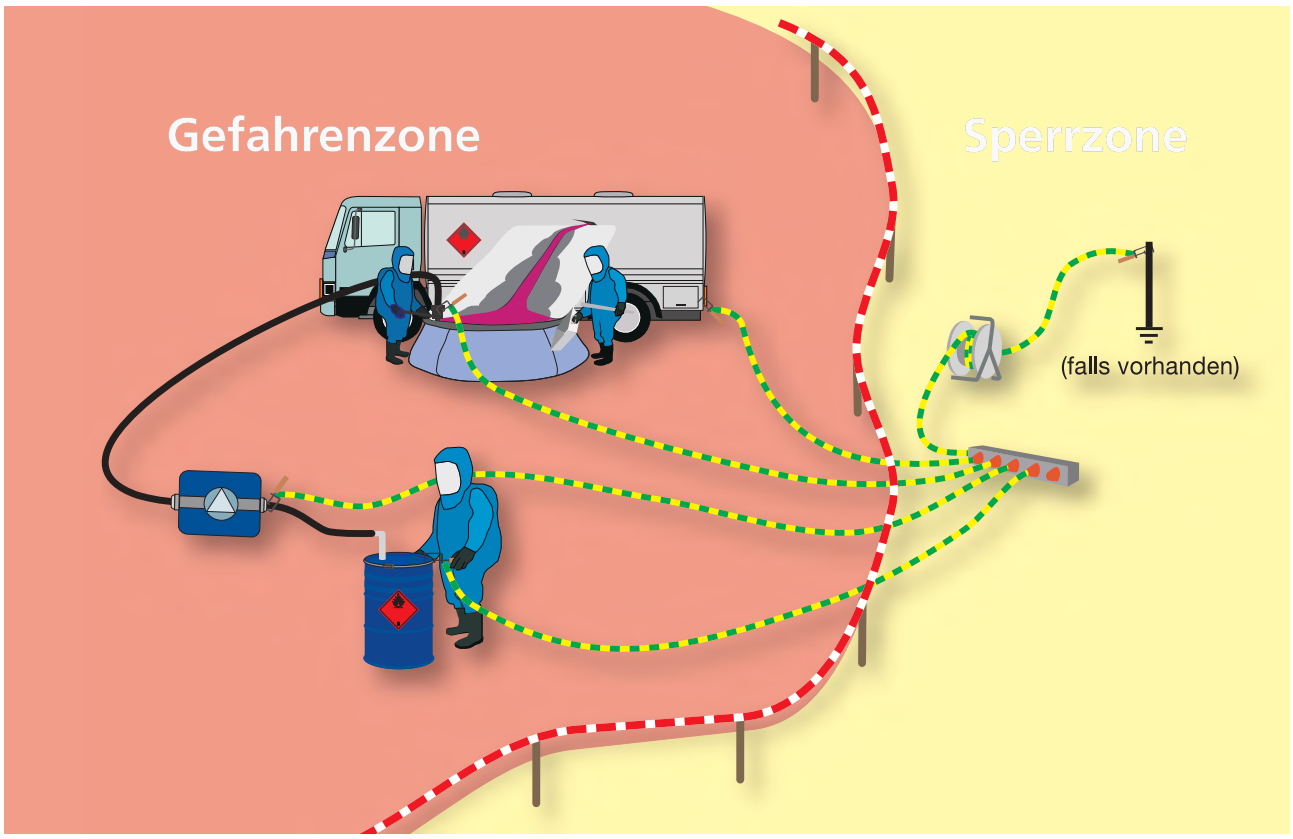
Sicherer Potentialausgleich bei Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphären

Sicherheitsgrundsätze bei Anwendung von konventionellem Erdungsmaterial:

- Der Sternpunkt für den Potentialausgleich (Erdung) muss ausserhalb der explosionsfähigen Atmosphäre liegen (Ex- / Ox-Messungen an diesem Ort durchführen). Dies gilt insbesondere bei der Verwendung einer Pumpe als Sternpunkt. Ansonsten ist eine Potentialausgleichssammelschiene als Sternpunkt zu verwenden, die ausserhalb der Ex-Zone liegt.
- Grundsätzlich ist der Aufbau der Potentialausgleichs- bzw. Erdungsleitungen immer von der Havarie weg zu erstellen. Das Verbindungskabel ist dabei jeweils immer zuerst am Gegenstand und erst dann am Sternpunkt (Potentialausgleichsschiene oder Erdungspunkt) anzubringen. Ein allfällig entstehender Zündfunke beim Potentialausgleich zwischen elektrischen Leitern soll so zwingend ausserhalb der explosionsfähigen Atmosphäre entstehen.
- Zuerst alle Einrichtungen (Havarist, Reservist, Pumpe) mittels Kabel mit Sternpunkt verbinden.
- Gegenstände (Pumpe, Reservist, Schläuche), die zu Beginn ausserhalb der explosionsgefährdeten Zone bzw. Gefahrenzone sind, sind dort bereits in den Potentialausgleich einzubeziehen und mit angebrachter Potentialausgleichsleitung in die Zone zu bringen.
- Leitfähige Saug- und Druckschläuche an der Pumpe anbringen; anschliessend kann das Potentialausgleichskabel an den Schläuchen entfernt werden.
- Förderstrecke immer zuerst zum Havarist, dann zum Reservist aufbauen: zuerst Saugschlauch nach Anschluss an Pumpe in Medium / Havarist eintauchen bzw. anschliessen, anschliessend Druckschlauch in Reservist eintauchen bzw. anschliessen.

- Wird ein zuvor bereits mit dem Sternpunkt verbundenes Potentialausgleichskabel mit einem Gegenstand, der elektrostatisch aufgeladen wurde, in der Ex-Zone verbunden, besteht die Gefahr einer funkenbildenden Entladung mit möglicher Explosion. Aus diesem Grund ist die elektrische Reihenfolge genau einzuhalten.

Beispiel eines Aufbaus (Prinzipdarstellung)



© by FKS: 04/2014

Alternativ zum klassischen Erdungsmaterial gibt es folgende weiterentwickelte Systeme:

- Einsatz von Zangen mit integrierten Vorwiderständen: erlauben die Herstellung eines Kontakts mit Ladungsausgleich, auch innerhalb einer explosiven Atmosphäre, durch Begrenzung des Stromflusses auf eine ungefährliche Menge. Aufgrund des Widerstands dürfen solche Zangen jedoch nicht zum Verbinden von elektrischen Geräten mit schutzgeerdetem Gehäuse (als Sternpunkt) oder zum Anschluss einer festen Erdung verwendet werden. Im Fall von gut geerdeten Teilen (Eisenbahn, Tankanlagen etc.) ist stattdessen ein niederohmiges Kabel zu verwenden (Starkstrom-Potentialausgleich).
- Zangen mit Erdungsüberwachung (Ex-geschützt): zeigen an, ob der Kontakt zwischen den Gebinden sicher funktioniert, auch innerhalb einer Ex-Zone (Vorsicht vor Verwendung von anderen Messgeräten innerhalb explosionsfähiger Zonen!).
- Potentialausgleichskasten (POTAK): Dieses Ende 1990er-Jahre von Armee und Feuerwehr, unter Einbezug von Fachleuten, entwickelte Material bietet eine einfache und einheitliche Möglichkeit, im Einsatz einen sicheren relativen Potentialausgleich für alle Lagen durchzuführen; ein Erdungspunkt muss dafür nicht erstellt werden, eine feste Erdung kann jedoch, sofern vorhanden, einbezogen werden (bei Eisenbahn zwingend). Der POTAK besteht aus einem Kasten, in dem sämtliche Kabelspulen mit einem gemeinsamen Sternpunkt zum Einsatz gebracht werden können. Zum sicheren Potentialausgleich innerhalb explosionsgefährdeter Zonen werden grundsätzlich Zangen oder Wurfblei mit Widerstand verwendet. Nur für den Starkstrom-Potentialausgleich bestehen zwei gesonderte Kabel ohne Widerstand. Die Anwendung des POTAK richtet sich streng nach dem dazugehörigen Ablaufschema.

- Unabhängig vom verwendeten System, hat der korrekte Aufbau eines Potentialausgleichs (Erdung) in jedem Fall schrittweise, und durch einen Chargierten geführt, zu erfolgen
- Zusätzliche kantonale Weisungen und Besonderheiten sind zu beachten

© by FKS: 04/2014

5.14.3 | Notentleerung Mineralölfahrzeuge

Mineralölfahrzeuge für den Transport von Brenn- und Treibstoffen verfügen über folgende Eigenschaften, die im Ölwehreinsatz relevant sind:

- Befüllung bzw. Entladung über unten liegende Bodenventile; Anschlüsse seitlich am Fahrzeug in verschlossenen Armaturenkästen
- Fahrzeuge mit Heckkasten, Pumpen etc. häufig nur für Heizöl-Distribution zu Endkunden; Fahrzeuge zur Belieferung von Tankstellen verfügen häufig über keinerlei Pumpen (Schwerkraftablad)
- Schweizerische Fahrzeuge werden immer linksseitig (fahrerseitig) befüllt
- Abladeseite rechts (Beifahrerseite) oder auf beiden Seiten möglich
- Kupplungstyp auf Befüllseite: API-Kupplung
- Kupplungstyp auf Abladeseite: Häufig ELAFLEX 100
- Häufig keine einfache Öffnungsmöglichkeit per Domdeckel (nur verschraubte Revisionsöffnungen)
- Systeme zur Gaspendelung bzw. Gasrückführung (geschlossenes System beim Befüllen und Entladen)
- Häufig selbsttragender Tankaufbau aus Aluminium (eingeschränkte Stabilität bei Beschädigungen und bei umgekipptem Fahrzeug)
- Tanks nicht druck- und vakuumfest (Beschädigungen bereits bei kleinen Über- und Unterdrücken möglich)
- 1 - 4 Tankkammern mit je 1'500 - 30'000 l Inhalt (total max. 30’000 l pro Fahrzeug bzw. Anhänger)

Fahrzeug mit Schwerkraftablad

Fahrzeug mit Pumpe

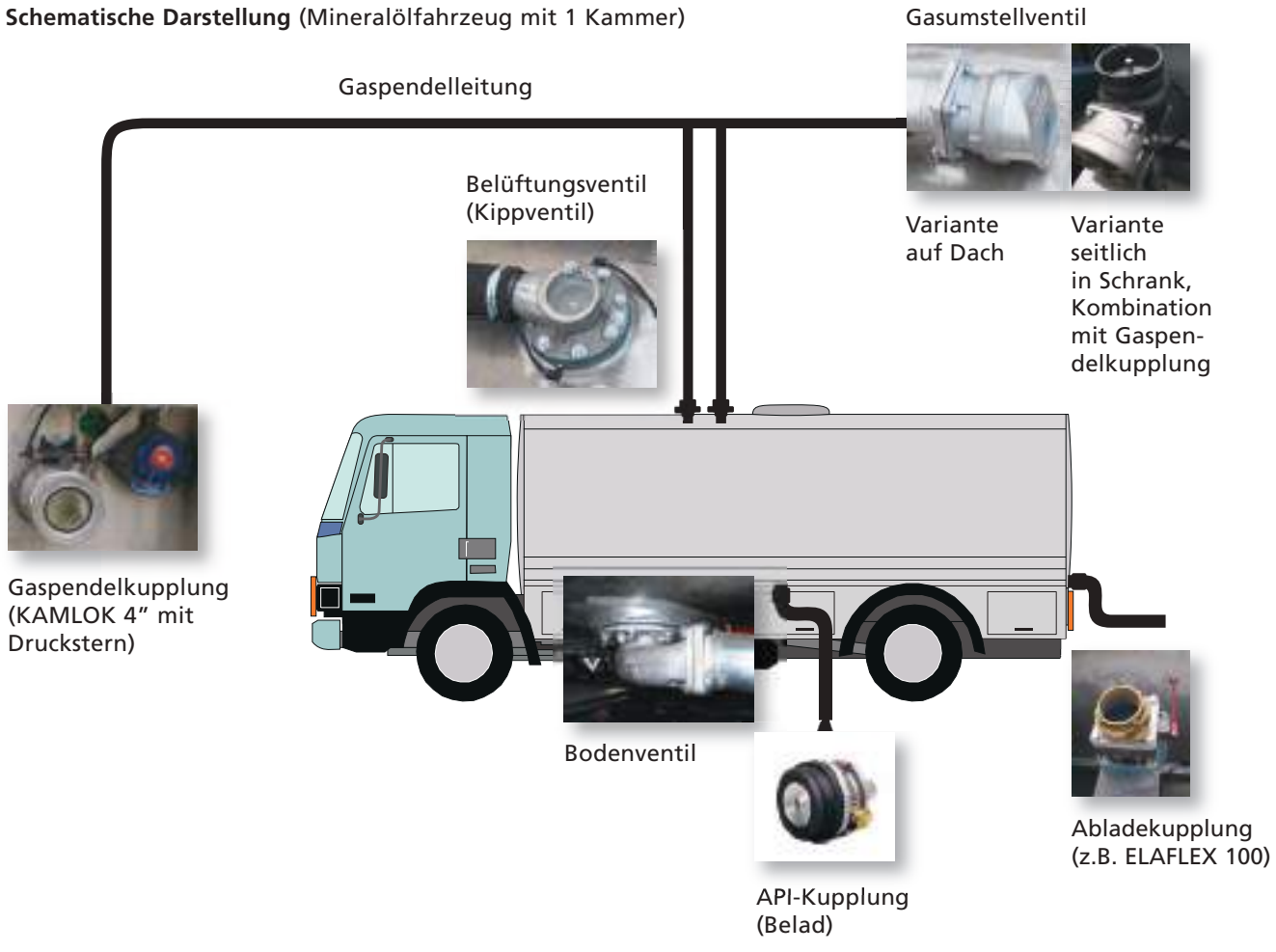
Heckschrank

© by FKS: 04/2014

- Umgekippte Mineralölfahrzeuge grundsätzlich nie in gefülltem Zustand aufrichten (Gefahr des Berstens des Tanks, bei Bewegung unter Last)
- Bei fehlender oder ungenügender Öffnung zum Druckausgleich des Tanks beim Abpumpen besteht die Gefahr, dass der Tank durch den Unterdruck zerstört wird und der Inhalt ausfliesst

- Bei Unfällen mit Mineralölfahrzeugen ist, insbesondere wenn sich das Fahrzeug nicht mehr in Normallage befindet oder ein gewöhnlicher Entlad nicht mehr möglich ist, nach Möglichkeit ein Fachspezialist für Tankfahrzeuge beizuziehen
- Trennen der Batterie nach Möglichkeit über ADR-Batterietrennschalter; bei getrennter Batterieversorgung ist eine Bedienung des Tankfahrzeuges u.U. nicht mehr möglich (besonders bei gesicherten Fahrzeugen mit GPS-Steuerung)

Schematische Darstellung (Mineralölfahrzeug mit 1 Kammer)



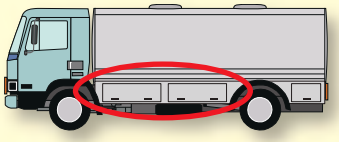
Jede Kammer hat mind. ein separates Belüftungsventil / Kippventil. Diese Ventile sind in einer zentralen Gaspendelleitung zusammengefasst. Die zentrale Gaspendelleitung wird zu je einer Gaspendelkupplung auf der Belade- und der Abladeseite geführt.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Anschlüsse, Ventile und Kupplungen bei modernen Mineralölfahrzeugen

Ansicht Fahrerseite (Strassenseite / Beladeseite)

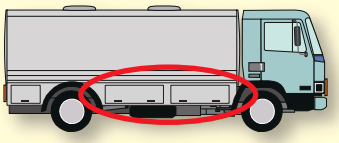


Seitenkasten Beladung

API + Gaspendelung
(KAMLOK 4")

API + Gaspendelung
(KAMLOK 2.5")

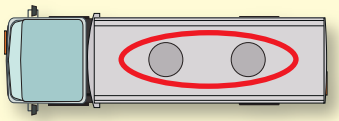
Ansicht Beifahrerseite (Trottoirseite / Abladeseite)



Seitenkasten Ablad
(Gaspendelung KAMLOK 4")

Seitenkasten Ablad
(Gaspendelung KAMLOK 2,5")

Ansicht Dach (Sicht auf Dach)



Domdeckel
(kann auch verschraubt sein)

Offener Domdeckel

Gasumstellventil auf Dach
2-mal Kippventil

Ansicht Heckseite (Fahrzeughinterseite)

Pumpensystem
Zähler
Schlauchrollen
Gaspendelanschluss
Verbindungsanschlüsse für Anhänger

© by FKS: 04/2014

Vorgehen im Ernstfall bei Unfällen mit Tankfahrzeugen

Bei Unfällen mit Tankfahrzeugen muss man sich – analog anderen Schadenereignissen – als Erstes einen Überblick verschaffen:

- Welche Situation ist vorhanden?
- Ist die Lage stabil?
- Tritt Mineralöl aus?
- Hilfeleistung durch Chauffeur möglich?
  Tankwagentechnik noch funktionsfähig?
  Brauche ich weitere Partner oder Spezialisten?
- Welche Absperrorgane und Ventile sind noch zugänglich?
- Was könnte im schlimmsten Fall passieren?

Ist das Tankfahrzeug leer und/oder tritt kein Mineralöl aus, sind lediglich die Bergung und das Abschleppen zu unterstützen. Tritt Mineralöl aus, ist festzustellen, wie viel auslaufen kann und wo sich das Leck befindet. Der Brandschutz ist sicherzustellen und Ölwehrmassnahmen sind zu treffen (auffangen, abdichten, Unterziehplane montieren etc.).

- Jede Feuerwehr kann das Auslaufen von Mineralöl einschränken, auffangen oder stoppen und Spezialisten beiziehen
- Viele ABC-Wehren verfügen über die nötigen Kenntnisse und das benötigte Material, um ein Tankfahrzeug zu entleeren
- Belüftungsventile bzw. Kippventile verschliessen den Tank bei umgekipptem Fahrzeug nicht vollständig; eine Leckrate von bis zu 8 l/Min. ist pro Ventil erlaubt; in diesem Fall läuft das Mineralöl aus dem Gasumstellventil heraus

Ist ein Umpumpen des Tankwageninhalts erforderlich, sind die dafür notwendigen Fachspezialisten mit einem Notfallset aufzubieten. Das Notfallset enthält die entsprechenden Anschlüsse und Armaturen:

- 4“- bzw. 2,5“-Gaspendelanschluss mit Stern für Rückschläger
- API-Kupplung mit Hebel für Rückschläger
- Druckreduzierung von 300 bar auf 6 bar, passend auf Atemschutzflasche
- PP-Schlauch, 6 mm
- Schlauchcutter oder Seitenschneider
- Rückschläger mit 6 mm-Kupplung
- Y- oder T-Stück, 6 mm
- Reduzierung, 8 mm / 6 mm
- Zapfen, 6 mm
- Schlauchverbinder, 6 mm
- Übergang Druckluftarmatur auf 6 mm-Kupplung zu Kugelhahn

© by FKS: 04/2014

Beispiele von Notfallsets zur Tankentleerung

- Achtung: kippt der Tank, können die verschiedenen Produkte aus den Kammern über das Gasumstell- oder Kippventil aus- oder zusammenfliessen (z.B. Diesel und Benzin)
- Auf Flammpunktsenkung achten: 10 % eines tiefer siedenden Produktes (z.B. Benzin) senkt den Flammpunkt rund auf die Hälfte des höher siedenden Produktes (z.B. Diesel); Flammpunkt Diesel rein: 76 - 78 °C; mit 10 % Benzin: rund 38 °C), weshalb an heissen Sommertagen Diesel brennt
- Ungünstige Schnittflächen, bei Verwendung eines Seitenschneiders, können zu nicht vollständig dichten Verbindungen führen; Empfehlung: Schlauchcutter benutzen

© by FKS: 04/2014

Ablaufschema Notfall-Tankentleerung

1. Sichern und Stabilisieren der Lage

- Brandschutz sicherstellen (Wasserabgabe nur wenn nötig)
- Schliessen der Ventile (Bodenventile sind federbelastet, ohne Druck geschlossen)

	Taktik	Massnahmen: Unabhängig der Lage	Tätigkeiten / Bemerkungen
Ortsfeuerwehr	1. Sichern	**Öffnen der federbelasteten Ventile verhindern**	Alle PP-Luftleitungen bei Armaturen am Behälter, mit ca. 15 cm - 20 cm Abstand vom Ventil, mit Seitenschneider durchtrennen
Fachspezialisten (ABC-Wehr)	2. Stoppen	**Schliessen des Gasumstellventils** mit Pressluftdruck (ca. 4,5 - 6 bar) 	**Notfallset einsetzen** 1. Schlauchverbinder montieren 2. Mit PP-Schlauch, Verbindung zu Standort der Pressluftarmatur erstellen 3. Rückschläger aufstecken 4. Druckluftarmatur mit Kugelhahn bei Rückschläger anschliessen 5. Gasumstellventil schliessen, durch Druckaufbau 6. Kugelhahn schliessen, Druckluftarmatur hinter Rückschläger abkoppeln (sofern weitere Ventile geschlossen werden müssen) 7. Auf Druckverlust achten *(Punkte 1 - 2 können auch weggelassen werden, wenn Rückschläger direkt bei Armatur aufgesteckt wird)*

Die Lage ist stabilisiert, sofern der Tank selbst keine Beschädigung mit Stoffaustritt aufweist.

- Nie von einem geschlossenen System (ohne im Einsatz geöffnete und kontrollierte Belüftung / Nachströmung) abpumpen
- Es ist von entscheidender Bedeutung, ein zum jeweiligen Tankabteil (bzw. Bodenventil) zugehöriges Belüftungsventil (Kippventil) zu identifizieren und zu verwenden

- Zur zusätzlichen Sicherheit kann das Entleeren auch via Schwerkraftentleerung in Zwischenbehälter, mithilfe von Pumpen ab dort, erfolgen, anstelle des direkten Abpumpens
- Kontrolle der Funktionalität durch zweiten Fachspezialisten, vor Inbetriebnahme der Pumpe, vornehmen
- Im Notfall, Boden- und Belüftungsventile durch Ablassen des Drucks schliessen
- Befindet sich der Tank kopfüber, so kann es nötig sein, die Gaspendelleitung (Belüftungsventil bzw. Kippventil) zur Entleerung und die Produktleitung (mit Bodenventil) zur Belüftung zu verwenden; das grundsätzliche Vorgehen ist analog (Entlüftungs- und Produktleitung anbringen; zuerst Pneumatik-Ansteuerung für Entlüftungsöffnung installieren, dann für Entleerungsöffnung; beide gleichzeitig öffnen)

© by FKS: 04/2014

2. Weitere Massnahmen

- Reservist organisieren
- Weiteres Vorgehen in Ruhe überlegen
  - Über welche Armatur ist eine Entleerung möglich?
  - Über welche Armatur ist eine Belüftung möglich?
  - Wie viele Teilschritte sind nötig?
- Vorbereitung zum Umpumpen
  - Auffangplane, Behälter, Trichter montieren, mögliches Ausfliessen verhindern, Damm erstellen
- Pneumatische Tankwagen-Notentleerung (Umpumpen des Inhalts von Mineralölfahrzeugen)

  Grundsätze:
  - Für jeden Tank muss zum Druckausgleich eine Leitung für die Luftzufuhr (Belüftung / Nachströmung) geöffnet werden
  - Für jeden Tank muss zum Abpumpen eine Leitung für die Produktentnahme geöffnet werden
  - Vorgängig sind die Schritte zur Stabilisierung durchzuführen (Pneumatik-Leitungen trennen, Gasumstellventil durch Ablassen des Drucks schliessen)

	Taktik	Massnahmen: Unabhängig der Lage	Tätigkeiten / Bemerkungen
Fachspezialisten (ABC-Wehr)	1. Vorbereitung zur Notfall-Tankentleerung	**1. Belüftung festlegen**	**Normallage: Belüftung über Gaspendelleitung** Zum Tank zugehörige Belüftungsventile (Kippventile) bestimmen
		2. Entnahmeöffnung festlegen	**Produktentnahme auf Belade- oder Abladeseite über Bodenventil möglich** Zum Tank zugehörige Bodenventile bestimmen (wenn Tank auf Kopf: allenfalls Gaspendelleitung benutzen, dann aber ohne Pumpe entleeren)
		3. Verbindung zwischen Reservist und Havarist erstellen	**Geeignete Übergangsstücke zu API-Kupplung, ELAFLEX, Flansche etc. einsetzen** Wenn keine passende Verbindung: Zugang wenn nötig über Flansche, durch Lösen mit Schraubenschlüsseln, sicherstellen Erdung bzw. Potentialausgleich durchführen
		4. Belüftungsleitung öffnen, Schlauch anschliessen 	Entlüftungsöffnung gegen Auslaufen sichern: **Produktschlauch anschliessen und über Niveau des Tanks hochziehen** Belüftungsleitung mittels passender Kupplung (z.B. Gaspendelkupplung 2,5"- bzw. 4"-KAMLOK mit Druckstern auf Gaspendelanschluss) öffnen

© by FKS: 04/2014

	Taktik	Massnahmen: Unabhängig der Lage	Tätigkeiten / Bemerkungen
Fachspezialisten (ABC-Wehr)	2. Belüftung öffnen	**Ventil der Belüftungsöffnung durch Druck öffnen** 	1. Schlauchverbinder bei Belüftungsventil (Kippventil) des entsprechenden Tanks montieren; Druckluft-Eingang des Ventils mit Aufschrift „P" verwenden! 2. Mit PP-Schlauch, Verbindung zu Standort der Pressluftarmatur erstellen 3. Y-/T-Stück auf PP-Schlauch aufstecken 4. Verbindungskupplung auf zweiten Anschluss (Druckluft-Ausgang) des Belüftungsventils (Kippventil) setzen 5. Dichtsetzen des Druckluft-Ausgangs am Verbindungsstück mittels Zapfen 6. Kurzes PP-Schlauchstück mit Rückschläger auf Y-/T-Stück aufstecken 7. Druckluftarmatur mit Kugelhahn bei Rückschläger anschliessen 8. Test zum Öffnen der Belüftungsöffnung (Belüftungsventil bzw. Kippventil): zweiter Ausgang des Y-/T-Stücks mittels Zapfen dichtsetzen, öffnen des Ventils durch Druckaufbau (4,5 - 6 bar) 9. Belüftung / Belüftungsleitung überwachen

	Taktik	Massnahmen: Unabhängig der Lage	Tätigkeiten / Bemerkungen
Fachspezialisten (ABC-Wehr)	3. Entleerung öffnen	**Ventil der Entleerungsöffnung durch Druck öffnen** 	1. Schlauchverbinder bei Entleerung (Bodenventil) des entsprechenden Tanks montieren 2. Mit PP-Schlauch, Verbindung zu Y-/T-Stück aus vorherigem Schritt erstellen und einstecken (Dichtzapfen entfernen; Belüftungsventil schliesst sich nochmals) 3. Ventile zum Belüften (Belüftungsventil bzw. Kippventil) und Entleeren (Bodenventil) gleichzeitig, durch Erhöhung des Drucks, langsam öffnen (4,5 - 6 bar) 4. Leitungen überwachen

	Taktik	Massnahmen: Unabhängig der Lage	Tätigkeiten / Bemerkungen
Fachspezialisten (ABC-Wehr)	3. Pumpen	**Umpumpen**	Pumpe in Betrieb nehmen. Bei umgekippten Fahrzeugen sind für die restlose Entleerung meist weitere Aktionen nötig: Wenn die Pumpe nicht mehr schöpft (Niveau unter Entnahmeöffnung gesunken), sind andere Zugänge und Armaturen zu verwenden. Die Aktion ist zu unterbrechen, die Schläuche sind zu entleeren und der Pumpvorgang (das Entleeren) ist nochmals mit neuem Saugzugang zu starten.

© by FKS: 04/2014

5.15 | Sperren auf Gewässern

Für das Auffangen von Stoffen in und auf Gewässern ist die Dichte gegenüber dem Wasser massgebend:

Leichter als Wasser (schwimmt)

„Glücksfall" für den Einsatz
(kann auf der Oberfläche aufgefangen werden)

Schwerer als Wasser (sinkt)

Extrem problematisch!
(Langzeitwirkung, Sanierung!)

Löslich, mischbar, Emulsion

Gefährlich
(je nach Stoff und Konzentration, riesige Menge an verschmutztem Wasser)

Während im Wasser sinkende und in Wasser lösbare Stoffe praktisch nur durch das Stauen und Absaugen des Gewässers gestoppt werden können, gibt es bei schwimmenden Stoffen mehrere Möglichkeiten:

- Ölsperren mit Einwegmaterial (siehe Punkt 5.15.1)
- Ölsperren mit Mehrwegmaterial (siehe Punkt 5.15.2)
- Mobile Ölabscheider (siehe Punkt 5.15.3)

Unabhängig der Methode, müssen Treibstoffverschmutzungen auf Wasseroberflächen möglichst schnell eingedämmt bzw. kanalisiert werden. Die Verschmutzung – und damit die Beeinträchtigung der Natur – nimmt ansonsten rasch ein sehr grosses Ausmass an.

- Vor dem Einsatz müssen Brand- und Explosionsgefahren ausgeschlossen werden können bzw. der Brandschutz erstellt werden
- Ölsperren auf Gewässern sind nur bei tiefen Fliessgeschwindigkeiten wirkungsvoll; spätestens bei Geschwindigkeiten von 1 - 1,5 m/Sek. ist die Einsatzgrenze erreicht. Bei höheren Geschwindigkeiten kann ein Einsatz zudem aus Gründen der Sicherheit (Lasten / Zug) zu gefährlich werden.

© by FKS: 04/2014

5.15.1 | Ölsperren mit Einwegmaterial

Die Ölsperrenvarianten mit Einwegmaterial beruhen hauptsächlich auf dem Prinzip der Absorption (= Aufnahme) des Öls in das Auffangmaterial. Grundsätzlich sollten solche Ölbindematerialien erst dann eingesetzt werden, wenn ein weiteres Abpumpen oder Absaugen der Ölschichten von der Wasseroberfläche nicht mehr möglich ist. Folgende schwimmende und wasserabweisende (= hydrophobe) Materialien können dabei zum Einsatz kommen:

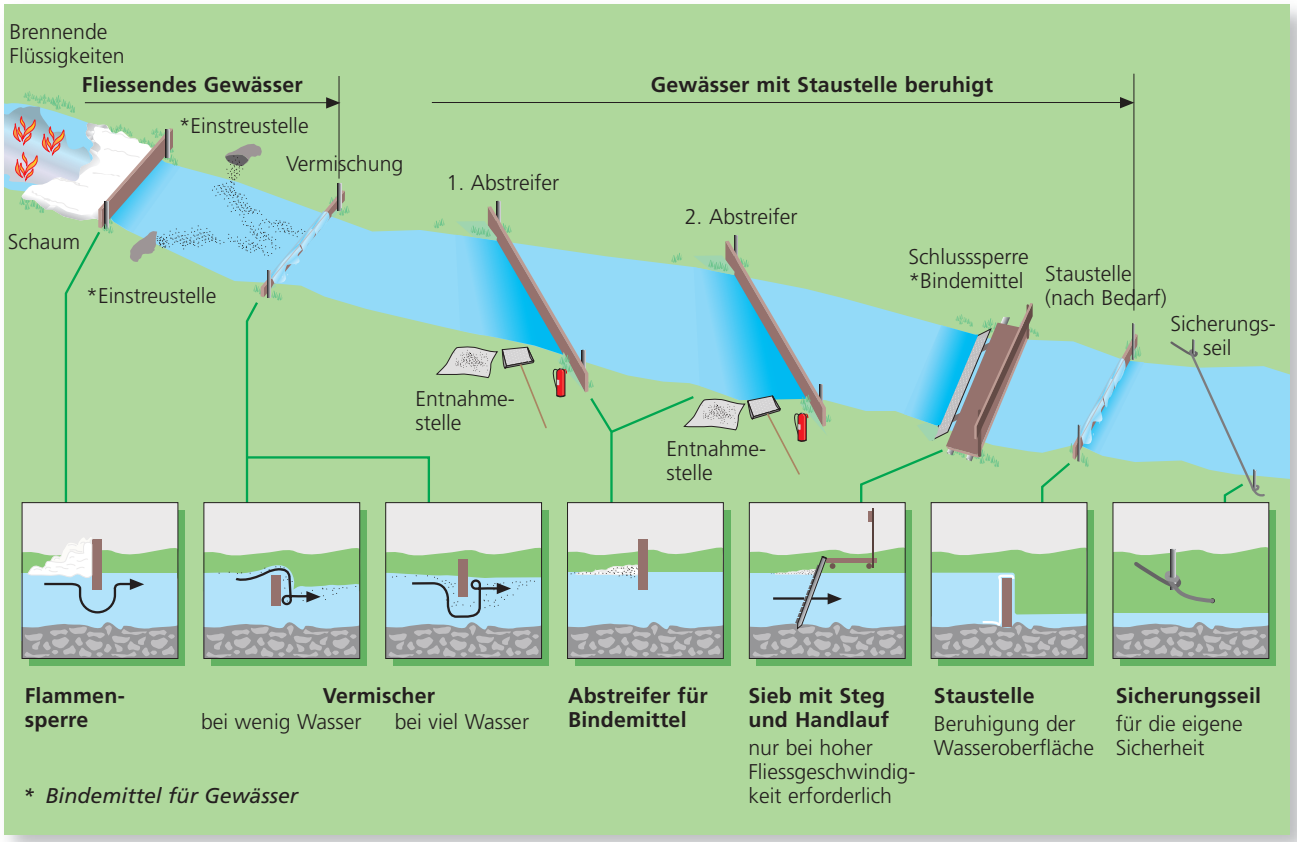
Mittel	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
■ **Bindemittel**	Kann auch bei unruhigem Gewässer eingesetzt werden; ruhiges Gewässer wird an der Entnahmestelle bevorzugt	Bindemittel verfängt sich am (Bach-)Ufer und kann nicht mehr restlos aufgefangen werden; Bindemittel ist sehr leicht und verweht bei Wind	Grosse Körnung ist für die Aufnahme von Restmengen schlecht geeignet
■ **Ölvlies**	Lange Bahnen auf Gewässern, insbesondere Fliessgewässern, ergeben eine lange Kontaktzeit zum Öl- Wasser-Gemisch; besonders geeignet, um noch nicht kontaminierte bzw. schon gereinigte Gebiete (Wege, Böschungen, Arbeitsflächen) zu schützen	Mit Öl durchtränkte Vliesmatten neigen zum Reissen und Tropfen	Ölvlies eignet sich ebenfalls gut an (Bach-) Ufern oder an Entnahmestellen von Bindemitteln
■ **Absorbersperren**	Grosse Bindekapazität (bis 77 l bei 3 m Sperren); können in strömungsfreiem Wasser und bis zu mässigen Windverhältnissen sowohl als Sperren als auch als Aufsaugmittel eingesetzt werden	Sperren können unterspült werden; Kontaktfläche zu Gewässer ist klein; infolge der leichten Bauart sind die Sperren besonders windempfindlich	Stösse müssen überlappend montiert werden, vorzugsweise mit Unterspülschutz (Wasserschürze) einsetzen; Sperre kann auch aufgeschnitten und der Inhalt, in kleine Teile, zerzaust verwendet werden

- Zündquellen von mit Öl und/oder Treibstoffen getränkten Absorptionsmaterialien fernhalten

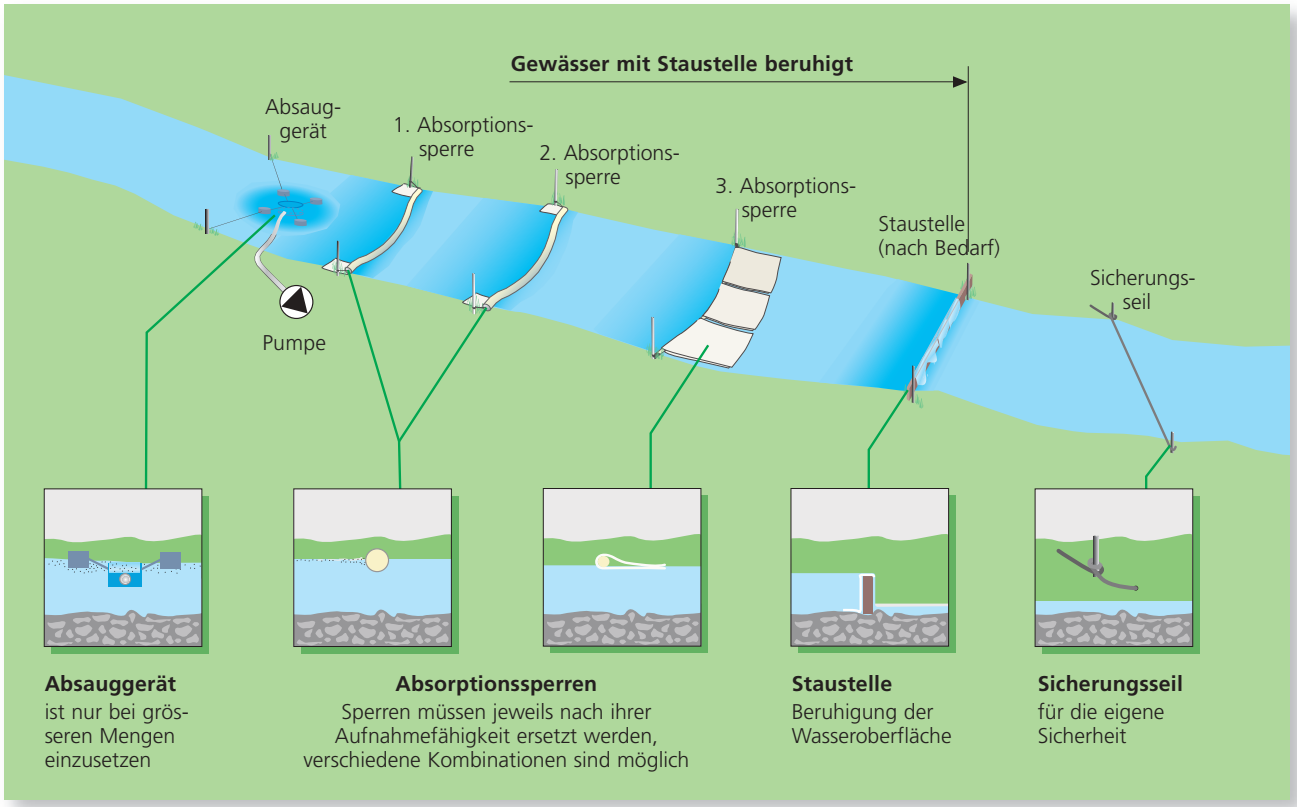
Bei jedem Einsatz in einem Fliessgewässer wird eine Staustelle benötigt. Denkbar ist eine natürliche Staustelle oder eine von den Einsatzkräften erstellte. Ein Erstellen ist mit Holz, Plastik und Erde möglich, aber auch mit kommerziellen Schnelleinsatzsperren.

© by FKS: 04/2014

Sperre mit Bindemittel



Sperre mit Absorptionsmittel



- Am Wasser Schwimmwesten tragen oder gesichert sein!

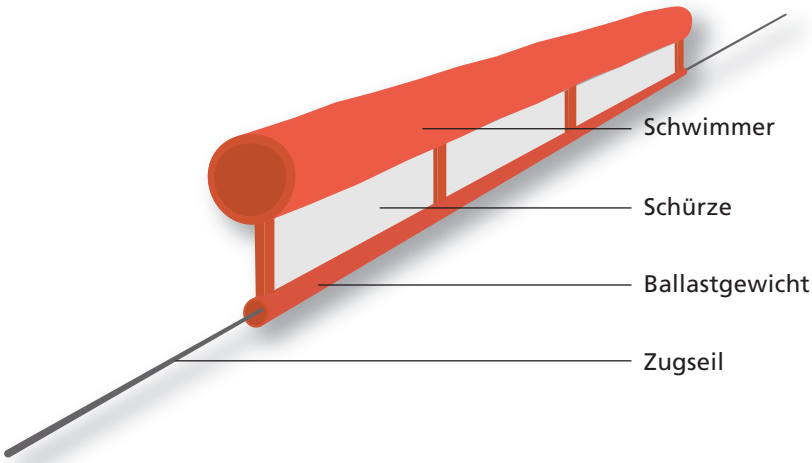
- Es sind bei Bedarf beide Varianten kombinierbar

© by FKS: 04/2014

5.15.2 | Ölsperren mit Mehrwegmaterial

Ölsperren mit Mehrwegmaterial finden Anwendung bei der Bekämpfung von Ölunfällen auf Gewässern. Sie saugen das Öl nicht auf, sondern stauen den auf der Gewässeroberfläche treibenden Ölfilm oder kanalisieren ihn mit dem Ziel, die Ausbreitung des Ölfilms zu verhindern sowie eine Erhöhung der Schichtdicke zu erreichen. Dies ist nötig, um den Absaug- bzw. Skimmvorgang möglichst effektiv zu machen.

Ölsperren mit Mehrwegmaterial sind stets nach dem folgenden Prinzip aufgebaut:



Die Befestigung der Sperre erfolgt durch Verankerung oder sie wird durch Schiffe gehalten. Das Öl sammelt sich vor dem Schwimmkörper, das Wasser unterströmt die Sperre.

Beim Einsatz von Ölsperren sind natürliche Sammelstellen (Anhäufung von Treibgut) auszunutzen. Der Zugang vom Ufer ist oft eingeschränkt. Zugängliche, befahrbare Stellen, an denen Bekämpfungsmassnahmen durchgeführt werden können, müssen möglichst schon im Rahmen der Vorsorge evaluiert werden.

© by FKS: 04/2014

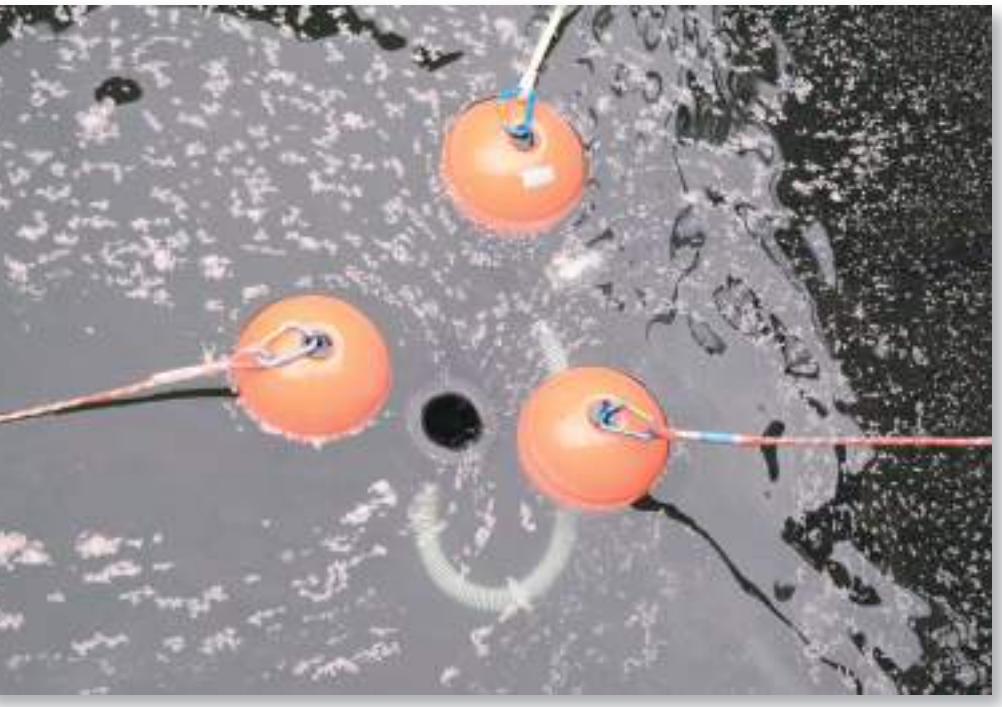
5.15.3 | Mobile Ölabscheider

Mobile Ölabscheider werden für die Trennung von Öl-Wasser- und Benzin-Wasser-Gemischen eingesetzt wie sie bei Öl- und Benzinunfällen auf Oberflächengewässern entstehen können. Die mobilen Ölabscheider können schnell eingesetzt werden, sind leicht zu bedienen und für den Dauerbetrieb mit wenig Kontrollaufwand ausgelegt.

Beim Auslaufen von ca. 3'000 l Öl in ein Gewässer ist ein Öl-Wassergemisch von rund 200’000 l zu erwarten. Damit nicht alles abgepumpt und teuer entsorgt werden muss, kann das Gemisch mit einem mobilen Ölabscheider aufgearbeitet und auf ca. 5'000 l reduziert werden. Der Abscheider eignet sich auch für lang andauernde Verschmutzungen, z.B. wenn sich immer wieder Öl aus einem Kanal oder einer Uferböschung löst.

Das Funktionsprinzip eines mobilen Ölabscheiders entspricht denjenigen Ölabscheidern, die fix eingebaut sind (siehe Punkt 2.19.5).

- Der Einsatz von mobilen Ölabscheidern ist mit der Gewässerschutzfachstelle abzusprechen
- Ein mobiler Ölabscheider verfügt über einen Trockenlaufschutz sowie über eine Flüssigkeitsniveauüberwachung. Wird nichts mehr angesaugt oder befindet sich zu viel Öl in einer Kammer, stellt die Pumpe ab.
- Die Stromversorgung ist sicherzustellen, gegebenenfalls Aggregat nachtanken

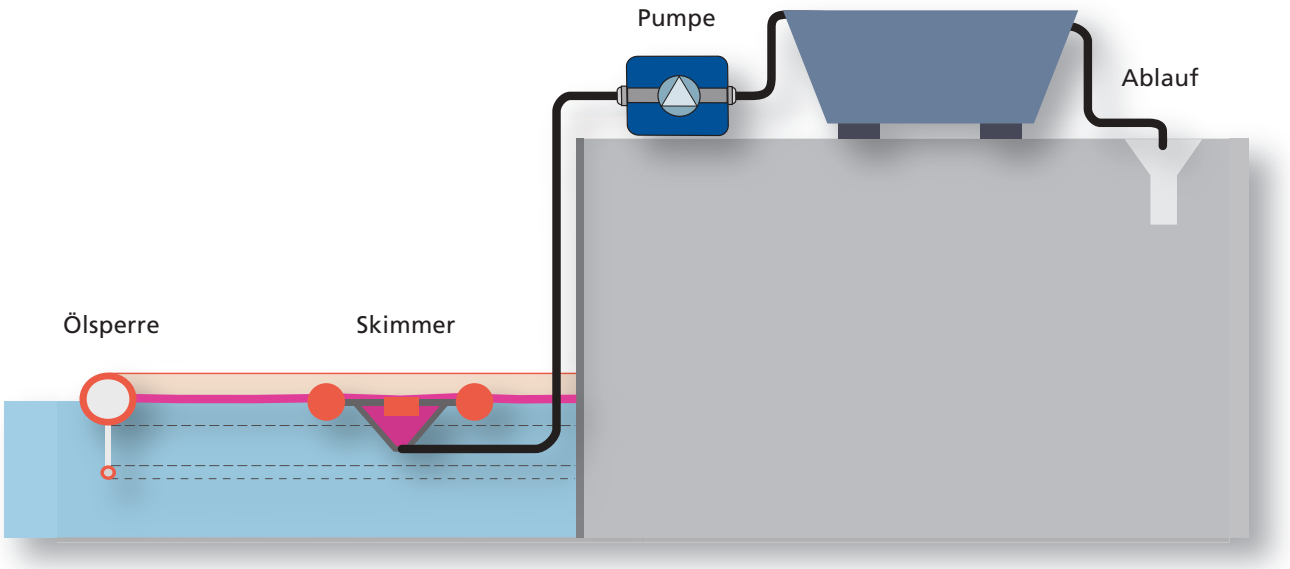


- Skimmer im Einsatz

Damit möglichst wenig Wasser in den Abscheider gelangt, ist der Einsatz eines Skimmers, der nur die oberste Gewässerschicht absaugt, hilfreich.

© by FKS: 04/2014

Schematischer Aufbau eines Einsatzes mit mobilem Ölabscheider



Die Pumpe kann im Abscheider oder gar im Skimmer integriert sein.

Beispiel eines grossen und eines kleinen mobilen Ölabscheiders

© by FKS: 04/2014

5.16 | Hilfsmittel

Übersicht nützlicher Umrechnungsfaktoren

		Vol.-%	ppm	ppb
Vol.-% =	10 l/m³ 1 cl/l	1	10^4	10^7
ppm =	ml/m³ µl/l	10^{-4}	1	10^3
ppb =	µl/m³ nl/l	10^{-7}	10^{-3}	1

		g/l	mg/l	mg/m³
g/l =	10 l/m³ 1 cl/l	1	10^3	10^6
mg/l =	ml/m³ µl/l	10^{-3}	1	10^3
mg/m³ =	µl/m³ nl/l	10^{-6}	10^{-3}	1

gilt bei Dichte 1

Umrechnung von mg/m³ in ppm

$$c\,[ppm] = \frac{\text{Molvolumen}}{\text{molare Masse}}\,c$$

$$c\,[mg/m^3] = \frac{\text{molare Masse}}{\text{Molvolumen}}\,c$$

Das Molvolumen eines beliebigen Gases beträgt 24,1 l/mol bei 20 °C und 1'013 mbar; die molare Masse des spezifischen Gases ist jeweils einzusetzen.

- Umrechnungen von Messwerten sind von Fachpersonen (Fachberatung) vorzunehmen

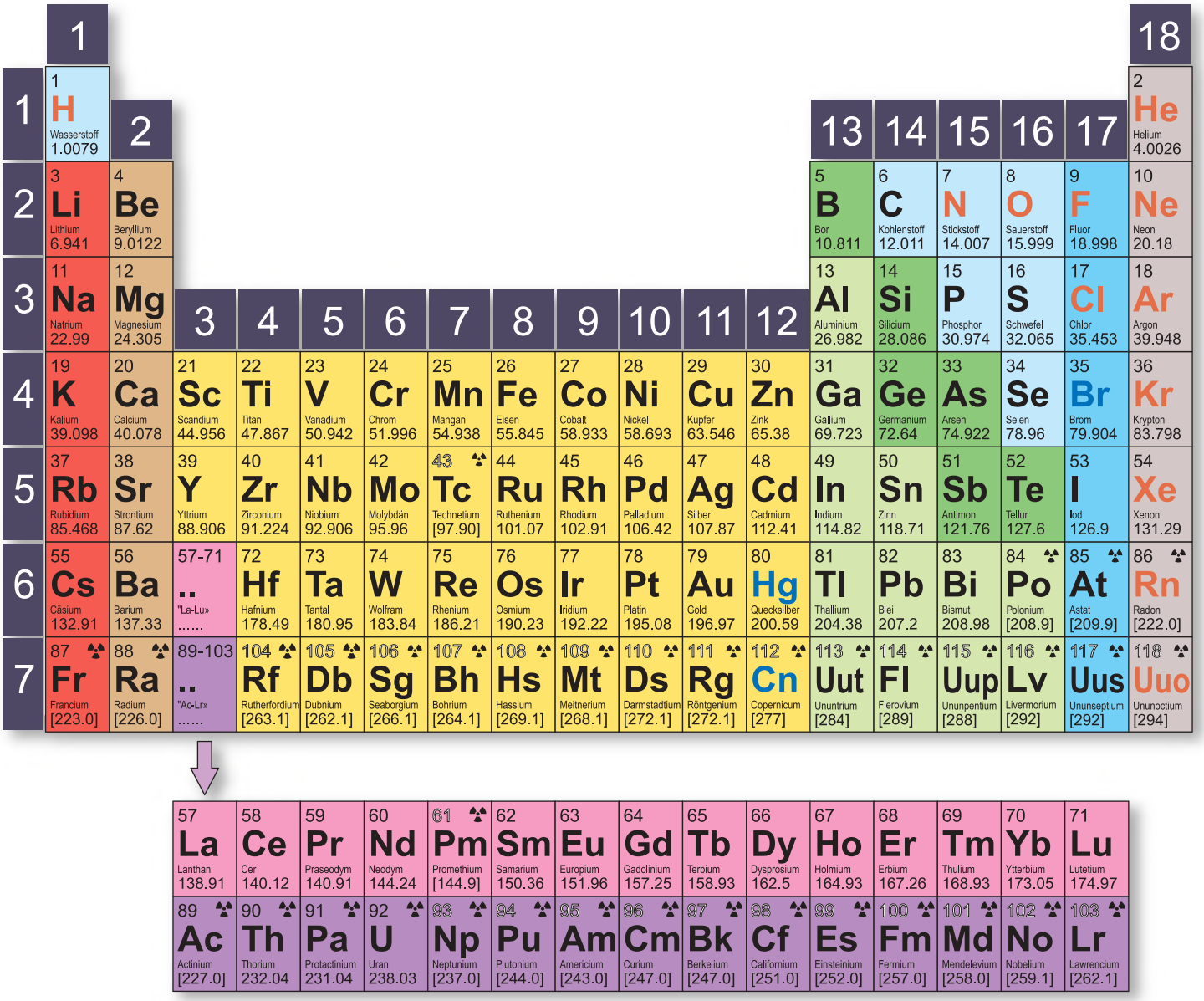
© by FKS: 04/2014

5.16.1 | Reaktionsmatrix von Säuren und Laugen

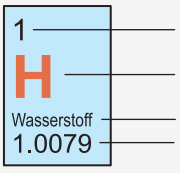
Reaktion mit ...	Säure	Lauge	Beispiele, Reaktionsprodukte und Gefahren
■ **Säuren**		X	• Salzsäure und Natronlauge • Neutralisationsreaktion zu Wärme, Salz und Wasser • Verspritzen, infolge lokaler Erwärmung • Verätzungsgefahr
	X		• Schwefelsäure und Salzsäure bilden Chlorwasserstoff • Ameisensäure und Schwefelsäure bilden Kohlenmonoxid • Vergiftungsgefahr
■ **Laugen**	X		• Natronlauge und Salzsäure • Neutralisationsreaktion zu Wärme, Salz und Wasser • Verspritzen, infolge lokaler Erwärmung • Verätzungsgefahr
■ **Wasser**	X	X	• Je nach Konzentration und Reaktionsfähigkeit, Entwicklung von Lösungs- oder Hydratationswärme bis zum Siedepunkt • Verspritzen • Verätzungsgefahr • Festigkeitsverlust von Gebinden
■ **Metallen**	X		• Aluminium mit Salzsäure bildet Wasserstoff • Kupfer mit Salpetersäure bildet nitrose Gase • Zink mit Salpetersäure bildet nitrose Gase • Brand- und Explosionsgefahr • Vergiftungs- und Verätzungsgefahr • Korrosion
		X	• Aluminium mit Natronlauge bildet Wasserstoff • Brand- und Explosionsgefahr • Korrosion
■ **organischen Stoffen**	X		• Verätzung, Verkohlung, Korrosion
		X	• Verätzung, Auflösung, Korrosion, Verseifung
■ **Salzen**	X		• Schwefelsäure und Kochsalz bilden Chlorwasserstoffgas • Verätzungs- und Vergiftungsgefahr
■ **Oxidationsmitteln**		X	• Hydrazin und Wasserstoffperoxid können explodieren • Explosionsgefahr bei brennbaren Säuren

© by FKS: 04/2014

5.16.2 | Periodensystem der Elemente



LEGENDE



Ordnungszahl (weiss „93“ = künstliches Element)

Elementsymbol

Elementname

Masse (u) / Molmasse (Gramm pro Mol)

Radioaktive Elemente

Farben

- Alkalimetall
- Erdalkalimetall
- Lanthanoid
- Actinoid
- Übergangsmetall
- Metall
- Halbmetall
- Nichtmetall
- Halogen
- Edelgas

Elementsymbole (Aggregatzustand bei 20 °C)

- **Fe** Feste Elemente
- **O** Gasförmige Elemente
- **Hg** Flüssige Elemente (20 °C)

© by FKS: 04/2014

Notizen

© by FKS: 04/2014

Notizen

© by FKS: 04/2014

6 | Tabellen und Einsatzhilfen

6.1 | Grundsätzliches

Hilfsmittel

Wissen ist, „wissen, wo nachzuschlagen". Dafür ist das 6. Kapitel da. Die Tabellen und Hilfsmittel dienen als Nachschlagewerk, um schnell und sicher an Informationen zu kommen. Weitere Möglichkeiten für Informationsquellen sind im Kapitel 6.2, Nachschlagewerke, vorgestellt. Zusätzlich sind hier folgende Informationen zu finden:

- Sicherheits- und Gefahrenhinweise (siehe Punkt 6.3)
- Kombinationen der Gefahrnummern (siehe Punkt 6.4)
- Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET, siehe Punkt 6.5)
- Beständigkeitslisten (siehe Punkt 6.6)
- Wichtigste VeVA-Abfall-Codes in der ABC-Wehr (siehe Punkt 6.7)

Übersicht der Masseinheiten

p	Pico	=	10^{-12}	=	0,000 000 000 001	=	Billionstel
n	Nano	=	10^{-9}	=	0,000 000 001	=	Milliardstel
µ (u)	Mikro	=	10^{-6}	=	0,000 001	=	Millionstel
m	Milli	=	10^{-3}	=	0,001	=	Tausendstel
c	Zenti	=	10^{-2}	=	0,01	=	Hundertstel
d	Dezi	=	10^{-1}	=	0,1	=	Zehntel
D	Deka	=	10^{1}	=	10	=	Zehn
h	Hekto	=	10^{2}	=	100	=	Hundert
k	Kilo	=	10^{3}	=	1'000	=	Tausend
M	Mega	=	10^{6}	=	1'000'000	=	Million
G	Giga	=	10^{9}	=	1'000'000'000	=	Milliarde
T	Tera	=	10^{12}	=	1'000'000'000'000	=	Billion

© by FKS: 04/2014

6.2 | Nachschlagewerke / ABC-Datenbanken

Heutzutage bieten sich verschiedene Möglichkeiten, detaillierte Informationen im Zusammenhang mit Gefahrgut- und Gefahrstoffunfällen zu erlangen, sei dies mithilfe von Nachschlagewerken, Loseblattsammlungen oder Online-Datenbanken.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die existierenden Gefahrstoff- und Gefahrgut-Datenbanken einen unterschiedlichen Aufbau und eine voneinander abweichende Strukturierung aufweisen. Bereits im Vorfeld eines Schadenfalls sollte überprüft werden, ob die jeweilige Datenbank auch den späteren, oft unter Zeitdruck stehenden Anforderungen gerecht wird.

- Es wird empfohlen, lediglich zwei bis drei Datenquellen für Einsatzzwecke zu verwenden, um eine Datenüberflutung zu vermeiden

In den meisten Datenbanken kann man nach verschiedenen Kriterien suchen. In elektronischen Datenbanken können sich Suchkriterien auch verknüpfen lassen. Zudem können oft auch Stoffeigenschaften in die Suchanfrage einbezogen werden (z.B. Flammpunkt, Summenformel und Dampfdruck).

Die häufigsten Suchkriterien sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Suchkriterium	Erklärung	Beispiel (Benzol)
CAS-Nummer	Die **CAS-Nummer** (**C**hemical **A**bstracts **S**ervice Registry Number) ist eine international gebräuchliche, eindeutige Registrierungsnummer für chemische Verbindungen. Sie besteht aus drei Zahlenblöcken, die durch je einen Bindestrich getrennt sind (Format x...x-xx-x).	71-43-2
UN-Nummer	Die **UN-Nummer** wird auch Stoffnummer genannt. Sie ist eine Kennnummer, die für alle gefährlichen Transportgüter (Gefahrgut) festgelegt wurde und beschreibt die Zusammensetzung (Art) des Transportgutes.	1114
Stoffname	Mit **Stoffname** sind offizielle Namen, aber auch Trivialnamen, gemeint. Die Palette ist sehr vielfältig.	Benzol Benzen Phenylhydrid Cyclohexatrien

- Infolge der vielen Synonyme, Trivial- und Stoffnamen bei chemischen Stoffen und Produkten, ist es nicht immer einfach, auf Anhieb das richtige Stoffdatenblatt zu finden. Synonymlisten leisten hier Hilfe. Nach Möglichkeit ist jedoch mit der eindeutigen CAS-Nummer zu arbeiten, um Verwechslungen vorzubeugen.
- Auch ein Chemiker kann aufgrund eines Handelsnamens keine Angaben zum Stoff machen, wenn er nicht zufällig weiss, was sich hinter diesem Namen verbirgt

© by FKS: 04/2014

Die in der Schweiz am häufigsten angewendeten Datenbanken werden nachfolgend kurz vorgestellt. Es handelt sich um Folgende:

Datenbank	Sprache(n)	Daten	Erscheinungsform und Bemerkungen	Herausgeber
ERI-Cards	de fr it engl	C	Buch und online	Europäischer Verband der chemischen Industrie (CEFIC: Conseil Européen de l'Industrie Chimique)
IGS-Check	de fr it engl	A / C	Computer und online mit Ausbreitungsmodell	Nationale Alarmzentrale (NAZ)
Guide Orange	fr	C	Computer und Ordner	Berufsfeuerwehr Genf
Hommel	de	C	Computer und Ordner	Springer Verlag
MEMPLEX	de	C	Computer mit Ausbreitungsmodell	Keudel av-Technik GmbH
GESTIS	de	C	Online	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
MET ®	de engl	C	Computer mit Ausbreitungsmodell	ISi Technologie GmbH
ERG (Emergency Response Guidebook)	engl (ERG) fr (GMU) sp (GRE)	C	Buch, PDF Computer und online	CANUTEC (Transport Canada, Government of Canada), DOT (U.S. Department of Transport) und weitere

© by FKS: 04/2014

ERI-Cards – Emergency Response Intervention Cards

Die ERI-Cards sind ein europaweit einheitliches Informationssystem für Feuerwehren im Gefahrguteinsatz. Sie geben der Feuerwehr und weiteren Einsatzkräften Hinweise über erste Einsatzmassnahmen, wenn beim Eintreffen am Ereignisort eines Gefahrgutunfalls keine zuverlässigen stoffspezifischen Informationen zur Verfügung stehen.

Der Umfang dieser Karten ist deutlich geringer als der anderer Werke und beschränkt sich nur auf die für die taktische Beurteilung wesentlichen Informationen.

■ Die ERI-Cards entbinden nicht davon, detaillierte Informationen (z.B. Sicherheitsdatenblätter) umgehend einzuholen, die getroffenen Massnahmen erneut zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen

Die ERI-Cards geben den Einsatzkräften Hinweise für erste Einsatzmassnahmen, indem sie die mehr als 2'200 mit UN-Nummern versehenen gefährlichen Stoffe und Güter in nur mehr knapp 230 Gruppen, mit jeweils gleichen Gefahren und Massnahmen, zusammenfassen.

Jeder Eintragung in den verschiedenen Gruppen ist eine bzw. sind mehrere UN-Nummer/n zugeordnet.

Es werden vier Arten von Einträgen unterschieden:

A. Einzeleintragungen (genau definierte Stoffe oder Gegenstände), z.B. „UN 1090 ACETON"

B. Gattungseintragungen (genau definierte Gruppen von Stoffen oder Gegenständen, die nicht unter N.A.G.-Eintragungen fallen), z.B. „UN 1133 KLEBESTOFFE"

C. Spezifische N.A.G.-Eintragungen (Gruppen von N.A.G.-Stoffen einer bestimmten chemischen oder technischen Beschaffenheit), z.B. „UN 1477 NITRATE, ANORGANISCHE, N.A.G."

D. Allgemeine N.A.G.-Eintragungen (Gruppen von N.A.G.-Stoffen oder Gegenständen mit einer oder mehreren gefährlichen Eigenschaften), z.B. „UN 1993 ENTZÜNDBARER FLÜSSIGER STOFF, N.A.G."

Die unter B, C und D aufgeführten Eintragungen werden als Sammeleintragungen bezeichnet.
N.A.G.-Eintragung bedeutet: Nicht anderweitig genannte Eintragung.

Die Auswahl der zu treffenden ERI-Card erfolgt über die UN-Nummer oder den Stoffnamen.

Der Aufbau der einzelnen ERI-Cards umfasst folgende wiederkehrende Elemente:

- **Stoffname**
- **UN-Nummer**
- **Gefahrnummer**
- **ADR-Gefahrzettel**
- **ADR-Klasse**
- **Klassifizierungscode**
- **Verpackungsgruppe**
- **ERI-Card-Nummer**
  1. Eigenschaften
  2. Gefahren
  3. Persönlicher Schutz
  4. Einsatzmassnahmen
     - 4.1 Allgemeine Massnahmen
     - 4.2 Massnahmen bei Stoffaustritt
     - 4.3 Massnahmen bei Feuer (falls Stoff betroffen)
  5. Erste Hilfe
  6. Besondere Vorsichtsmassnahmen bei der Bergung von Havariegut
  7. Vorsichtsmassnahmen nach dem Hilfeleistungseinsatz
     - 7.1 Ablegen der Schutzkleidung
     - 7.2 Reinigung der Ausrüstung

■ Die ERI-Cards sind auch im Internet kostenlos abrufbar:
http://www.ericards.net

Beispiel Darstellung „ERI-Cards"

© by FKS: 04/2014

IGS-Check – Informationssystem für gefährliche Stoffe und Radionuklide

IGS-Check ist eine umfassende Datenbank über chemische Stoffe, Abfallstoffe und radioaktive Nuklide. Die Navigation kann auf Deutsch, Französisch, Italienisch und Englisch erfolgen, die Daten stehen zum grössten Teil ebenfalls viersprachig zur Verfügung und werden jährlich aktualisiert.

IGS-Check kann lokal auf einem Computer oder auf einem Server im Intranet installiert werden. Es existiert auch eine speziell an kleine Bildschirme angepasste Darstellung (IGS-Mobile), die allerdings eine Internetverbindung erfordert.

- IGS-Check steht allen öffentlichen Stellen der Schweiz gegen eine Lizenzgebühr zur Verfügung. Fast alle Kantone verfügen über entsprechende Lizenzen.

Zu ca. 30'000 chemischen Stoffen und Radionukliden sind Informationen aus unterschiedlichen Quellen – wie Handbüchern, Verordnungen und Datenbanken – in IGS-Check verfügbar:

- **Identifikation** — Name (de / en / fr / it); Nummern (CAS, UN, EG, ...), Summenformel
- **Gefahren** — Gefahrendiamant, Interventionswerte, gesundheitsschädigende Wirkungen, Brand-, Explosionsgefahr; Stabilität, Reaktivität; Toxizität (Lebewesen, Wasser, Boden)
- **Massnahmen** — Brandbekämpfung, ERI-Card; Personenschutz; technische Schutzmassnahmen; Erste Hilfe; Entsorgung
- **Eigenschaften** — Physikalisch-chemische Eigenschaften; Stabilität, Reaktivität; Halbwertszeit; Umweltgefahren
- **Verwendung** — Verwendungszwecke
- **Vorschriften und Klassierung** — Transportvorschriften (ADR, UNO, RID, IATA, IMDG, ADNR), StFV, LRV, CEA, GHS, WGK, StSV, ...
- **Einfaches Ausbreitungsmodell** — Ausbreitungsdistanz und -winkel einer Evakuationszone (basierend auf MET)
- **Handelsnamen** — Handelsnamen sowie alle Daten des Produkteregisters des Bundesamts für Gesundheit (ca. 300'000 Produkte); Anmeldefirma, Etikettierung, Verwendung, Wirksamkeit und deklarationspflichtige Substanzen

Die gesamten Daten sind wie ein Sicherheitsdatenblatt in 16 Kapitel gegliedert. Es können mehrere Stoffe nebeneinander präsentiert werden. Dank der benutzerspezifischen Anzeige können Feuerwehren und ABC-Wehr direkt auf folgende Daten zugreifen: ERI-Card, Kennzeichnung, Notfallwerte (u.a. AEGL-Wert), physikalische und chemische Eigenschaften, Gefahrenhinweise (MAK-Werte, Geruchsschwelle) und Informationen zu den Messgeräten.

Weitere Informationen, Screenshot und Zugang zu IGS-Check über QR-Code oder https://app.naz.ch/igscheck

Nationale Alarmzentrale, igs@naz.ch, http://igs.naz.ch

Beispiel Anwendung „Smartphone"

Beispiel Darstellung „IGS-Check 2013"

© by FKS: 04/2014

Guide Orange der Berufsfeuerwehr Genf

Der „Guide Orange“ ist ein Fachwerk, das spezifisch auf die Bedürfnisse der Feuerwehren ausgerichtet ist. Das Werk ist einsatzorientiert und wurde bewusst für alle Einsatzkräfte und Spezialisten einfach und verständlich gehalten.

Der „Guide Orange“ ist im französisch sprechenden Raum weit verbreitet und wird sowohl bei Berufs- und Milizfeuerwehren als auch bei anderen Ereignisorganisationen eingesetzt.

Es besteht aus einem allgemeinen Teil, der den Ablauf der Einsätze bei Chemieereignissen beschreibt, und aus Karteikarten.

Die Karteikarten sind klar gegliedert und beinhalten genaue Ersteinsatzmassnahmen, die beim Eintreffen am Ereignisort eines Gefahrgutunfalls getroffen werden müssen, sowie alle Erstangaben zum betroffenen Stoff.

Der Umfang dieser Karten ist deutlich geringer als der anderer Werke und beschränkt sich nur auf wesentliche Informationen.

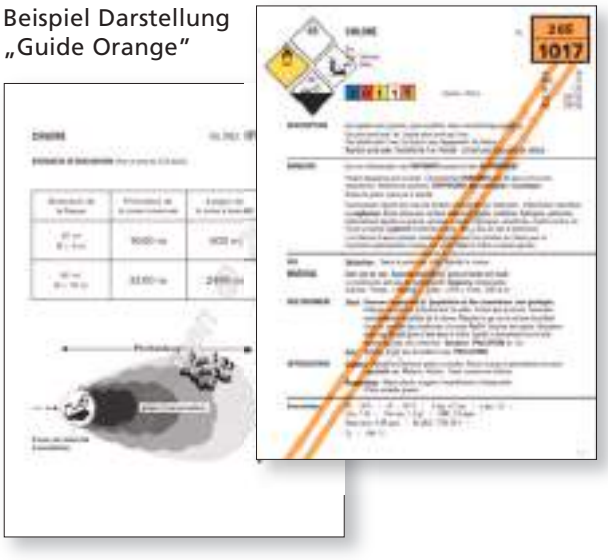
- Der „Guide Orange“ entbindet nicht davon, detaillierte Informationen (z.B. Sicherheitsdatenblätter) einzuholen, die getroffenen Massnahmen erneut zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen

Der „Guide Orange“ gibt den Einsatzkräften Hinweise für erste Einsatzmassnahmen, indem er 1’425 mit UN-Nummern versehene gefährliche Stoffe und Güter zusammenfasst.

Die Auswahl der zu treffenden „Guide Orange“-Karteikarte erfolgt über die UN-Nummer oder den Stoffnamen. Der Aufbau der einzelnen Karteikarte umfasst folgende wiederkehrende Elemente:

- **Stoffname**
- **Eigenes Gefahrenklassifizierungssystem,**
  nahe am Gefahrendiamant mit einer Bewertung von 0 - 4:
  - Gesundheit
  - Feuer
  - Chemische Instabilität bei Hitzeeinwirkung
  - Reaktion mit Wasser
  - Explosionsgefahr
- **UN-Nummer**
- **Gefahrnummer**
- **ADR-Gefahrzettel**
- **Referenzen zu anderen Fachwerken** (Hommel, INRS, Kuhn Biret, Aldrich)
- **Karteikartennummer = UN-Nummer**
  1. Beschreibung
  2. Gefahren
  3. Einsatzmassnahmen
     - 3.1 Allgemeine Massnahmen bei Brandeinwirkung
     - 3.2 Schutzgrad, Materialempfehlung
     - 3.3 Massnahmen bei Stoffaustritt
     - 3.4 Massnahmen bei Kontamination
  4. Physikalische Daten
  5. Evakuierungsmassnahmen

Beispiel Darstellung „Guide Orange“



- Den „Guide Orange“ gibt es auch in elektronischer Form, in der zusätzliche Hyperlinks und eine Suchmaschine enthalten sind

© by FKS: 04/2014

Die Datenbank Hommel

Die Datenbank Hommel ist – vor allem auch in Deutschland – weit verbreitet. In übersichtlichen Stoffdatenblättern findet man rasch abrufbar die wichtigsten Gefahrstoffe. Alle Stoffdatenblätter von Hommel sind gleich aufgebaut, sowohl in der Print- als auch in der Computerausgabe.

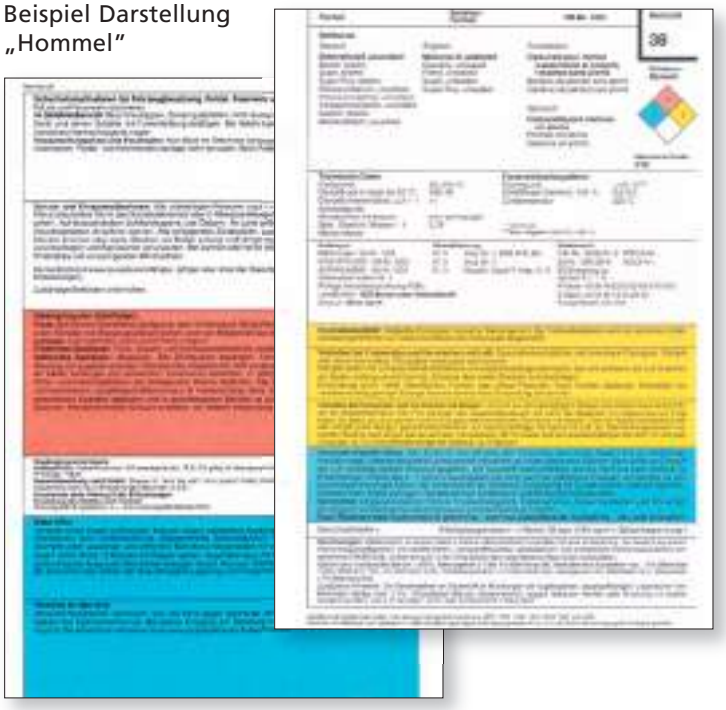
Auf der Vorderseite befinden sich folgende Abschnitte:

a) **Chemische Formel, Summenformel und UN-Nr.**
b) **Stoffnahmen und Synonyme**
c) **Der Gefahrendiamant und der DG-EA-Code** (Gefahrgutnotfall-Einsatzcode)
d) **Technische Daten und Feuerbekämpfungsdaten**
e) **Transport- und Gefahrenklasse, CAS-Nr., RTECS-Nr., EU-Einstufung, R- und S-Sätze, H- und P-Sätze**
f) **Erscheinungsbild**
g) **Verhalten bei Freiwerden und Vermischen mit Luft**
h) **Verhalten bei Freiwerden und Vermischen mit Wasser**
i) **Gesundheitsgefährdung**
j) **Bemerkungen**

Auf der Rückseite werden folgende Fragen behandelt:

k) **Sicherheitsmassnahmen für Fahrzeugbesatzung, Polizei und Rettungskräfte**
l) **Schutz- und Einsatzmassnahmen**
m) **Bekämpfung der Unfallfolgen; Feuer, Leckage**
n) **Gewässerverunreinigung**
o) **Erste Hilfe**
p) **Hinweise für den Arzt**

Beispiel Darstellung „Hommel"



© by FKS: 04/2014

Die Datenbank MEMPLEX

MEMPLEX ist eine Gefahrstoff-Datenbank mit Modulen zur schnellen Berechnung des aktuellen Gefahrenpotentials. Sie bietet umfassende Hilfe und Orientierung bei jedem Gefahrstoffeinsatz von Feuerwehr und Rettungsdienst. Das Modul „Feuerwehr" bietet eine feuerwehrgerechte Aufbereitung der chemischen und physikalischen Stoffdaten für den Feuerwehreinsatz, unter den Aspekten der Gefahrenbeschreibung und Gefahrenbeseitigung.

Zudem werden Massnahmen bei Leckagen und Feuer, mit Angabe von Atem- und Körperschutz, vorgeschlagen. Die Beständigkeit von Schutzanzügen, die Werkstoffbeständigkeit sowie Bindemittel, Löschmittel und Messverfahren befinden sich ebenso in dieser Datenbank wie auch Literaturangaben und Anschriften von Herstellern.

Beispiel Darstellung „Memplex 2012"

GESTIS-Stoffdatenbank

Die GESTIS-Stoffdatenbank enthält Informationen für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und anderen chemischen Stoffen am Arbeitsplatz, wie z.B. die Wirkungen der Stoffe auf den Menschen, die erforderlichen Schutzmassnahmen und die Massnahmen im Gefahrenfall (inkl. Erste Hilfe).

Darüber hinaus wird der Nutzer über wichtige physikalisch-chemische Daten sowie über spezielle Regelungen zu den einzelnen Stoffen informiert, insbesondere zur Einstufung und Kennzeichnung nach GHS, gemäss CLP-Verordnung (Piktogramme, H-Sätze, P-Sätze) sowie nach dem alten System (Gefahrensymbole, R-Sätze). Es sind Informationen zu etwa 8'500 Stoffen enthalten. Die Pflege der Daten erfolgt zeitnah nach Veröffentlichung in Vorschriften und im Regelwerk oder nach Vorliegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Beispiel Anwendung „Smartphone"

Beispiel Darstellung „GESTIS-Stoffdatenbank"

- Die GESTIS-Stoffdatenbank ist im Internet kostenlos abrufbar und auch als App erhältlich: **http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp**

© by FKS: 04/2014

Die Software / Datenbank MET

Ursprünglich als rein elektronische Version zum auf Papier als Hilfsmittel vorhandenen Modell „MET" (siehe Kapitel 6.5) entwickelt, handelt es sich inzwischen bei der elektronischen Software „MET" der Anbieterin ISi Technologie GmbH um eine vielfältige Simulationssoftware und Datenbank mit über 100'000 Stoffen zur Bestimmung von Gefährdungen durch Brand, Explosion und giftige Gase.

MET eignet sich insbesondere zur vertieften Beschaffung von Daten für die Einsatzleitung einer Chemiewehr bzw. zur Anwendung durch die Chemiefachberatung. Die Software benötigt einen PC mit Microsoft Windows Betriebssystem und lässt sich im Einsatz auch auf beliebigen Computern von USB-Sticks, ohne Software-Installation, betreiben.

- **Navigator / Info-Modul**

  Für jeden Stoff werden in der Übersicht die wichtigsten chemisch-physikalischen und toxikologischen Stoffdaten, die passenden Messröhrchen und Informationen aus den ERI-Cards (persönlicher Schutz, Einsatzmassnahmen, Erste Hilfe) anzeigt.

- **MET-Modul**

  Im MET-Modul kann die eigentliche Berechnung von Gefahrenradien durchgeführt werden. Für giftige Stoffe werden die Gefahrenradien für Geruch sowie Gefahr im Haus und im Freien berechnet und angezeigt.

  Das MET-Modul bietet folgende Besonderheiten:

  - Im Gegensatz zum gewöhnlichen MET, können also nicht nur die Gefährdung durch giftige Gase berechnet werden, sondern auch die Gefahrenarten Explosion, Tankexplosion (mit weggeschleuderten Tank- und Metallteilen) und Feuerball.
  - Die Art der Freisetzung (schlagartige totale Freisetzung, kontinuierliche Freisetzung einer Teilmenge, Lachenverdampfung) kann gewählt bzw. berechnet werden.
  - MET kann nicht nur die Freisetzung in der Atmosphäre berechnen, sondern auch Freisetzung und Ausbreitungen in Tunneln oder in geschlossenen Gebäuden. Bei Freisetzungen im Tunnel können die Geometrie des Tunnels berücksichtigt und die toxische Gefahrendistanz und Explosionsgefahr ermittelt und dargestellt werden (derzeit noch nicht für Brandgase bzw. Brände möglich). Bei Freisetzungen in Gebäuden kann MET, anhand der Raumgrösse und der Luftwechselrate, den Konzentrationsverlauf berechnen und anzeigen, ab wann gewisse Toxizitätswerte durch die wirkenden Lüftungsmassnahmen unterschritten werden.
  - Eine Vielzahl von chemisch-physikalischen Daten können abgerufen werden (inkl. Dampfdruckkurven etc.). Zudem sind sämtliche, in der Literatur bekannten Toxizitätswerte (AEGL, TEEL, IDLH, AEL, PAC, MAK etc.) sowie die Geruchsgrenze abrufbar.
  - MET kann die Berechnungen für einige Stoffe auch in Abhängigkeit von deren Konzentration in Lösungen berechnen (z.B. Salzsäure 25 % oder 40 %)

- **Brandgasmodul / Reaktionsexplorer** (Teil des MET-Moduls)

  Grundsätzlich wird im Standard-MET-Modell davon ausgegangen, dass bei einem Brand die Toxizität der Brandgase als weniger giftig eingestuft wird (Effekt der Thermik und Annahme, dass verbrannte Produkte von der eigentlichen Stoffmenge, Stoffkonzentration abgezählt werden können). Dies berücksichtigt jedoch die Entstehung von giftigeren Brandgasen als Ausgangssubstanz nicht.

  Ab Version 4.8 verfügt MET erstmals über ein völlig neues Brandgasmodul, das in anderen Hilfsmitteln oder anderer Software nicht zu finden ist. Dabei kann die Brandgaszusammensetzung entweder aufgrund von realen Messungen im Einsatz eingegeben oder aber in bestimmten Fällen aus Literaturdaten bestimmt werden. Für Stoffe, bei denen keine Literaturdaten zur Brandzersetzung in der Software bzw. Datenbank gespeichert sind, versucht das System über einen chemischen Ansatz (Mustererkennung Struktur / Formel der Stoffe), eine chemische Reaktionsgleichung für die Verbrennung zu ermitteln und daraus die Brandgaszusammensetzung abzuleiten. Dies ist besonders nützlich für Brände von Stoffen, die in ihrer reinen Lagerform gar nicht toxisch sind (z.B. PVC, Autopneus etc.), denn somit ist überhaupt eine Berechnung der Gefährdung durch entstehende giftige Brandprodukte möglich. Diese Methode funktioniert zwar noch nicht für alle Stoffe, sie reicht aber aus, um eine erste Abschätzung der Gefahren vorzunehmen, selbst wenn noch keine Messungen vorhanden sind. Zudem erlaubt dieser Ansatz auch die Festlegung von Leitsubstanzen zur Messung bei einem bestimmten Brand.

© by FKS: 04/2014

- **Incomp-Modul**

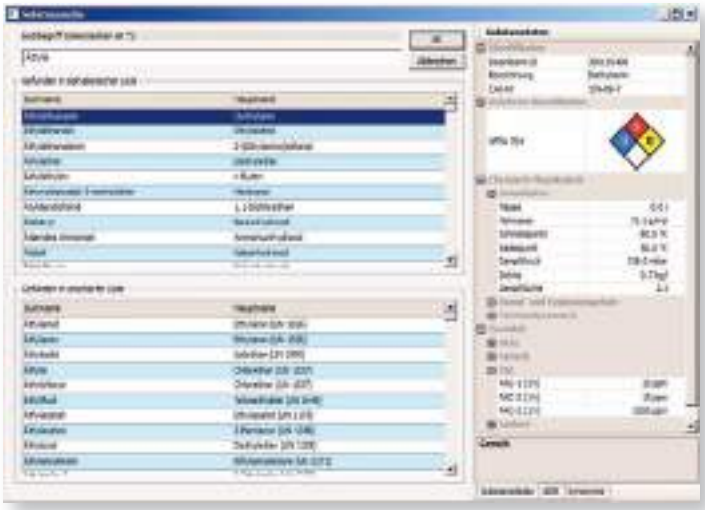
  Mittels des Incomp-Moduls können Inkompatibilitäten und mögliche Reaktionen für viele Stoffkombinationen abgeschätzt werden (Explosionsgefahr, Zersetzung, exotherme Reaktion, Polymerisation etc.).

- **ISi Map-Modul**

  Die Ergebnisse aus dem MET-Modul können als Gefahrenradien, unter Berücksichtigung von Windrichtung, in elektronischen Landkarten dargestellt werden. Dies ist für die Darstellung der Ergebnisse im Einsatz, z.B. für Planung und Durchführung von Evakuations- und Absperrmassnahmen, von besonderer Nützlichkeit.

  Auf der Landkarte können auch in einer Datenbank Punkte und Dokumente festgehalten werden. Je nach kantonalen Voraussetzungen, können so in ISi Map die Standorte von Risikobetrieben und die dazugehörigen Daten für Einsatz und Fachberatung hinterlegt werden.

Beispiele Darstellung „Software MET"



© by FKS: 04/2014

Emergency Response Guidebook (ERG)

Das „Emergency Response Guidebook" (nur in Englisch, Französisch, Spanisch verfügbar) ist das nordamerikanische Äquivalent zu den europäischen ERI-Cards. Es wird von den Transportbehörden Kanadas, den vereinigten Staaten und weiteren Partnern herausgegeben. Es richtet sich an Feuerwehren, Polizei und weitere Notfalldienste (z.B. Rettungsdienste), welche als Erste bei einem Transportunfall mit gefährlichen Gütern eintreffen.

Ziel des ERG ist, dass diese Ereignisdienste sehr rasch die generellen und spezifischen Gefahren der möglicherweise involvierten Stoffe erkennen und Massnahmen zum Schutz der Einsatzkräfte und Bevölkerung in der ersten Phase der Ereignisbewältigung ableiten können.

Das „ERG" enthält alle UN Nummern („ID Number") sowie weitere Hilfen zur Identifikation von ADR Placards, (nordamerikanischen) Bahnzisternen und Tankfahrzeugen.

Basierend auf der UN Nummer wird, wie bei den ERI-Cards, auf ein spezifisches Gruppenmerkblatt verwiesen.

Als Besonderheit umfasst dieses Werk vorkalkulierte Gefahrendistanzen für Propangas-BLEVEs (abhängig vom Volumen), Sprengstoffe / improvisierte Bomben (IED; abhängig von Bauform) und für eine sehr grosse Zahl von chemischen Stoffen (TIIPAD-Tabelle):

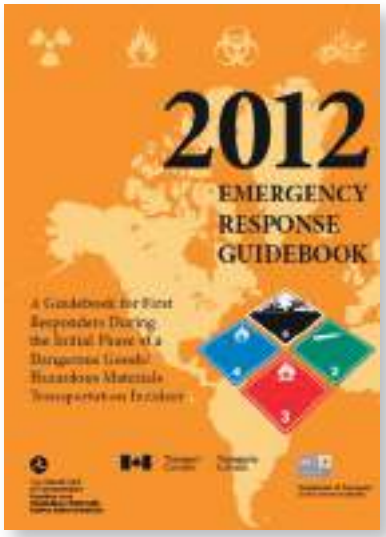
- Unterscheidung in kleinere (< 200 Liter Behälter / Kleine Lecks) und grössere Freisetzungen
- Unterscheidung Tag / Nacht

Mit diesen Angaben erhält man anhand einfacher Distanztabellen einen Gefahrenradius für eine allererste Absperrung („Initial ISOLATION distance") sowie eine Distanz in Windrichtung für darauffolgende weitere Schutzmassnahmen („PROTECTIVE Action Zone") für Bevölkerung und ungeschützte Einsatzkräfte.

Zusätzlich zu den erwähnten Informationen verfügt das Werk auch über Angaben zu C-Kampfstoffen, Angaben über Chemikalien die bei Kontakt mit Wasser giftige Gase erzeugen sowie weitere Nachschlageinformationen zu verschiedenen ABC / Gefahrgut-Themen für Einsatzkräfte.

Das Werk ist in verschiedenen Sprachen wie folgt verfügbar (PC / App Versionen kostenlos):

- Online-Web-Recherche
- Android und iPhone App
- PC Software
- PDF
- Buch (verschiedene Druckversionen/Ausführungen bestellbar)



Link (engl):
http://wwwapps.tc.gc.ca/saf-sec-sur/3/erg-gmu/erg/ergmenu.aspx

PDF / Buchversion

© by FKS: 04/2014

6.3 | Sicherheits- und Gefahrenhinweise

Die Sicherheits- und Gefahrenhinweise geben zusätzliche Informationen auf Sicherheitsbestimmungen und Gefahren des betreffenden Produkts. Sie befinden sich aufgedruckt auf dem Etikett oder der Produktpackung.

Die R- und S-Sätze werden im Zusammenhang mit der Einführung von GHS (engl. Globally Harmonized System) von den H-, P- und den ergänzenden EUH-Sätzen abgelöst. Die Umstellung zu GHS erfolgt in der Schweiz schrittweise und bestmöglich abgestimmt auf die internationale Entwicklung (Zeithorizont ab 2009 bis 2015).

In den nächsten Jahren wird man somit die neue wie auch die alte Kennzeichnung auf Verpackungen und auf Sicherheitsdatenblättern finden. Im vorliegenden Werk sind daher sämtliche Sätze abgedruckt. Diese dienen auch der Übersetzung, falls ein entsprechendes Produkt in einer anderen Sprache beschriftet ist. Mithilfe der Satznummer können in den folgenden Kapiteln die Sätze übersetzt werden.

- Um sicherzugehen, sind die Sicherheits- und Gefahrenhinweise zu lesen, da man sich nicht immer allein auf die GHS-Bezettelung verlassen kann

Beispiele von Sicherheits- und Gefahrenhinweisen

© by FKS: 04/2014

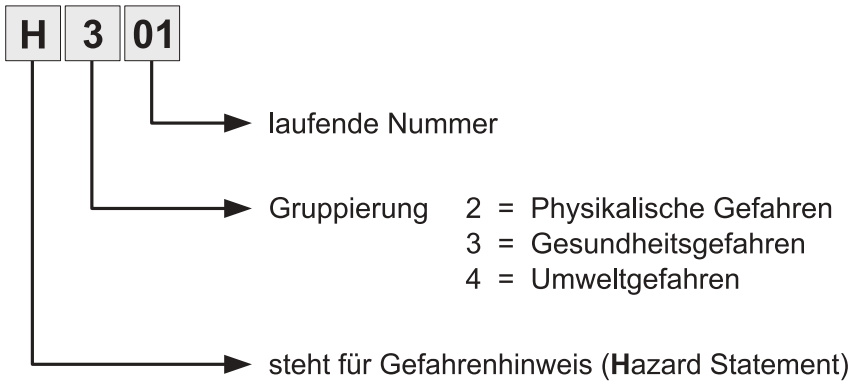
6.3.1 | H-Sätze / EUH-Sätze / P-Sätze

H-Sätze (früher R-Sätze)

Die **H-Sätze** (engl. **H**azard Statement) lösen, im Zusammenhang mit der Einführung von GHS (engl. Globally Harmonized System), die R-Sätze ab. Die Umstellung zu GHS erfolgt in der Schweiz schrittweise und bestmöglich abgestimmt auf die internationale Entwicklung (Zeithorizont ab 2009 bis 2015).

In den nächsten Jahren wird man somit die neue wie auch die alte Kennzeichnung auf Verpackungen und auf Sicherheitsdatenblättern finden. Sicherheitsdatenblätter, die die neue Einstufung beinhalten, enthalten in der Übergangszeit ebenfalls die alte Einstufung.

Codierung der H-Sätze



H200-Reihe: Physikalische Gefahren

H200	Instabil, explosiv.
H201	Explosiv; Gefahr der Massenexplosion.
H202	Explosiv; grosse Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H203	Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H204	Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H205	Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
H220	Extrem entzündbares Gas.
H221	Entzündbares Gas.
H222	Extrem entzündbares Aerosol.
H223	Entzündbares Aerosol.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H228	Entzündbarer Feststoff.
H240	Erwärmung kann Explosion verursachen.
H241	Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.
H242	Erwärmung kann Brand verursachen.
H250	Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.
H251	Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H252	In grossen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H260	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
H261	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.

© by FKS: 04/2014

H270	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
H271	Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
H272	Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H281	Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -verletzungen verursachen.
H290	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H300-Reihe: Gesundheitsgefahren

H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.
H301	Giftig bei Verschlucken.
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H311	Giftig bei Hautkontakt.
H312	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H330	Lebensgefahr bei Einatmen.
H331	Giftig bei Einatmen.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H350	Kann Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H350i	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen (konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.

© by FKS: 04/2014

H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen (konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
H370	Schädigt die Organe (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H371	Kann die Organe schädigen (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H372	Schädigt die Organe (alle betroffenen Organe nennen) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
H373	Kann die Organe schädigen (alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).

H400-Reihe: Umweltgefahren

H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

EUH-Sätze (EU-Gesetzgebung)

Infolge der strengeren EU-Gesetzgebung hat die EU zusätzliche EUH-Sätze (ergänzende Gefahrenmerkmale und Kennzeichnungselemente) für die Gefährdung eingeführt.

Diese Sätze beschreiben über das GHS hinausgehende Gefahren und sind – nur innerhalb der EU – zusätzlich zu den H- und P-Sätzen anzuführen.

Der Vollständigkeit halber sind sie hier ebenfalls aufgelistet:

EUH-Reihe: Zusatz innerhalb der EU

EUH001	In trockenem Zustand explosiv.
EUH006	Mit und ohne Luft explosionsfähig.
EUH014	Reagiert heftig mit Wasser.
EUH018	Kann bei Verwendung explosionsfähige / entzündbare Dampf-Luft-Gemische bilden.
EUH019	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
EUH044	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
EUH059	Die Ozonschicht schädigend.
EUH066	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
EUH070	Giftig bei Berührung mit den Augen.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.
EUH201	Enthält Blei. Nicht für den Anstrich von Gegenständen verwenden, die von Kindern gekaut oder gelutscht werden könnten.
EUH201-A	Achtung! Enthält Blei.
EUH202	Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
EUH203	Enthält Chrom(VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH204	Enthält Isocyanate. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH205	Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.
EUH208	Enthält ... (Name des sensibilisierenden Stoffes). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH209	Kann bei Verwendung leicht entzündbar werden.
EUH209A	Kann bei Verwendung entzündbar werden.
EUH210	Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH401	Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt, die Gebrauchsanleitung einhalten.

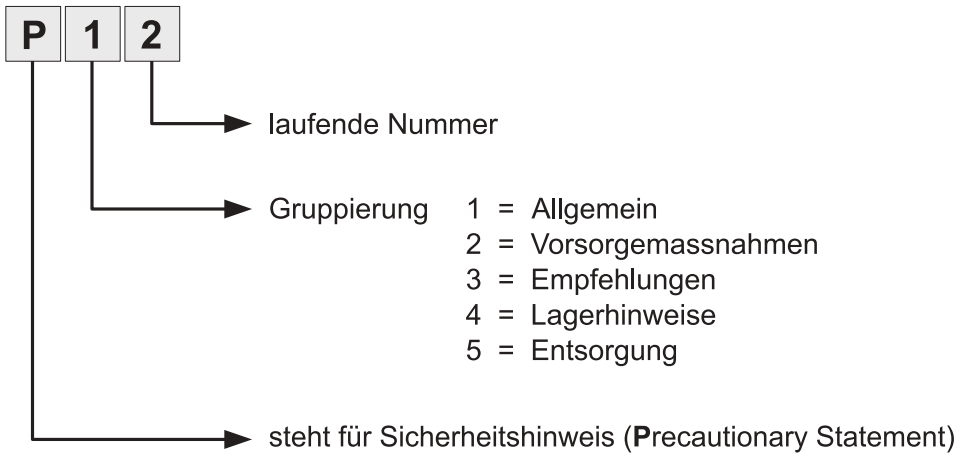
© by FKS: 04/2014

P-Sätze (früher S-Sätze)

Die **P-Sätze** (engl. **P**recautionary Statement) lösen, im Zusammenhang mit der Einführung von GHS (engl. Globally Harmonized System), die S-Sätze ab. Die Umstellung zu GHS erfolgt in der Schweiz schrittweise und bestmöglich abgestimmt auf die internationale Entwicklung (Zeithorizont ab 2009 bis 2015).

In den nächsten Jahren wird man somit die neue wie auch die alte Kennzeichnung auf Verpackungen und auf Sicherheitsdatenblättern finden. Sicherheitsdatenblätter, die die neue Einstufung beinhalten, enthalten in der Übergangszeit ebenfalls die alte Einstufung.

Codierung der P-Sätze



P100-Reihe: Allgemeines

P101	Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.
P102	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
P103	Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.

P200-Reihe: Prävention

P201	Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
P202	Vor Gebrauch alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
P210	Von Hitze / Funken / offener Flamme / heissen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
P211	Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P220	Von Kleidung / … / brennbaren Materialien fernhalten/entfernt aufbewahren.
P221	Mischen mit brennbaren Stoffen / … unbedingt verhindern.
P222	Kontakt mit Luft nicht zulassen.
P223	Kontakt mit Wasser wegen heftiger Reaktion und möglichem Aufflammen unbedingt verhindern.

© by FKS: 04/2014

P230	Feucht halten mit …
P231	Unter inertem Gas handhaben.
P232	Vor Feuchtigkeit schützen.
P233	Behälter dicht verschlossen halten.
P234	Nur im Originalbehälter aufbewahren.
P235	Kühl halten.
P240	Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241	Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel / Lüftungsanlagen / Beleuchtung / … verwenden.
P242	Nur funkenfreies Werkzeug verwenden.
P243	Massnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.
P244	Druckminderer frei von Fett und Öl halten.
P250	Nicht schleifen / stossen / … / reiben.
P251	Behälter steht unter Druck: Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach der Verwendung.
P260	Staub / Rauch / Gas / Nebel / Dampf / Aerosol nicht einatmen.
P261	Einatmen von Staub / Rauch / Gas / Nebel / Dampf / Aerosol vermeiden.
P262	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263	Kontakt während der Schwangerschaft und der Stillzeit vermeiden.
P264	Nach Gebrauch … gründlich waschen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271	Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P272	Kontaminierte Arbeitskleidung nicht ausserhalb des Arbeitsplatzes tragen.
P273	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz / Gesichtsschutz tragen.
P281	Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden.
P282	Schutzhandschuhe / Gesichtsschild / Augenschutz mit Kälteisolierung tragen.
P283	Schwer entflammbare / flammhemmende Kleidung tragen.
P284	Atemschutz tragen.
P285	Bei unzureichender Belüftung, Atemschutz tragen.
P231 + P232	Unter inertem Gas handhaben. Vor Feuchtigkeit schützen.
P235 + P410	Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen.

P300-Reihe: Reaktion

P301	Bei Verschlucken:
P302	Bei Berührung mit der Haut:
P303	Bei Berührung mit der Haut (oder dem Haar):
P304	Bei Einatmen:
P305	Bei Kontakt mit den Augen:
P306	Bei kontaminierter Kleidung:

© by FKS: 04/2014

P307	Bei Exposition:
P308	Bei Exposition oder falls betroffen:
P309	Bei Exposition oder Unwohlsein:
P310	Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P311	Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P312	Bei Unwohlsein Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P313	Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315	Sofort ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320	Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P321	Besondere Behandlung (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P322	Gezielte Massnahmen (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330	Mund ausspülen.
P331	Kein Erbrechen herbeiführen.
P332	Bei Hautreizung:
P333	Bei Hautreizung oder -ausschlag:
P334	In kaltes Wasser tauchen / nassen Verband anlegen.
P335	Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.
P337	Bei anhaltender Augenreizung:
P338	Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340	Die betroffene Person an die frische Luft bringen und in einer Position ruhig stellen, die das Atmen erleichtert.
P341	Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhig stellen, die das Atmen erleichtert.
P342	Bei Symptomen der Atemwege:
P350	Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen.
P351	Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352	Mit viel Wasser und Seife waschen.
P353	Haut mit Wasser abwaschen / duschen.
P360	Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362	Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P363	Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P370	Bei Brand:
P371	Bei Grossbrand und grossen Mengen:
P372	Explosionsgefahr bei Brand.
P373	Keine Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe / Gemische / Erzeugnisse erreicht.
P374	Brandbekämpfung mit üblichen Vorsichtsmassnahmen aus angemessener Entfernung.

© by FKS: 04/2014

P375	Wegen Explosionsgefahr, Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376	Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377	Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P378	… zum Löschen verwenden.
P380	Umgebung räumen.
P381	Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
P390	Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden.
P391	Verschüttete Mengen aufnehmen.
P301 + P310	Bei Verschlucken: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P301 + P312	Bei Verschlucken: Bei Unwohlsein Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P301 + P330 + P331	Bei Verschlucken: Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen.
P302 + P334	Bei Kontakt mit der Haut: In kaltes Wasser tauchen / nassen Verband anlegen.
P302 + P350	Bei Kontakt mit der Haut: Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen.
P302 + P352	Bei Kontakt mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen.
P303 + P361 + P353	Bei Kontakt mit der Haut (oder dem Haar): Alle beschmutzten, getränkten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen / duschen.
P304 + P340	Bei Einatmen: An die frische Luft bringen und in einer Position ruhig stellen, die das Atmen erleichtert.
P304 + P341	Bei Einatmen: Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhig stellen, die das Atmen erleichtert.
P305 + P351 + P338	Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P306 + P360	Bei Kontakt mit der Kleidung: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P307 + P311	Bei Exposition: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P308 + P313	Bei Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P309 + P311	Bei Exposition oder Unwohlsein: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P333 + P313	Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P335 + P334	Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen / nassen Verband anlegen.
P337 + P313	Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P342 + P311	Bei Symptomen der Atemwege: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P370 + P376	Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P370 + P378	Bei Brand: … zum Löschen verwenden.
P370 + P380	Bei Brand: Umgebung räumen.

© by FKS: 04/2014

P370 + P380 + P375	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr, Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P371 + P380 + P375	Bei Grossbrand und grossen Mengen: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr, Brand aus der Entfernung bekämpfen.

P400-Reihe: Aufbewahrung

P401	… aufbewahren.
P402	An einem trockenen Ort aufbewahren.
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P404	In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
P406	In korrosionsbeständigem / … Behälter mit korrosionsbeständiger Auskleidung aufbewahren.
P407	Luftspalt zwischen Stapeln / Paletten lassen.
P410	Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P411	Bei Temperaturen von nicht mehr als … °C / … aufbewahren.
P412	Nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.
P413	Schüttgut in Mengen von mehr als … kg, bei Temperaturen von nicht mehr als … °C aufbewahren.
P420	Von anderen Materialien entfernt aufbewahren.
P422	Inhalt in / unter … aufbewahren.
P402 + P404	In einem geschlossenen Behälter an einem trockenen Ort aufbewahren.
P403 + P233	Behälter dicht verschlossen an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P403 + P235	Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P403	Vor Sonnenbestrahlung geschützt, an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P412	Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.
P411 + P235	Kühl und bei Temperaturen von nicht mehr als … °C aufbewahren.

P500-Reihe: Entsorgung

P501	Inhalt / Behälter … zuführen.

© by FKS: 04/2014

6.3.2 | R- und S-Sätze

Die **R- und S-Sätze** „**R**isiko- und **S**icherheitssätze" (engl. risk and safety) werden bis 2015 von den H- und P-Sätzen abgelöst (siehe Kapitel 6.1).

R-Sätze „Risikosätze"

R 1	In trockenem Zustand explosionsgefährlich.
R 2	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich.
R 3	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich.
R 4	Bildet hoch empfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen.
R 5	Beim Erwärmen explosionsfähig.
R 6	Mit und ohne Luft explosionsfähig.
R 7	Kann Brand verursachen.
R 8	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.
R 9	Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen.
R 10	Entzündlich.
R 11	Leicht entzündlich.
R 12	Hoch entzündlich.
R 14	Reagiert heftig mit Wasser.
R 15	Reagiert mit Wasser unter Bildung hoch entzündlicher Gase.
R 16	Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen.
R 17	Selbstentzündlich an der Luft.
R 18	Bei Gebrauch, Bildung explosionsfähiger / leicht entzündlicher Dampf-Luft-Gemische möglich.
R 19	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
R 20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen.
R 21	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut.
R 22	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.
R 23	Giftig beim Einatmen.
R 24	Giftig bei Berührung mit der Haut.
R 25	Giftig beim Verschlucken.
R 26	Sehr giftig beim Einatmen.
R 27	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut.
R 28	Sehr giftig beim Verschlucken.
R 29	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
R 30	Kann bei Gebrauch leicht entzündlich werden.
R 31	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
R 32	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
R 33	Gefahr kumulativer Wirkungen.
R 34	Verursacht Verätzungen.
R 35	Verursacht schwere Verätzungen.
R 36	Reizt die Augen.

© by FKS: 04/2014

R 37	Reizt die Atmungsorgane.
R 38	Reizt die Haut.
R 39	Ernste Gefahr irreversiblen Schadens.
R 40	Verdacht auf krebserzeugende Wirkung.
R 41	Gefahr ernster Augenschäden.
R 42	Sensibilisierung durch Einatmen möglich.
R 43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
R 44	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.
R 45	Kann Krebs erzeugen.
R 46	Kann vererbbare Schäden verursachen.
R 48	Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition.
R 49	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen.
R 50	Sehr giftig für Wasserorganismen.
R 51	Giftig für Wasserorganismen.
R 52	Schädlich für Wasserorganismen.
R 53	Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R 54	Giftig für Pflanzen.
R 55	Giftig für Tiere.
R 56	Giftig für Bodenorganismen.
R 57	Giftig für Bienen.
R 58	Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben.
R 59	Gefährlich für die Ozonschicht.
R 60	Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
R 61	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
R 62	Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
R 63	Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen.
R 64	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
R 65	Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen.
R 66	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
R 67	Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
R 68	Irreversibler Schaden möglich.
R 14/15	Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung hoch entzündlicher Gase.
R 15/29	Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und hoch entzündlicher Gase.
R 20/21	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 20/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.
R 20/21/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut.
R 21/22	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R 23/24	Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 23/25	Giftig beim Einatmen und Verschlucken.

© by FKS: 04/2014

R 23/24/25	Giftig beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut.
R 24/25	Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R 26/27	Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 26/28	Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken.
R 26/27/28	Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut.
R 27/28	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R 36/37	Reizt die Augen und die Atmungsorgane.
R 36/38	Reizt die Augen und die Haut.
R 36/37/38	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.
R 37/38	Reizt die Atmungsorgane und die Haut.
R 39/23	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R 39/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R 39/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R 39/23/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 39/23/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken.
R 39/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 39/23/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 39/26	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R 39/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R 39/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R 39/26/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 39/26/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken.
R 39/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 39/26/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 42/43	Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich.
R 48/20	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen.
R 48/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut.
R 48/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken.
R 48/20/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut.
R 48/20/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken.

© by FKS: 04/2014

R 48/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 48/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 48/23	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen.
R 48/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der der Haut.
R 48/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken.
R 48/23/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut.
R 48/23/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken.
R 48/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 48/23/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 50/53	Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R 51/53	Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R 52/53	Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R 68/20	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R 68/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R 68/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R 68/20/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R 68/20/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken.
R 68/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R 68/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.

© by FKS: 04/2014

S-Sätze „Sicherheitssätze"

S 1	Unter Verschluss aufbewahren.
S 2	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
S 3	Kühl aufbewahren.
S 4	Von Wohnplätzen fernhalten.
S 5	Unter ... aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller anzugeben).
S 6	Unter ... aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller anzugeben).
S 7	Behälter dicht geschlossen halten.
S 8	Behälter trocken halten.
S 9	Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S 12	Behälter nicht gasdicht verschliessen.
S 13	Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.
S 14	Von ... fernhalten (inkompatible Substanzen sind vom Hersteller anzugeben).
S 15	Vor Hitze schützen.
S 16	Von Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.
S 17	Von brennbaren Stoffen fernhalten.
S 18	Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben.
S 20	Bei der Arbeit nicht essen und trinken.
S 21	Bei der Arbeit nicht rauchen.
S 22	Staub nicht einatmen.
S 23	Gas / Rauch / Dampf / Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung[en] vom Hersteller anzugeben).
S 24	Berührung mit der Haut vermeiden.
S 25	Berührung mit den Augen vermeiden.
S 26	Bei Berührung mit den Augen, sofort mit Wasser abspülen und den Arzt konsultieren.
S 27	Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.
S 28	Bei Berührung mit der Haut, sofort abwaschen mit viel ... (vom Hersteller anzugeben).
S 29	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.
S 30	Niemals Wasser hinzugiessen.
S 33	Massnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.
S 35	Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden.
S 36	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.
S 37	Geeignete Schutzhandschuhe tragen.
S 38	Bei unzureichender Belüftung, Atemschutzgerät anlegen.
S 39	Schutzbrille / Gesichtsschutz tragen.
S 40	Fussboden und verunreinigte Gegenstände mit ... reinigen (Material vom Hersteller anzugeben).
S 41	Explosions- und Brandgase nicht einatmen.

© by FKS: 04/2014

S 42	Bei Räuchern bzw. Versprühen, geeignetes Atemschutzgerät anlegen (geeignete Bezeichnung[en] vom Hersteller anzugeben).
S 43	Zum Löschen ... (vom Hersteller anzugeben) verwenden. (Wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: „Kein Wasser verwenden").
S 45	Bei Unfall oder Unwohlsein, sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen).
S 46	Bei Verschlucken, sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen.
S 47	Nicht bei Temperaturen über ...°C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben).
S 48	Feucht halten mit ... (geeignetes Mittel vom Hersteller anzugeben).
S 49	Nur im Originalbehälter aufbewahren.
S 50	Nicht mischen mit ... (vom Hersteller anzugeben).
S 51	Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden.
S 52	Nicht grossflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden.
S 53	Exposition vermeiden – vor Gebrauch, besondere Anweisungen einholen.
S 56	Dieses Produkt und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.
S 57	Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt, geeigneten Behälter verwenden.
S 59	Informationen zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen.
S 60	Dieses Produkt und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen.
S 61	Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen / Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen.
S 62	Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
S 63	Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhig stellen.
S 64	Bei Verschlucken, Mund mit Wasser ausspülen (nur wenn Verunfallter bei Bewusstsein ist).
S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren.
S 3/7	Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren.
S 3/9/14	An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S 3/9/14/49	Nur im Originalbehälter, an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S 3/9/49	Nur im Originalbehälter, an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S 3/14	An einem kühlen, von ... entfernten Ort aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S 7/8	Behälter trocken und dicht geschlossen halten.
S 7/9	Behälter dicht geschlossen, an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S 7/47	Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über ...°C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben).
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen.
S 24/25	Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

© by FKS: 04/2014

S 27/28	Bei Berührung mit der Haut, beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen und Haut sofort abwaschen mit viel ... (vom Hersteller anzugeben).
S 29/35	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden.
S 29/56	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; dieses Produkt und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.
S 36/37	Bei der Arbeit, geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen.
S 36/37/39	Bei der Arbeit, geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille / Gesichtsschutz tragen.
S 36/39	Bei der Arbeit, geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille / Gesichtsschutz tragen.
S 37/39	Bei der Arbeit, geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille / Gesichtsschutz tragen.
S 47/49	Nur im Originalbehälter, bei einer Temperatur von nicht über ... °C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren.

© by FKS: 04/2014

6.4 | Kombinationen der Gefahrnummern

Bedeutung und Wirkung

20	Erstickendes Gas oder Gas, das keine Zusatzgefahr aufweist.
22	Tiefgekühlt verflüssigtes Gas, erstickend.
223	Tiefgekühlt verflüssigtes Gas, entzündbar.
225	Tiefgekühlt verflüssigtes Gas, oxidierend (brandfördernd).
23	Entzündbares Gas.
239	Entzündbares Gas, das spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
25	Oxidierendes (brandförderndes) Gas.
26	Giftiges Gas.
263	Giftiges Gas, entzündbar.
265	Giftiges Gas, oxidierend (brandfördernd).
268	Giftiges Gas, ätzend.
30	- Entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C) oder - entzündbarer flüssiger Stoff oder fester Stoff in geschmolzenem Zustand, mit einem Flammpunkt über 61 °C, auf oder über seinen Flammpunkt erwärmt oder - selbsterhitzungsfähiger flüssiger Stoff.
323	Entzündbarer flüssiger Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X323	Entzündbarer flüssiger Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und entzündbare Gase bildet.
33	Leicht entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt unter 23 °C).
333	Pyrophorer flüssiger Stoff.
X333	Pyrophorer, flüssiger Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
336	Leicht entzündbarer flüssiger Stoff, giftig.
338	Leicht entzündbarer flüssiger Stoff, ätzend.
X338	Leicht entzündbarer flüssiger Stoff, ätzend, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
339	Leicht entzündbarer flüssiger Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
36	Entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), schwach giftig, oder selbsterhitzungsfähiger flüssiger Stoff, giftig.
362	Entzündbarer flüssiger Stoff, giftig, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X362	Entzündbarer flüssiger Stoff, giftig, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und entzündbare Gase bildet.
368	Entzündbarer flüssiger Stoff, giftig, ätzend.
38	Entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), schwach ätzend, oder selbsterhitzungsfähiger flüssiger Stoff, ätzend.
382	Entzündbarer flüssiger Stoff, ätzend, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X382	Entzündbarer flüssiger Stoff, ätzend, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und entzündbare Gase bildet.
39	Entzündbarer flüssiger Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.

© by FKS: 04/2014

40	Entzündbarer fester Stoff oder selbsterhitzungsfähiger Stoff oder selbstzersetzlicher fester Stoff.
423	Fester Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X423	Entzündbarer fester Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und entzündbare Gase bildet.
43	Selbstentzündlicher (pyrophorer) fester Stoff.
X432	Selbstentzündlicher (pyrophorer) fester Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und entzündbare Gase bildet.
44	Entzündbarer fester Stoff, der sich bei erhöhter Temperatur in geschmolzenem Zustand befindet.
446	Entzündbarer fester Stoff, giftig, der sich bei erhöhter Temperatur in geschmolzenem Zustand befindet.
46	Entzündbarer oder selbsterhitzungsfähiger, fester Stoff, giftig.
462	Fester Stoff, giftig, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X462	Fester Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und giftige Gase bildet.
48	Entzündbarer oder selbsterhitzungsfähiger, fester Stoff, ätzend.
482	Fester Stoff, ätzend, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
X482	Fester Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)] und ätzende Gase bildet.
50	Oxidierender (brandfördernder) Stoff.
539	Entzündbares organisches Peroxid.
55	Stark oxidierender (brandfördernder) Stoff.
556	Stark oxidierender (brandfördernder) Stoff, giftig.
558	Stark oxidierender (brandfördernder) Stoff, ätzend.
559	Stark oxidierender (brandfördernder) Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
56	Oxidierender (brandfördernder) Stoff, giftig.
568	Oxidierender (brandfördernder) Stoff, giftig, ätzend.
58	Oxidierender (brandfördernder) Stoff, ätzend.
59	Oxidierender (brandfördernder) Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
60	Giftiger oder schwach giftiger Stoff.
606	Ansteckungsgefährlicher Stoff.
623	Giftiger flüssiger Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
63	Giftiger Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C).
638	Giftiger Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), ätzend.
639	Giftiger Stoff, entzündbar (Flammpunkt nicht über 61 °C), der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
64	Giftiger fester Stoff, entzündbar oder selbsterhitzungsfähig.
642	Giftiger fester Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
65	Giftiger Stoff, oxidierend (brandfördernd).
66	Sehr giftiger Stoff.
663	Sehr giftiger Stoff, entzündbar (Flammpunkt nicht über 61 °C).
664	Sehr giftiger fester Stoff, entzündbar oder selbsterhitzungsfähig.
665	Sehr giftiger Stoff, oxidierend (brandfördernd).

© by FKS: 04/2014

668	Sehr giftiger Stoff, ätzend.
X668	Sehr giftiger Stoff, ätzend, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
669	Sehr giftiger Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
68	Giftiger Stoff, ätzend.
69	Giftiger oder schwach giftiger Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
70	Radioaktiver Stoff.
72	Radioaktives Gas.
723	Radioaktives Gas, entzündbar.
73	Radioaktiver flüssiger Stoff, entzündbar (Flammpunkt nicht über 61°C).
74	Radioaktiver fester Stoff, entzündbar.
75	Radioaktiver Stoff, oxidierend (brandfördernd).
76	Radioaktiver Stoff, giftig.
78	Radioaktiver Stoff, ätzend.
80	Ätzender oder schwach ätzender Stoff.
X80	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
823	Ätzender flüssiger Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
83	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C).
X83	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
839	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
X839	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C), der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann und der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
84	Ätzender fester Stoff, entzündbar oder selbsterhitzungsfähig.
842	Ätzender fester Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.
85	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, oxidierend (brandfördernd).
856	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, oxidierend (brandfördernd) und giftig.
86	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, giftig.
88	Stark ätzender Stoff.
X88	Stark ätzender Stoff, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
883	Stark ätzender Stoff, entzündbar (Flammpunkt von 23 °C bis einschliesslich 61 °C).
884	Stark ätzender fester Stoff, entzündbar oder selbsterhitzungsfähig.
885	Stark ätzender Stoff, oxidierend (brandfördernd).
886	Stark ätzender Stoff, giftig.
X886	Stark ätzender Stoff, giftig, der mit Wasser gefährlich reagiert[1)].
89	Ätzender oder schwach ätzender Stoff, der spontan zu einer heftigen Reaktion führen kann.
90	Umweltgefährdender Stoff; verschiedene gefährliche Stoffe.
99	Verschiedene gefährliche erwärmte Stoffe.

[1)] Wasser darf nur in Absprache mit Sachverständigen verwendet werden.

© by FKS: 04/2014

6.5 | Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET)

Quelle: Prof. Dr. Peter Bützer
Hinweis: Copyright für MET liegt beim Verfasser, der Abdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung

Das Dokument 74.400 der Schweizer Armee „Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET)" aus dem Jahr 2013 ersetzt den „Technischen Behelf für den Schutz bei C-Ereignissen" vom 1.1.1991. Das Ganze wurde im Auftrag der Schweizer Armee von Prof. Dr. Peter Bützer erarbeitet und wird hier in einer verkürzten Version wiedergegeben.

Was ist MET?

MET ist ein Modell zur Ermittlung von Gefährdungszonen bei Chemieereignissen. Der Behelf dient als rasche Entscheidungshilfe für die Einleitung situationsgerechter C-Schutz-Massnahmen in der kritischen Phase von Chemieereignissen. Es erlaubt die Abschätzung von max. Distanzen in Metern vom Nullpunkt des Ereignisses, bei denen noch 10 % der Bevölkerung von relevanten gesundheitlichen Auswirkungen durch den freigesetzten Stoff betroffen sein können. Zusätzlich gibt es Gefährdungsdistanzen bei Gaswolken-Explosionen (BLEVE) an (nur mit der Computerversion möglich).

Der Katastrophenschutz in der Schweiz zieht, im Falle von C-Ereignissen, für die Bevölkerung das „Schutzsuchen in Häusern" einer grossflächigen Evakuation vor. Diese Methodik hat wohlüberlegte und praktische Gründe. Daher finden sich im MET neben der Distanzabschätzung für „Personen im Freien" auch welche für „Personen im Innern von Häusern".

Die Distanzen sind so ermittelt, dass empfindlichere Bevölkerungsgruppen (Kinder, Kranke, ältere Personen) mit eingeschlossen sind. Die Gefahrendistanzen für Personen im Innern von Häusern gelten nur, wenn:

- Türen, Fenster und andere Öffnungen geschlossen und alle Lüftungsanlagen (z.B. Klimaanlagen, Ventilatoren) sowie Öl-, Gas-, Kohle- oder Holzheizungen abgestellt sind, und
- die Dichtheit der Gebäudehülle einem durchschnittlichen schweizerischen Wohnhaus entspricht.

Die Ausbreitungstabellen in der Dokumentation MET wurden dem derzeitigen Stand der Wissenschaft, gestützt auch auf Erfahrungen aus Ereignisse der letzten Jahre, ausgearbeitet und geben angenäherte, realistische Gefahrendistanzen wieder.

Wofür wird MET verwendet?

- Abschätzung der Ausbreitung von Gaswolken im Ereignisfall
- Schutz von Personen / Einsatzkräften
- Einsatzplanung der Feuer- und Chemiewehr
- Risikoanalysen

Beim Einsatz mit Freisetzung chemischer Stoffe stellen sich bezüglich der Gefährdung folgende Fragen:

- Welche Gebiete sind zu alarmieren?
- Wie ist die Gefährdung der Leute in den Häusern und im Freien?
- Wie ist die Gefährdung der Einsatzkräfte, wie gross muss die Gefahrenzone gewählt werden?

Wird eine zu grosse Gegend alarmiert, dann reichen die Mittel und die Zeit nicht, wird eine zu kleine Gegend alarmiert, ist man der Kritik ausgesetzt, die Leute nicht genügend geschützt zu haben.

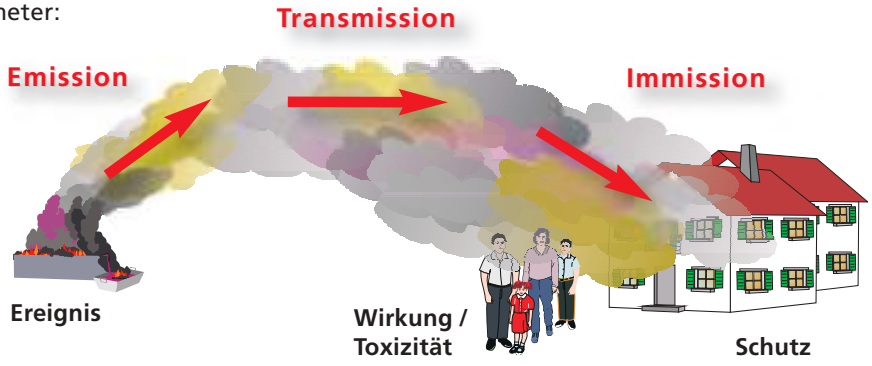
- Eine Evakuierung allen recht zu machen, ist unmöglich; MET hilft, nachvollziehbare Entscheidungskriterien für die Vermeidung von groben Fehlern zu liefern
- Personen, die im Haus sicher sind, sind dort zu belassen

© by FKS: 04/2014

Wie funktioniert MET?

Für die Beurteilung der Gefährdungssituation ist die Kenntnis der Schadstoffwirkung auf den menschlichen Organismus (Toxizität) ebenso bedeutend wie die Erfassung der Ausbreitungsphänomene. Das Abschätzen und Verarbeiten aller in die Beurteilung einfliessender Parameter ist selbst für Spezialisten zeitaufwändig. MET berücksichtigt in der Berechnung folgende Parameter:

- Emission
  (Abgabe von Stoffen an die Umwelt)
- Transmission
  (Verbreitung von Schadstoffen)
- Immission
  (Einwirkung von Störfaktoren aus der Umwelt)
- Wirkung auf den Menschen
  (Toxizität)
- Schutzmöglichkeit
  (im Haus / im Freien)



MET berücksichtigt alle Faktoren bestmöglich, bereits mit folgenden minimalen Angaben:

- Wetterlage
  - Nebel
  - Windgeschwindigkeit
  - Wolkenbedeckung
  - Tageszeit
  - Jahreszeit
- Masse der freigesetzten Substanz
  - Geschätzte Menge, die freigesetzt wurde (in kg), unter Berücksichtigung des Mass Factors
- Toxizität
  - Verfügbarer toxikologischer Grenzwert

- In den neuen MET-Stofflisten wird mit dem sogenannten PAC-2-Wert gearbeitet (Protective Action Criteria; Toxizitätswert für 1 Std.). Dieser entspricht dem AEGL-2 (1 Std.), falls dieser vorhanden ist. Ansonsten entspricht der PAC-2 dem ERPG-2 (1 Std.) oder – falls dieser Wert auch nicht vorhanden ist – dem TEEL-2 (1 Std.). In den Ausbreitungsklassen kann auch mit dem AEGL-2 (4 Std.) gearbeitet werden.
- Je unsicherer die verfügbare Datenbasis ist, desto grösser sind die ermittelten Distanzen

Mass Factor

Das MET-Modell geht – ohne Berücksichtigung des Mass Factors – immer von der totalen Freisetzung des ausgetretenen Stoffs in die Atmosphäre aus. Bei Stoffen, die einen Siedepunkt über 77 °C haben (Referenz Ethylacetat), kann sich in einer halben Stunde nur ein Teil der freigesetzten Menge gasförmig über die Luft verbreiten (Flüchtigkeit). Diese Flüchtigkeit wird mit dem sogenannten Mass Factor berücksichtigt, der angibt, welcher Anteil für die Berechnung relevant ist. Je nach Mass Factor und Aggregatzustand sind die Stoffe in der folgenden Liste unterschiedlich hinterlegt:

Weiss hinterlegt (Gase oder leichtflüchtige Substanzen):
Hier wird in einer Stunde die gesamte Masse in die Luft freigesetzt, daher ist der Mass Factor = 1

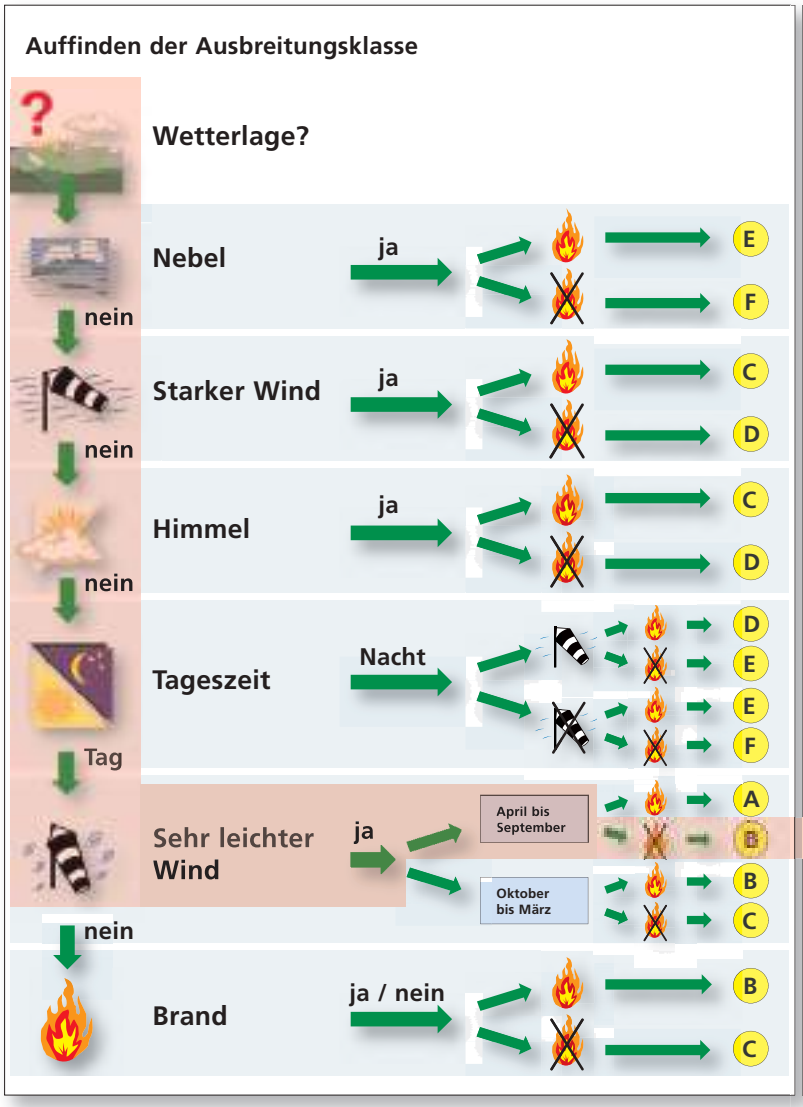
Braun hinterlegt (hochsiedende Flüssigkeiten oder Festkörper):
1 % der ausgetretenen Masse verwenden, aber falls eine Substanz als feine, staubförmige Partikel auf dem Boden liegt, muss mindesten mit 30 % der ausgetretenen Masse gerechnet werden. Wird der Festkörper als feine Partikel oder Aerosol in die Luft freigesetzt (z.B. durch Explosion), dann muss die ganze Menge eingesetzt werden

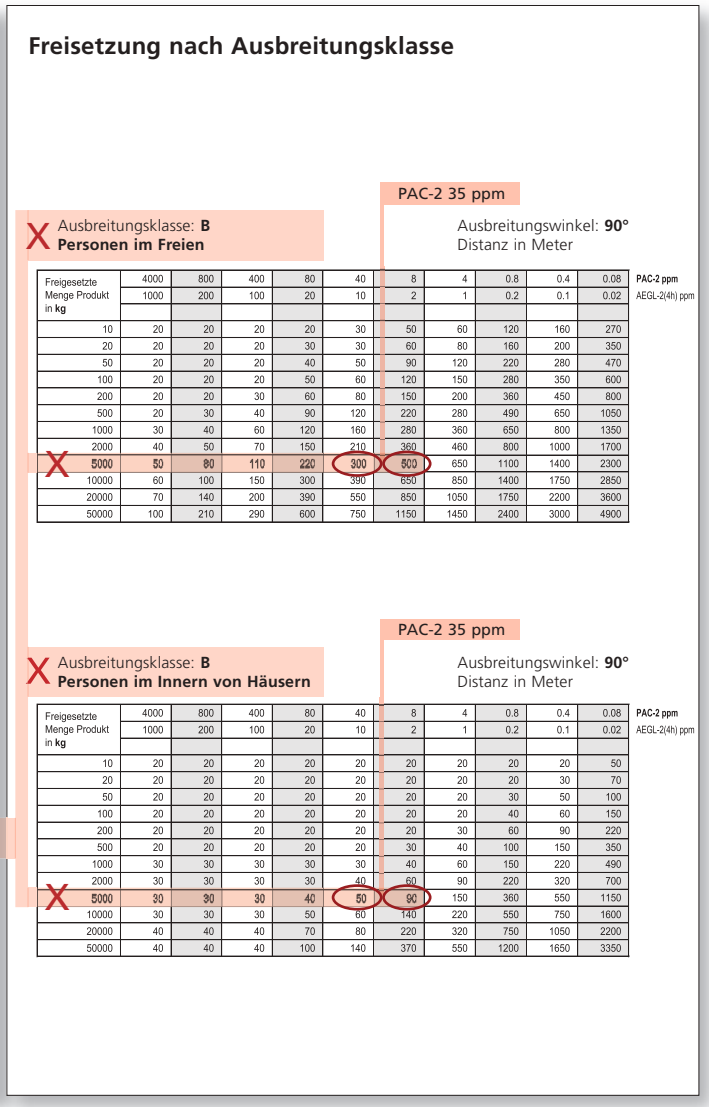
Blau hinterlegt (Flüssigkeiten):
Die ausgetretene Masse mit dem Mass Factor multipliziert, ergibt die in die Luft freigesetzte Masse.

- Die auf MET gestützten, getroffenen Massnahmen sind so frühzeitig wie möglich und in der Folge dauernd, durch Messungen der Schadstoffe in der Luft, dem effektiven Ereignisablauf anzupassen
- Meteo-Verhältnisse während des Einsatzes genau beobachten (vor allem Wind), und Berechnungen laufend anpassen
- Wenn man versteht, was man abschätzt, dann ist eine tabellarische Rechnung so gut wie eine IT-Lösung
- Lieber eine brauchbare Angabe zur Zeit als eine perfekte Lösung zu spät

© by FKS: 04/2014

Beispiel mit 5'000 kg Acrylnitril (PAC-2: 35 ppm; Mass Factor: 1):
Unfall mit Freisetzung an einem schönen Augustnachmittag, mit leichtem Wind ohne Brand.





Freigesetzte Menge Produkt in kg	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	PAC-2 ppm
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	30	50	60	120	160	270	
20	20	20	20	30	30	60	80	160	200	350	
50	20	20	20	40	50	90	120	220	280	470	
100	20	20	20	50	60	120	150	280	350	600	
200	20	20	30	60	80	150	200	360	450	800	
500	20	30	40	90	120	220	280	490	650	1050	
1000	30	40	60	120	160	280	360	650	800	1350	
2000	40	50	70	150	210	360	460	800	1000	1700	
5000	50	80	110	220	300	800	650	1100	1400	2300	
10000	60	100	150	300	390	650	850	1400	1750	2850	
20000	70	140	200	390	550	850	1050	1750	2200	3600	
50000	100	210	290	600	750	1150	1450	2400	3000	4900	

Freigesetzte Menge Produkt in kg	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	PAC-2 ppm
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	50	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	70	
50	20	20	20	20	20	20	20	30	50	100	
100	20	20	20	20	20	20	20	40	60	150	
200	20	20	20	20	20	20	30	60	90	220	
500	20	20	20	20	20	30	40	100	150	350	
1000	30	30	30	30	30	40	60	150	220	490	
2000	30	30	30	30	40	60	90	220	320	700	
5000	30	30	30	40	50	90	150	360	550	1150	
10000	30	30	30	50	60	140	220	550	750	1600	
20000	40	40	40	70	80	220	320	750	1050	2200	
50000	40	40	40	100	140	370	550	1200	1650	3350	

Anwendungsablauf von MET

1. Involvierten Stoff ermitteln
2. Spezifische Stoffdaten im MET-Tabellenteil oder in der Literatur nachschlagen (toxikologischer Grenzwert und Mass Factor)
3. In die Luft freigesetzte Menge aufgrund involvierter bzw. ausgetretener Menge, und Anwendung des Mass Factors festlegen
4. Wetterdaten ermitteln
5. Ausbreitungsklasse mithilfe der Wetterangaben aus dem Entscheidungsdiagramm festlegen
6. Mithilfe des toxikologischen Grenzwerts und der involvierten Menge, Gefährdungsdistanzen in den Ausbreitungsklassentabellen nachschlagen, gegebenenfalls Korrekturrechnung vornehmen
7. Gefährdungsdistanzen, unter Berücksichtigung des in der Ausbreitungsklasse angegebenen Ausbreitungswinkels sowie der Windrichtung, in Karte einzeichnen

Bei der Bestimmung der Ausbreitungsklasse ist bei intensivem Brand, aufgrund der Thermik (Verfrachtung weg vom Boden), die ermittelte Klasse um eine zu erniedrigen (z.B. von B auf A).

Bei tiefkalten Gasen ist die ermittelte Ausbreitungsklasse, aufgrund der tiefen Temperatur (Schwergasverhalten), um eine Stufe zu erhöhen (z.B. von C auf D). Der Ausbreitungswinkel bleibt jeweils der gleiche.

© by FKS: 04/2014

Ist der exakte PAC-2-Wert (oder AEGL-2-Wert, 4 Std.) nicht in der Ausbreitungsklassentabelle enthalten und möchte man nicht einfach den „sicheren" Wert, sprich die grössere Gefahrendistanz nehmen, so ist es möglich, einen genaueren Wert zu berechnen. Dies erlaubt eine kleinere Festlegung der Gefahrendistanzen für Sicherheit und Evakuation. Für die Berechnung gibt es zwei Möglichkeiten:

- Lineare Interpolation (einfacher)
- Logarithmische Interpolation (präziser)

In unserem oben erwähnten Beispiel (5'000 kg Acrylnitril, PAC-2-Wert: 35 ppm) können folgende Gefahrendistanzen (Radius in m, ab Freisetzungsort) für Personen im Freien aus den Tabellen gelesen werden:

	im Freien	im Haus
• Bei PAC 8 ppm:	500 m	90 m
• Bei PAC 40 ppm:	300 m	50 m

Die Gefahrendistanz im Freien liegt folglich zwischen 300 m und 500 m. Da der PAC-2-Wert von 35 ppm näher bei 40 ppm liegt als bei 8 ppm, muss die effektive Gefahrendistanz auch näher bei 300 m als bei 500 m liegen. Für den etwas tieferen PAC-2-Wert wird sich die Distanz von 300 m jedoch etwas erhöhen. Diese Aussage ist schnell gemacht, die Berechnung dauert länger.

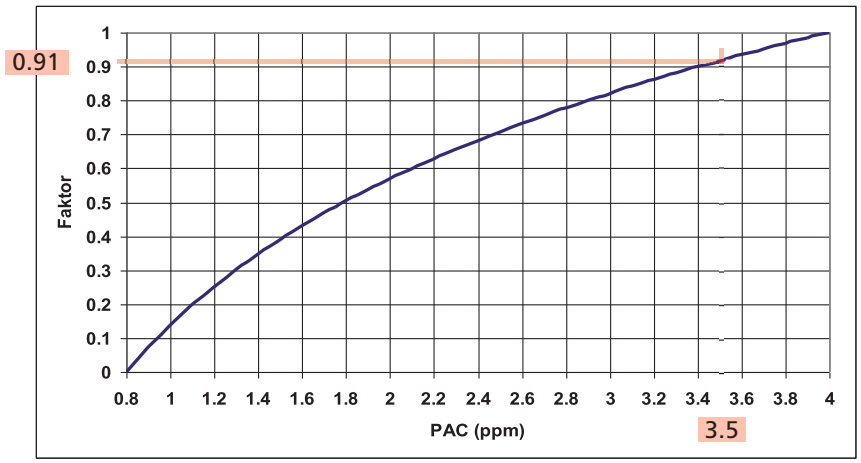
- Distanzdifferenz bei 5'000 kg: 200 m (= 500 m - 300 m)
- Differenz der PAC-Werte: 32 ppm (= 40 ppm - 8 ppm)
- Differenz Tabellen PAC-Wert zu PAC-Wert des involvierten Stoffes: 5 ppm (= 40 ppm - 35 ppm)

Lineare Interpolation

- $\frac{\text{(Distanzdifferenz [m])}}{\text{Differenz der PAC-Werte [ppm]}}$ x Differenz Tabellen PAC-Wert zu PAC-Wert des involvierten Stoffes
- $\frac{200\text{ m}}{32\text{ ppm}}$ x 5 ppm = 31,25
- Effektive Distanz: 300 m + 31,25 m = **ca. 330 m** (beim Ausgehen vom grösseren PAC-2-Wert: Addieren der ermittelten Distanzdifferenz)

Logarithmische Interpolation

- Nachschlagen in logarithmischer Interpolationstabelle: 35 ppm (in Graph 0.8 - 4 ppm bei 3.5 ppm) ist ca. 0.91
- Distanzdifferenz: 200 m x 0.91 = 182 m
- Effektive Distanz: 500 m - 182 m = ca. **320 m**

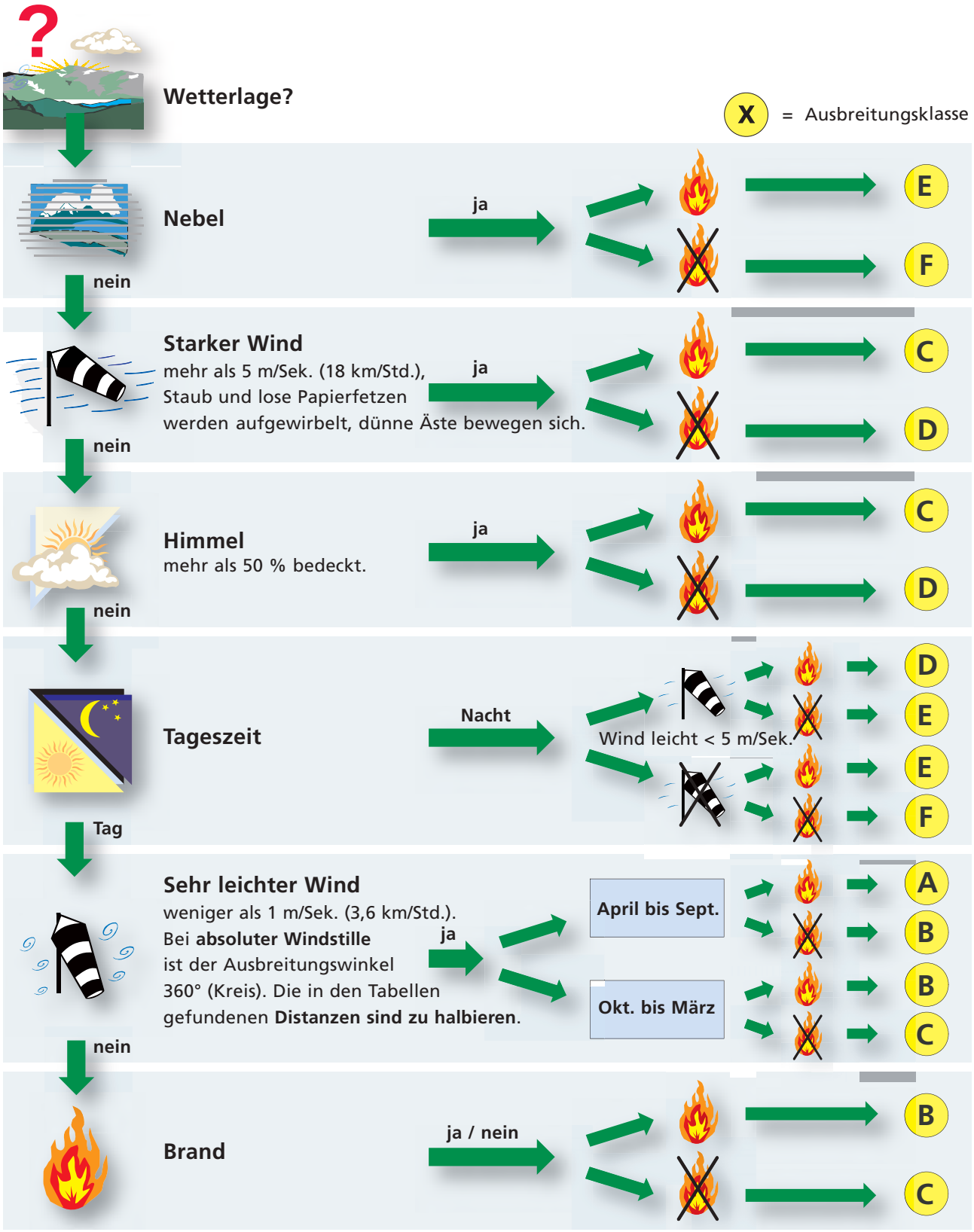


Grenzen der Anwendung von MET

- Unbekannte Quellen
- Stoffaustritt aus unbekannten Reaktionen
- Langandauernde Stoffaustritte
- Grosse Hindernisse oder Kanalisierung
- Extreme Topografie
- Krebserregende (karzinogene) Stoffe

© by FKS: 04/2014

Schema zum Auffinden der Ausbreitungsklassen A bis G „MET"



Bei intensivem Brand ist die ermittelte Klasse um eine zu erniedrigen!

Beispiel: B → A

Bei tiefkalten Gasen ist die ermittelte Klasse um eine zu erhöhen!

Beispiel: C → D

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **A**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **90°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	30	40	80	100	170	
20	20	20	20	20	20	40	50	100	120	210	
50	20	20	20	20	30	60	70	130	170	290	
100	20	20	20	30	40	70	100	170	220	370	
200	20	20	20	40	50	100	120	220	280	470	
500	20	20	30	60	70	130	170	300	380	650	
1000	30	30	40	70	100	170	220	390	480	850	
2000	30	30	50	100	130	220	290	490	650	1050	
5000	30	50	70	140	190	310	390	700	850	1400	
10000	40	60	90	180	240	400	500	850	1100	1750	
20000	50	90	120	240	320	550	650	1100	1350	2200	
50000	60	130	180	340	450	700	900	1500	1850	3000	

Ausbreitungsklasse: **A**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **90°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	
50	20	20	20	20	20	20	20	20	30	70	
100	20	20	20	20	20	20	20	30	40	90	
200	20	20	20	20	20	20	20	40	60	130	
500	20	20	20	20	20	20	30	60	90	210	
1000	30	30	30	30	30	30	40	90	140	300	
2000	30	30	30	30	30	40	50	140	200	430	
5000	30	30	30	30	30	60	90	220	320	700	
10000	30	30	30	40	40	90	140	320	450	1000	
20000	40	40	40	50	50	130	200	460	650	1350	
50000	40	40	40	60	90	230	330	750	1050	2050	

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **B**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **90°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	30	50	60	120	160	270	
20	20	20	20	30	30	60	80	160	200	350	
50	20	20	20	40	50	90	120	220	280	470	
100	20	20	20	50	60	120	150	280	350	600	
200	20	20	30	60	80	150	200	360	450	800	
500	20	30	40	90	120	220	280	490	650	1050	
1000	30	40	60	120	160	280	360	650	800	1350	
2000	40	50	70	150	210	360	460	800	1000	1700	
5000	50	80	110	220	300	500	650	1100	1400	2300	
10000	60	100	150	300	390	650	850	1400	1750	2850	
20000	70	140	200	390	550	850	1050	1750	2200	3600	
50000	100	210	290	600	750	1150	1450	2400	3000	4900	

Ausbreitungsklasse: **B**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **90°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	50	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	70	
50	20	20	20	20	20	20	20	30	50	100	
100	20	20	20	20	20	20	20	40	60	150	
200	20	20	20	20	20	20	30	60	90	220	
500	20	20	20	20	20	30	40	100	150	350	
1000	30	30	30	30	30	40	60	150	220	490	
2000	30	30	30	30	40	60	90	220	320	700	
5000	30	30	30	40	50	90	150	360	550	1150	
10000	30	30	30	50	60	140	220	550	750	1600	
20000	40	40	40	70	80	220	320	750	1050	2200	
50000	40	40	40	100	140	370	550	1200	1650	3350	

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **C**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **60°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	40	50	90	120	230	300	550	
20	20	20	20	50	60	120	160	300	390	700	
50	20	20	30	70	90	170	230	420	550	950	
100	20	30	40	90	120	230	300	550	700	1200	
200	30	40	50	110	160	300	390	700	900	1500	
500	40	60	80	170	230	420	550	1000	1250	2050	
1000	50	70	100	220	300	550	700	1250	1550	2600	
2000	60	100	140	300	400	750	950	1600	2000	3300	
5000	90	150	210	430	600	1000	1300	2150	2700	4450	
10000	110	200	280	600	800	1300	1600	2750	3400	5600	
20000	140	270	380	800	1050	1650	2050	3450	4300	7100	
50000	190	400	600	1100	1450	2250	2800	4700	5850	9600	

Ausbreitungsklasse: **C**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **60°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	20	20	30	40	90	
20	20	20	20	20	20	20	20	40	50	120	
50	20	20	20	20	20	20	30	60	80	200	
100	20	20	20	20	20	30	30	80	120	290	
200	20	20	20	20	20	30	50	120	180	420	
500	20	20	20	20	30	50	70	200	290	700	
1000	30	30	30	30	40	70	110	290	430	1000	
2000	30	30	30	40	60	100	160	430	650	1400	
5000	30	30	30	70	90	180	280	750	1050	2200	
10000	30	30	30	100	110	270	420	1050	1450	3100	
20000	40	40	40	140	150	420	650	1500	2050	4300	
50000	40	40	80	190	280	750	1050	2350	3250	6600	

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

MET

Ausbreitungsklasse: **D**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **60°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	30	60	80	150	200	380	490	900	
20	20	30	40	70	100	190	260	490	650	1150	
50	30	40	50	100	140	280	370	700	900	1550	
100	30	50	70	140	190	370	490	900	1150	1950	
200	40	60	90	180	250	480	650	1150	1450	2450	
500	60	90	130	270	370	700	900	1600	2000	3350	
1000	80	120	170	360	500	900	1200	2050	2550	4250	
2000	100	160	230	490	700	1200	1500	2600	3250	5400	
5000	140	240	340	750	1000	1650	2100	3550	4400	7300	
10000	180	320	460	950	1300	2100	2650	4500	5600	9250	
20000	230	440	650	1250	1700	2700	3400	5700	7050	11650	
50000	310	700	950	1800	2350	3700	4650	7750	9600	15850	

Ausbreitungsklasse: **D**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **60°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	20	20	50	60	140	
20	20	20	20	20	20	30	30	60	90	200	
50	20	20	20	20	20	40	40	90	140	330	
100	20	20	20	20	30	40	50	130	190	470	
200	20	20	20	20	30	50	70	190	290	700	
500	20	20	20	30	50	80	120	320	480	1150	
1000	30	30	30	40	70	110	180	470	700	1600	
2000	30	30	30	60	100	170	270	700	1050	2300	
5000	30	30	30	110	140	290	460	1200	1700	3600	
10000	30	30	40	170	180	450	700	1700	2400	5050	
20000	40	40	60	230	240	700	1050	2450	3400	7050	
50000	40	60	130	310	460	1200	1750	3850	5350	10850	

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **E**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	30	40	90	120	230	300	600	800	1350	
20	30	40	60	110	150	300	400	800	1000	1750	
50	40	60	80	160	220	430	600	1100	1400	2350	
100	50	70	100	210	290	600	750	1400	1750	3000	
200	60	90	130	280	390	750	1000	1800	2250	3800	
500	90	130	190	420	600	1100	1400	2450	3100	5200	
1000	120	180	260	600	800	1400	1800	3150	3950	6550	
2000	160	240	350	750	1050	1800	2300	4000	5000	8300	
5000	220	360	550	1100	1500	2500	3200	5450	6800	11300	
10000	280	500	750	1500	1950	3250	4100	6900	8650	14250	
20000	350	700	1000	1950	2600	4150	5200	8750	10900	18000	
50000	470	1050	1450	2800	3650	5700	7150	11950	14850	24450	

Ausbreitungsklasse: **E**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	30	30	70	90	220	
20	20	20	20	20	20	40	40	90	130	310	
50	20	20	20	20	30	50	60	140	210	500	
100	20	20	20	20	40	60	80	200	300	750	
200	20	20	20	30	50	80	110	290	440	1100	
500	20	20	20	50	70	120	180	490	750	1750	
1000	30	30	30	70	110	170	270	750	1100	2450	
2000	30	30	30	90	160	260	410	1100	1600	3500	
5000	30	30	40	160	220	450	750	1800	2600	5550	
10000	30	30	60	250	280	700	1100	2600	3700	7800	
20000	40	40	100	350	370	1100	1600	3750	5250	10900	
50000	40	90	190	470	700	1850	2700	5950	8250	16750	

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **F**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	30	40	50	110	150	290	390	750	1000	1750	
20	40	50	70	140	190	380	550	1000	1300	2250	
50	50	70	100	200	280	550	750	1400	1800	3050	
100	60	90	130	270	380	750	1000	1800	2300	3900	
200	80	120	170	360	500	1000	1300	2300	2900	4900	
500	110	170	250	550	750	1400	1800	3200	4000	6700	
1000	150	230	330	750	1000	1800	2350	4050	5100	8500	
2000	200	310	450	1000	1350	2350	3000	5150	6450	10750	
5000	280	470	700	1450	1950	3250	4150	7050	8800	14600	
10000	360	650	950	1900	2550	4200	5300	8950	11150	18450	
20000	450	900	1250	2500	3350	5350	6750	11350	14100	23300	
50000	650	1350	1900	3600	4700	7350	9250	15450	19200	31650	

Ausbreitungsklasse: **F**
Personen im Innern von Häusern

Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	40	40	90	120	280	
20	20	20	20	20	30	50	50	120	170	400	
50	20	20	20	20	40	70	80	180	270	650	
100	20	20	20	30	50	80	100	260	380	950	
200	20	20	20	40	60	100	140	380	600	1400	
500	20	20	20	60	90	150	230	650	950	2250	
1000	30	30	30	80	140	220	350	950	1400	3200	
2000	30	30	30	120	200	330	550	1400	2050	4550	
5000	30	30	50	210	280	600	950	2350	3350	7200	
10000	30	30	80	330	360	900	1400	3400	4750	10100	
20000	40	50	120	450	480	1400	2100	4850	6750	14100	
50000	40	110	250	650	950	2350	3450	7700	10650	21650	

© by FKS: 04/2014

MET

Ausbreitungsklasse: **G**
Personen im Freien

Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	30	50	70	130	180	350	470	950	1200	2100	
20	40	60	80	170	240	470	650	1200	1550	2700	
50	60	80	120	250	340	700	900	1700	2150	3700	
100	70	110	150	330	460	900	1200	2150	2750	4700	
200	100	140	200	440	650	1200	1550	2800	3550	5950	
500	140	210	300	650	900	1700	2200	3850	4850	8150	
1000	180	280	400	900	1200	2200	2800	4900	6150	10300	
2000	240	380	550	1200	1600	2850	3650	6250	7850	13050	
5000	340	600	850	1750	2350	3950	5050	8550	10700	17750	
10000	430	800	1150	2300	3100	5050	6400	10850	13550	22400	
20000	550	1100	1550	3050	4050	6500	8150	13750	17100	28250	
50000	750	1600	2300	4350	5700	8950	11200	18750	23300	38400	

Ausbreitungsklasse: **G**
Personen im Innern von Häusern

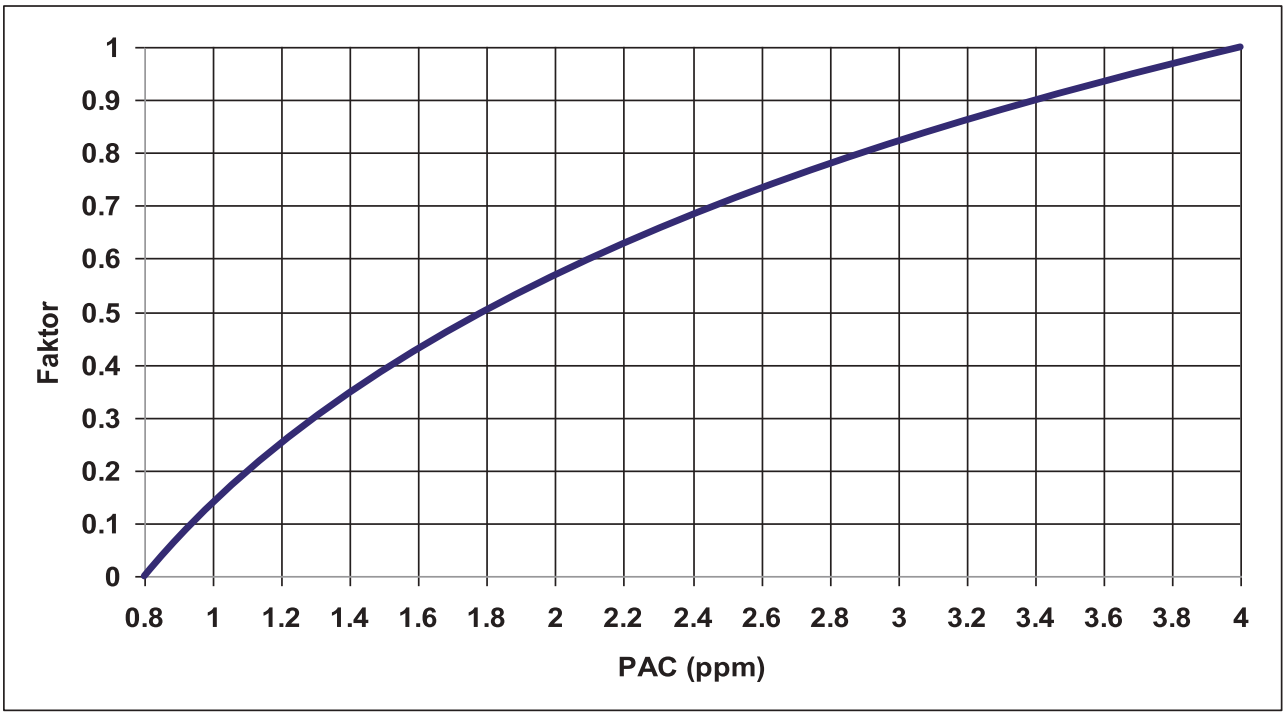
Ausbreitungswinkel: **45°**
Distanzen in Meter

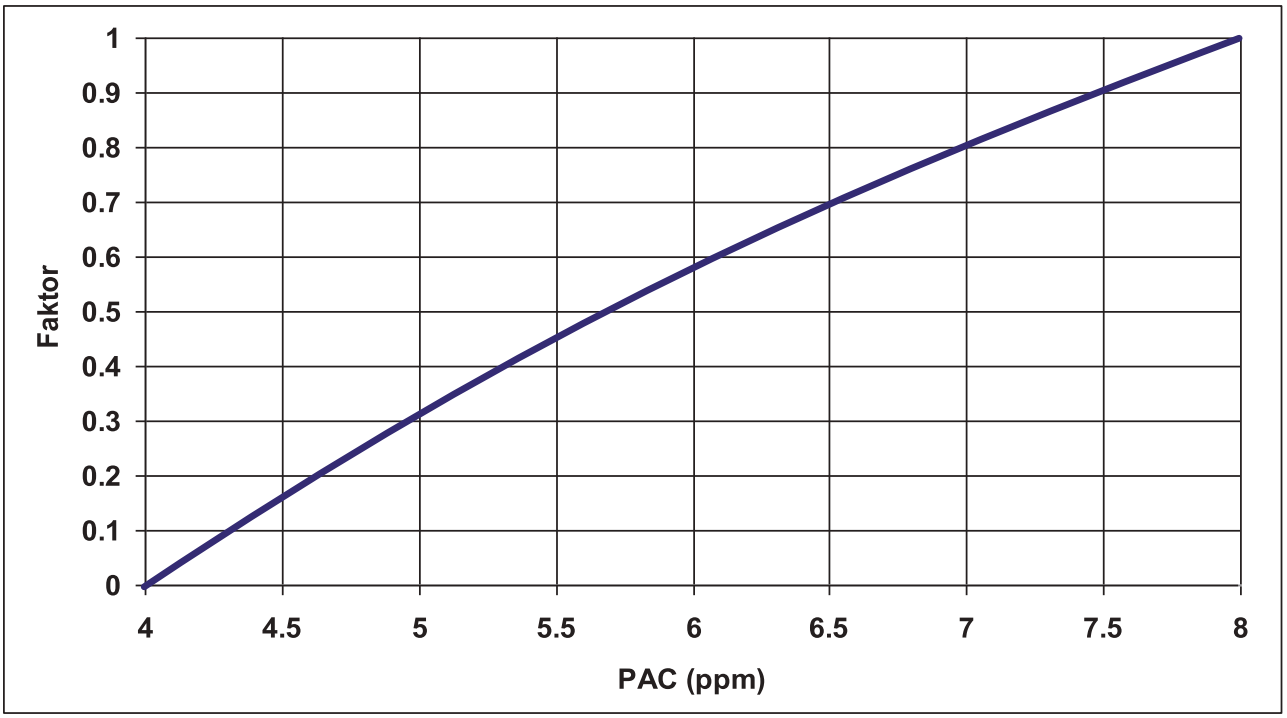
Freigesetzte Menge Produkt in **kg**	4000	800	400	80	40	8	4	0.8	0.4	0.08	**PAC-2 ppm**
	1000	200	100	20	10	2	1	0.2	0.1	0.02	AEGL-2(4h) ppm
10	20	20	20	20	20	50	50	100	150	340	
20	20	20	20	20	30	60	60	140	200	480	
50	20	20	20	30	40	80	90	220	320	800	
100	20	20	20	40	50	100	120	310	470	1150	
200	20	20	20	50	70	120	170	460	700	1700	
500	20	20	20	70	110	180	280	800	1150	2700	
1000	30	30	30	100	160	270	420	1150	1700	3850	
2000	30	30	40	150	240	400	650	1700	2500	5500	
5000	30	30	60	250	340	700	1150	2850	4050	8700	
10000	30	40	90	400	430	1100	1700	4100	5750	12250	
20000	40	60	150	550	600	1700	2550	5900	8200	17100	
50000	40	130	300	750	1100	2850	4200	9350	12900	26300	

© by FKS: 04/2014

MET

Logarithmische Interpolation PAC-Werte (AEGL-2, 1 Std.)





© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	**Stoffname** (Englisch)	**UN-Nr.**	**PAC-2 (ppm)**	**Mass Factor**
Acetaldehyde; Ethanal	Acetaldehyde; Ethanal	1089	270	1
Aceton; Propanon	Acetone; Propanone	1090	3'200	1
Acetonitril	Acetonitrile	1648	320	1
Acetylen; Ethin; C_2H_2	Acetylene; Ethine; C_2H_2	3374	230'000	1
Acrolein; Propenal	Acrolein, stabilized	1092	0,1	1
Acrylamid	Acrylamide	2074	38	0,01
Acrylchlorid	Acrylyl chloride; Acryloyl chloride	3286	0,24	1
Acrylnitril, stabilisiert	Acrylonitrile, stabilized	1093	57	1
Acrylsäure, stabilisiert	Acrylic acid, stabilized	2218	46	0,2
Allylalkohol	Allyl alcohol	1098	13	0,3
Allylamin	Allylamine	2334	3,3	1
Allylchlorid	Allyl chloride	1100	54	1
Ameisensäure; HCOOH	Formic acid; HCOOH	1779	25	0,6
Ammoniak; NH_3	Ammonia anhydrous; NH_3	1005	160	1
Ammoniaklösung (> 10-35 %)	Ammonia aqueous solution (> 10-35 %)	2672	160	0,4
Ammoniaklösung (> 35-40 %)	Ammonia aqueous solution (> 35-40 %)	2073	160	0,4
Ammoniaklösung (> 40-50 %)	Ammonia aqueous solution (> 40-50 %)	3318	160	0,5
Amylacetat	Amyl acetate	1104	100	0,05
Anilin	Aniline	1547	12	0,01
Arsenpentoxid; As_2O_5	Arsenic pentoxide; As_2O_5	1559	0,85	0,01
Arsentrichlorid; Arsen(III)-chlorid; $AsCl_3$	Arsenous trichloride; Arsenic trichloride; AT; $AsCl_3$	1560	1,3	0,09
Arsin; Arsenwasserstoff; AsH_3	Arsine; SA; AsH_3	2188	0,17	1
Benzin; Ottokraftstoff	Gasoline, Petrol	1203	1'000	0,8
Benzochinon, p-; Quinone	Benzoquinone, p-; Quinone	2587	0,2	0,01
Benzol; Benzen	Benzol; Benzene	1114	800	1
Benzolthiol; Thiophenol; Phenylmercaptan	Benzenethiol; Thiophenol; Phenyl mercaptan	2337	0,53	0,02
Benzylchlorid	Benzyl chloride	1738	10	0,01
Benzyliodid	Benzyliodid; BJ; Fraisinite	2653	1,1	0,6
Beryllium; Be	Beryllium; Be	1567	0,068	0,03

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Blausäure; Cyanwasserstoff; HCN	Hydrogen cyanide; HCN	1051	7.1	1
Bortrichlorid; Trichlorboran; BCl_3	Boron trichloride; BCl_3	1741	2,1	1
Brom; Br_2	Bromine; Br_2	1744	0,24	1
Bromaceton; BA	Bromoacetone; BA	1569	0,33	0,1
Brombenzol; Brombenzen	Bromobenzene	2514	0,87	0,04
Brombenzylcyanide (fest); BBC	Carnite; BBC; CA	1694	1,8	0,01
Brombenzylcyanide (flüssig); BBC	BBC; CA; Carnite; BBN	1694	1,8	1
Bromchlormethan	Bromochloromethane	1887	200	1
Bromcyan; Cyanbromid; Bromcyanid; Cyanogenbromid; BrCN	Cyanogen bromide; BrCN; BK; CB	1889	10	1
Bromethan; Ethylbromid	Bromoethane; Ethyl bromide	1891	67	1
Bromoacetophenone; Phenacylbromid	Bromoacetophenon; Phenacyl bromide	2645	8,1	0,01
Bromoform; Tribrommethan	Bromoform; Tribromomethane	2515	6,7	0,07
Bromwasserstoff; Hydrogenbromid wasserfrei; HBr	Hydrobromic acid; Hydrogen bromide anhydrous; HBr	1048	25	1
Butadien, 1,3-, stabilisiert	Butadiene, 1,3-, stabilized	1010	5'300	1
Butan; C_4H_{10}	Butane; C_4H_{10}	1011	17'000	1
Butanethiol; n-Butylmercaptan	Butanethiol; n-Butyl mercaptan	2347	5	0,01
Butoxyethanol, 2-; Glycolether EB	Butoxyethanol, 2-; Glycol ether EB	2369	20	0,02
Butylacetat, n-	Butyl acetate, n-	1123	200	0,2
Butylacetat, tert-	Butyl acetate, tert-	1123	1'700	0,4
Butylacrylat, n-, stabilisiert	Butyl acrylate, n-; stabilized	2348	130	0,05
Butylalkohol, n-; n-Butanol	Butyl alcohol, n-; n-Butanol	1120	50	0,08
Butylalkohol, sec-	Butyl alcohol, sec-	1120	150	0,2
Butylalkohol, tert-; tert-Butanol	Butyl alcohol, tert-; tert-Butanol	1120	150	0,5
Butylamine, n-	Butylamine, n-	1125	5	1
Butylisocyanat, n-	Butyl isocyanate, n-	2485	0,023	0,2
Campher	Camphor	2717	3,1	0,01
Chlor; Cl_2	Chlorine; Cl_2	1017	2	1
Chlor-1,1-difluorethan, 1-; R 142b	Chloro-1,1-difluoroethane, 1-; HCFC-142b	2517	15'000	1
Chloraceton	Chloroacetone	1695	4,4	0,2
Chloracetylchlorid	Chloroacetyl chloride	1752	1,6	0,3
Chlorbenzol; Benzenchlorid	Chlorobenzene; Benzene chloride	1134	150	0,2
Chlorbutan, 1-	Chlorobutane, 1-	1127	25	1
Chlorcyan; Cyanchlorid; CClN	Cyanogen chloride; CClN; CK	1589	0,4	1
Chlordifluormethan; Kältemittel R 22	Chlorodifluoromethane; Refrigerant gas R-22	1018	2'100	1
Chlordioxin; ClO_2	Chlorine dioxide; ClO_2	9191	1,1	1

ANTRAGSVERSION

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Chloressigsäure; Monochloressigsäure	Chloroacetic acid; Monochloroacetic acid	1750	6,6	0,01
Chlormethyl-methyl-ether; Methylchlormethylether	Chloromethyl methyl ether, Methyl chloromethyl ether	1239	0,47	1
Chloroform; $CHCl_3$	Chloroform; $CHCl_3$	1888	64	1
Chloropren, stabilisiert	Chloroprene; beta-Chloroprene; Neoprene, stabilized	1991	10	1
Chlorpikrin; Trichlornitromethan	Chlorpicrin; Trichloro(nitro)methane; PS; PG	1580	0,15	1
Chlorsulfonsäure; Chlorschwefelsäure	Chlorosulfonic acid; Chlorosulfuric acid	1754	0,92	0,1
Chlortoluol, 2-; o-Chlortoluol	Chlorotoluene, 2-; o-Chlorotoluene	2238	75	0,1
Chlortrifluorethylen, stabilisiert	Chlorotrifluoroethylene, stabilized	1082	86	1
Chlortrifluorid; ClF_3	Chlorine trifluoride; CF; ClF_3	1749	2	1
Cumen; Isopropylbenzen	Cumene; Isopropyl benzene	1918	300	0,05
Cyclohexan; C_6H_{12}	Cyclohexane; C_6H_{12}	1145	100	1
Cyclohexanon; Ketohexamethylen	Cyclohexanone; Ketohexamethylene	1915	20	0,05
Cyclohexen	Cyclohexene	2256	300	1
Cyclohexylamin	Cyclohexylamine	2357	8,6	0,2
Decaboran; $B_{10}H_{14}$	Decaborane; $B_{10}H_{14}$	1868	2	0,2
Diacetonalkohol; 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon	Diacetone alcohol; 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone	1148	50	0,01
Diboran; B_2H_6	Diborane; B_2H_6	1911	1	1
Dichlorbenzo-, o-; o-Dichlorbenzen	Dichlorobenzene, o-	1591	50	0,01
Dichlordimethylether; bis-Chloromethylether	Dichloromethyl ether; bisChloromethylether	2249	0,044	0,4
Dichlorethan, 1,1-	Dichloroethane, 1,1-	2362	160	1
Dichlorethylen, 1,2-	Dichloroethylene, 1,2-	1150	200	1
Dichlorethylen, cis-1,2-	Dichloroethylene, cis-1,2-	1150	500	1
Dichlorethylen, trans-1,2-	Dichloroethylene, trans-1,2-	1150	1'000	1
Dichlorethylether, 2,2`-; Bis-2-chlorethylether	Dichloroethyl ether; 1,1'-Oxybis2-chloroethane; Bis2-chloroethylether	1916	25	0,01
Dichlorpropan, 1,2-; Propylendichlorid	Dichloropropane, 1,2-; Propylene dichloride	1279	51	0,5
Dichlorpropen, 1,3-	Dichloropropene, 1,3-	1992	19	0,7
Dichlorpropen, 1,3-	Dichloropropene, 1,3-	2047	19	0,7
Dichlortetrafluorethan, 1,2-; Kältemittel R 114	Dichlorotetrafluoroethane, 1,2-; Freon 114, CFC 114	1958	10'000	1
Dicyclopentadien	Dicyclopentadiene	2048	5	0,03
Dieselkraftstoff; Heizöl; Gasöle	Diesel fuel	1202	500	0,04
Diethanolamin	Diethanolamine	2734	1,2	0,01
Diethylamin	Diethylamine	1154	15	1

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Diethylethanolamin, N,N-; 2-Diethylaminoethanol	Diethylethanolamine, N,N-; 2-Diethylaminoethanol	2686	2	0,7
Diethylether; Ethylether	Diethyl ether; Ethyl ether	1155	500	1
Diisobutylketon	Diisobutyl ketone	1157	25	0,03
Diisopropylamin	Diisopropylamine	1158	5	0,8
Diketen, stabilisiert	Diketene; Ketene dimer, stabilized	2521	6	0,1
Dimethylacetamid, N,N-	Dimethylacetamide, N,N-	1993	12	0,04
Dimethylamin wasserfrei	Dimethylamine anydrous	1032	66	1
Dimethylaminethanol, N,N-	Dimethylaminoethanol, N,N-	2051	7,4	0,06
Dimethylanilin, N,N-	Dimethylaniline, N,N-	2253	10	0,01
Dimethyldichlorsilan	Dimethyldichlorosilane	1162	11	1
Dimethyldisulfid	Dimethyl disulfide	2381	50	0,4
Dimethylether	Dimethyl ether	1033	1'000	1
Dimethylformamid, N,N-; DMF	Dimethylformamide, N,N-; DMF	2265	91	0,05
Dimethylhydrazin, 1,1-	Dimethylhydrazine, 1,1-	1163	3	1
Dimethylhydrazine, 1,2-; N,N`-Dimethylhydrazin	Dimethylhydrazine, 1,2-; N,N'-Dimethylhydrazine	2382	3	1
Dimethylsulfat; DMS	D; Dimethyl sulfate	1595	0,12	0,01
Dimethylsulfid; 2-Thiapropan	Dimethyl sulfide; 2-Thiopropane	1164	1'000	1
Dioxan, 1,4-;1,4-Diethylendioxid	Dioxane, 1,4-; 1,4-Diethyleneoxide	1165	320	0,5
Diphenylaminechlorarsin; Adamsit; DM	Adamsit; DM	1698	0,23	0,08
Diphenylarsinchlorid; Clark I; Clark 1; DA	Clark I; Clark 1; DA	1699	0,036	0,01
Diphenylchlorarsin; DA; Clark I; Clark 1	DA; Clark I; Clark 2	3450	0,036	0,01
Diphosgen; DP	Diphosgen; DP	3277	4	0,04
Distickstoffmonoxid; Lachgas; N_2O	Dinitrogen oxide; N_2O	1070	10'000	1
Eisenpentacarbonyl	Iron pentacarbonyl	1994	0,06	0,4
Epichlorhydrin	Epichlorohydrin	2023	24	0,2
Essigsäure (max. 80 %)	Acetic acid (max. 80 %)	2790	35	0,2
Essigsäure, wasserfrei	Acetic acid anhydrous	2789	35	0.2
Essigsäureanhydrid	Acetic anhydride	1715	15	0,05
Ethan; C_2H_6	Ethane; C_2H_6	1035	33'000	1
Ethanal; Acetaldehyd	Ethanal, Acetaldehyde	1264	270	1
Ethanol; Alkohol; Ethylalkohol	Ethanol; Ethyl alcohol	1170	3'300	0,8
Ethanolamin	Ethanolamine	2491	6	0,01
Ethanthiol; Ethylmercaptan	Ethanethiol; Ethyl mercaptan	2363	120	1
Ethen; C_2H_4	Ethylene; Ethene; C_2H_4	1038	6'600	1

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Ethoxyethanol, 2-	Ethoxyethanol, 2-	1171	23	0,05
Ethoxyethylacetate, 2-; Ethylenglykol-Monoethyletheracetat	Ethoxyethylacetate, 2-; Ethylen glycol monoethyl ether acetate	1172	420	0,02
Ethylacetat	Ethyl acetate	1173	400	1
Ethylacrylat, stabilisiert	Ethyl acrylate, stabilized	1917	36	0,5
Ethylamin	Ethylamine	1036	49	1
Ethylbenzol	Ethyl benzene	1175	1'100	0,09
Ethylbromacetat	Ethyl bromoacetate; OC	1603	0,00075	0,03
Ethylchlorformiat	Ethylchloroformiate	1182	1,6	0,5
Ethylchlorid; C_2ClH_5	Ethyl chloride; Chloroethane; C_2ClH_5	1037	100	1
Ethyldichlorarsin; ED	Ethyldichloroarsine; ED	1892	0,0041	0,03
Ethyldiethanolamin	Ethyldiethanolamine	2735	2	0,01
Ethylenchlorhydrin; 2-Chlorethanol	Ethylene chlorohydrin; 2-Chloroethanol	1135	4	0,08
Ethylendiamin, 1,2-	Ethylenediamine, 1,2-	1604	9,7	0,2
Ethylendibromid; Dibromethan	Ethylene dibromide; Dibromoethane	1605	24	0,2
Ethylendichlorid; 1,2-Dichlorethan	Ethylene dichloride; 1,2-Dichloroethane	1184	200	0,9
Ethylenglycolmonomethyletheracetat	Ethylene glycol monomethyl ether acetate	1189	670	0,06
Ethylenglykolmonomethylether; 2-Methoxyethanol	Ethylene glycol monomethyl ether; 2-Methoxyethanol	1188	330	0,2
Ethylenimin, stabilisiert	Ethyleneimine, stabilized	1185	4.6	1
Ethylenoxid; Oxiran	Ethylene oxide; Oxirane	1040	45	1
Ethylformiat	Ethyl formate	1190	100	1
Ethylmethacrylat	Ethyl methacrylate	2277	31	0,2
Ethylmethylketon; 2-Butanon; MEK	Methyl ethyl ketone; 2-Butanone; MEK	1193	2'700	1
Ethyl-sec-amylketon; 5-Methyl-3-heptanone	Ethyl sec-amyl ketone; 5-Methyl-3-heptanone	2271	500	0,03
Ethyltrichlorsilan	Ethyltrichlorosilane	1196	7,3	0,3
Fluor; F_2	Fluorine; F_2	1045	5	1
Fluoressigsäure; Monofluoressigsäure	Methyl fluoroacetate; MFA	2642	0,037	0,2
Fluoroethanol, 2-	Fluorethanol, 2-; FEA	2929	0,027	0,3
Flüssiggas; LPG; Petroleumgase, verflüssigt	Liquefied Petroleum Gas; Petroleum Gases Liquefied	1075	3200	1
Flusssäure; Fluorwasserstoff; HF	Hydrogen fluoride; Hydrofluoric acid; HF	1052	24	1
Formaldehyd; Methanal	Formaldehyde; Methanal	3305	14	0,03
Furan	Furan	2389	6,8	1
Furancarboxaldehyd, 2-; Furfural	Furancarboxaldehyde, 2-; Furfural	1199	10	0,01

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Furfurylalkohol	Furfuryl alcohol	2874	15	0,5
Heptan; n-Heptan; C_7H_{16}	Heptane; C_7H_{16}	1206	440	0,5
Hexachlorcyclopentadien	Hexachlorocylopentadiene	2646	0,018	0,01
Hexachlorobutadien	Hexachlorobutadiene	2279	3	0,3
Hexafluoraceton	Hexafluoroacetone	2420	0,2	1
Hexafluorpropylen; Hexafluorprope; Kältemittel R 1216	Hexafluoropropylene; Hexafluoropropene; Refrigerant Gas R 1216	1858	91	1
Hexan; n-Hexan; C_6H_{14}	Hexane; C_6H_{14}	1208	3'300	1
Hexanone, 2-; Methyl-n-butylketon	Hexanone, 2-; Methyl n-butyl ketone	1224	51	0,04
Hydrazin; N_2H_4	Hydrazine; N_2H_4	2029	13	0,2
Hydrazin; N_2H_4	Hydrazine; N_2H_4	2030	13	0,2
Inden	Indene	3295	5	0,02
Isoamylalkohol; 3-Methyl-1-butanol	Isoamyl alcohol primary; 3-Methyl-1-butanol	1105	125	0,04
Isobuten	Isobutene	1055	1'800	1
Isobutylacetat	Isobutyl acetate	1213	1'300	0,2
Isobutylalkohol; Isobutanol	Isobutyl alcohol, Isobutanol	1212	1'300	0,2
Isobutylamin	Isobutylamine	1214	10	1
Isobutyronitril	Isobutyronitrile	2284	18	0,8
Isopropylacetat	Isopropyl acetate	1220	200	0,3
Isopropylalkohol; Isopropanol	Isopropyl alcohol, Isopropanol	1219	400	0,5
Isopropylamin; 2-Propanamin	Isopropylamine; 2-Propanamine	1221	670	1
Isopropylchlorformiat; Isopropylchlorcarbonat	Isopropyl chloroformate; Isopropyl chlorocarbonate	2407	3,3	0,4
Isopropylether; Diisopropylether	Isopropyl ether; Diisopropyl ether	1159	310	1
Kohlendioxid; CO_2	Carbon dioxide; CO_2	1013	30'000	1
Kohlenmonoxid; CO	Carbon monoxide; CO	1016	83	1
Kohlenstoffdisulfid; CS_2	Carbon disulfide; CS_2	1131	160	1
Kresole	Cresols	2076	25	0,01
Lithiumhydrid; LiH	Lithium hydride; LiH	1414	0,31	0,04
Maleinanhydrid	Maleic anhydride	2215	2	0,01
Mesitylen; 1,3,5-Trimethylbenzen	Mesitylene; 1,3,5-Trimethylbenzene	2325	360	0,02
Methacrylnitril, stabilisiert	Methacrylonitrile; Methylacrylonitrile, stabilized	3079	13	1
Methanol; Methylalkohol	Methanol; Methyl alcohol	1230	2'100	1
Methyl-2-hexanon, 5-; Methylisoamylketon; Methylhexan-2-on, 5-	Methyl-2-hexanone, 5-; Methyl isoamyl ketone; 5-Methylhexan-2-one	2302	50	0,06
Methyl-3-penten-2-on, 4-; Mesityloxid	Methyl-3-penten-2-one, 4-; Mesityl oxide	1229	25	0,5

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Methylacetat	Methyl acetate	1231	250	1
Methylacetylen und Propadien; Propin und Propadien, stabilisiert	Methyl acetylene, stabilized	1060	1'000	1
Methylacrylat, stabilisiert	Methyl acrylate, stabilized	1919	170	1
Methylal; Dimethoximethan	Methylal; Dimethoxymethane	1234	1'000	1
Methylamin; Monomethylamin, wasserfrei	Methylamine; Monomethylamine anhydrous	1061	64	1
Methylanilin, N-	Methylaniline, N-	2294	0,5	0,01
Methylbromid; Brommethan	Methyl bromide; Bromomethane	1062	210	1
Methylchlorformiat; Methylchlorcarbonat	Methyl chloroformate; Methyl chlorocarbonate	1238	2,2	1
Methylchlorid; Kältemittel R 40	Methyl chloride; Refrigerant gas R 40	1063	910	1
Methylcyclohexan	Methylcyclohexane	2296	400	0,7
Methyldichlorarsine; MD	Methyldichloroarsine; MD	1556	0,0081	0,1
Methylenchlorid; Dichlormethan; CCl_2H_2	Methylene chloride; Dichloromethane; CCl_2H_2	1593	560	1
Methylformiat; Ameisensäuremethylester	Methyl formate; Formic acid, methyl ester	1243	830	1
Methyliodid; CH_3I	Methyl iodide; CH_3I	2644	50	1
Methylisobutylketon; MIBK	Methyl isobutyl ketone; Hexone; MIBK	1245	75	0,2
Methylisocyanat; MIC	Methyl isocyanate; MIC	2480	0,067	1
Methylisopropenylketon	Methyl isopropenyl ketone; 3-Methyl-2-butanone	1246	37	1
Methyllactonitril, 2-; Acetoncyanhydrin, stabilisiert	Methyllactonitrile, 2-; Acetone cyanohydrin, stabilized	1541	7,1	0,02
Methylmercaptan; CH_3SH	Methyl mercaptan; CH_3SH	1064	47	1
Methylmethacrylat	Methyl methacrylate Monomer	1247	120	0,4
Methyl-n-amylketon; n-Amylmethylketon	Methyl-n-amylketon; n-Amylmethyl keton	1110	50	0,03
Methylpentan-2-ol, 4-; Methylisobutylcarbinol	Methylpentan-2-ol, 4-; Methyl isobutyl carbinol	2053	125	0,07
Methylstyren, alpha-; Isopropenylbenze	Methylstyrene, alpha-; Isopropenylbenzene	2303	100	0,03
Methyltrichlorsilan; Trichlormethylsilan	Methyltrichlorosilane; Trichloromethyl silane	1250	7,3	1
Methylvinylketon	Methyl vinyl ketone	1251	1,2	1
Monomethylhydrazin; Methylhydrazin	Monomethylhydrazine; Methyl hydrazine	1244	0,9	0,9
Morpholin	Morpholine	2054	30	0,1
MTBE; Methyl-tert-butylether	MTBE; Methyl-tert-butylether	2398	570	1
Naphthalin; Naphthalen	Naphthalene	1334	15	0,01
Natriumdithionit	Sodium dithionite	1384	46	0,01
Natriumhydroxid, fest; NaOH	Sodium hydroxide; NaOH	1823	3,1	0,01
Natriumhypochlorit; Javellewasser; NaOCl	Sodium hypochlorite; NaOCl	1791	6,5	0,3

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Nickelcarbony; NiC_4O_4	Nickel carbonyl; NiC_4O_4	1259	0,036	1
Nikotin	Nicotine; Pyridine, S-3-1-methyl-2-pyrrolidinyl-	1654	0,53	0,01
Nitroanilin, 2-; (o-Nitroanilin)	Nitroaniline, 2-; (o-Nitroaniline)	1661	9.4	0,01
Nitrobenzol; Nitrobenzen	Nitrobenzene	1662	20	0,01
Nitrobenzylchlorid, 2-	Nitrobenzyl chloride, 2-	3457	2	0,01
Nitroethan	Nitroethane	2842	170	0,3
Nitromethan	Nitromethane	1261	38	0,5
Nitropropan, 1-	Nitropropane, 1-	2608	25	0,2
Nitropropan, 2-	Nitropropane, 2-	2608	10	0,2
Nitrosylchlorid	Nitrosyl chloride	1069	0,14	1
Nitrotoluole, m-	Nitrotoluene, m-	1664	5	0,01
Nitrotoluole, p-	Nitrotoluene, p-	1664	3,6	0,01
Nonan	Nonane; Shellsol 140	1920	200	0,04
Octan, n-; C_8H_{18}	Octane, n-; C_8H_{18}	1262	385	0,3
Osmiumtetroxid; OsO_4	Osmium tetroxide; OsO_4	2471	0,0084	0,09
Ozon; O_3	Ozone; O_3	1955	1	1
Pentaboran; B_5H_9	Pentaborane; B_5H_9	1380	0,14	1
Pentan, n-	Pentane, n-	1265	610	1
Pentanon, 2-; Methylpropylketon	Pentanone, 2-; Methyl propyl ketone	1249	150	0,2
Pentanon, -3; Diethylketon	Pentanone, 3-; Diethyl ketone	1156	300	0,2
Perchlorethylen; Tetrachloroethylen	Perchloroethylene; Tetrachloroethylene	1897	230	0,2
Perchlormethylmercaptan	Perchloromethyl mercaptan	1670	0,3	0,02
Peressigsäure	Peracetic acid	3105	0,51	0,3
Perfluorisobutylen; PFIB	Perfluoroisobutylene; PFIB	2422	0,11	1
Petrolether 50/70	Petroleum ether 50/70	1268	400	1
Phenacylchlorid; Chloracetophenon; CN	Phenacyl chloride; CN	1697	0,25	0,01
Phenol	Phenol	1671	23	0,1
Phenyldichlorarsine; PD	Phenyldichloroarsine; PD	1556	0,0067	0,01
Phenylhydrazin	Phenylhydrazine	2572	2,3	0,01
Phosgen; Carbonylchlorid; CCl_2O	Phosgene; CCl_2O	1076	0,3	1
Phosphin; Phosphorwasserstoff; PH_3	Phosphine; PH_3	2199	2	1
Phosphor, weisser; P_4	White phosphorus; P_4	2447	2,4	0,01
Phosphoroxychlorid; Phosphorylchlorid; ; $POCl_3$	Phosphorus oxychloride; Phosphoryl chloride; $POCl_3$	1810	0,48	0,3
Phosphorpentachlorid; PCl_5	Phosphorus pentachloride; PCl_5	1806	2,4	0,01

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Phosphorpentoxid; P_2O_5	Phosphorus pentoxide; P_2O_5	1807	1,7	0,02
Phosphorsäure, fest; H_3PO_4	Phosphoric acid; H_3PO_4	1805	7,5	0,01
Phosphorsäure, fest; H_3PO_4	Phosphoric acid; H_3PO_4	3453	7,5	0,01
Phosphortrichlorid; PCl_3	Phosphorus trichloride; PCl_3	1809	2	1
Phthalanhydrid	Phthalic anhydride	2214	3,3	0,01
Pikrinsäure	Picric acid	1344	1.8	0,7
Piperidin	Piperidine	2401	33	0,6
Propan; C_3H_8	Propane; C_3H_8	1978	17'000	1
Propanal; Propionaldehyd	Propanal, Propionaldehyde	1275	260	1
Propen; Propylen; 1-Propen; C_3H_6	Propylene; 1-Propene; C_3H_6	1077	500	1
Propionitril	Propionitrile; Propiononitrile	2404	7	0,7
Propionsäure	Propionic acid	1848	15	0,06
Propylacetat, n-	Propyl acetate, n-	1276	250	0,3
Propylalkohol, n-; n-Propanol	Propyl alcohol, n-; n-Propanol	1274	250	0,3
Propylchlorformiat, n-; Propylchlorcarbonat	Propyl chloroformate, n-; Propyl chlorocarbonate	2740	3,7	0,3
Propylenglykolmonomethylether; 1-Methoxy-2-propanol	Propylene glycol monomethyl ether; 1-Methoxy-2-propanol	3092	150	0,2
Propylenimin, 1,2-, stabilisiert	Propyleneimine, 1,2-, stabilized	1921	12	1
Propylenoxid	Propylene oxide; Methyl ethylene oxide	1280	290	1
Propylnitrat	Propyl nitrate	1865	330	0,6
Pyridin	Pyridine	1282	6,9	0,3
Quecksilber	Mercury	2809	0,21	0,01
Salpetersäure; HNO_3	Nitric acid; HNO_3	2031	24	0,8
Salpetersäure; HNO_3	Nitric acid; HNO_3	2032	24	0,8
Salzsäure; Chlorwasserstoff; Hydrogenchlorid; HCl	Hydrochloric acid anhydrous; HCl	1050	22	1
Salzsäure; Hydrogenchlorid (< 10 %)	Hydrochloric acid aqueous (< 10 %)	1789	22	0,03
Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 10-25 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 10-25 %)	1789	22	0,07
Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 25-36 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 25-36 %)	1789	22	0,4
Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 36-42 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 36-42 %)	1789	22	0,5
Schwefeldichlorid; SCl_2	Sulfur dichloride; SCl_2	1828	217,5	1
Schwefeldioxid; SO_2	Sulfur dioxide, SO_2	1079	0,75	1
Schwefelmonochlorid; Dischwefeldichlorid; S_2Cl_2	Sulfur monochloride; S_2Cl_2	1828	6,4	0,2

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Schwefelsäure, rauchend; H_2SO_4	Sulfuric acid; H_2SO_4	1831	2,2	0,01
Schwefelsäure; H_2SO_4; (max. 52 %)	Sulfuric acid; H_2SO_4; (max. 52 %)	2796	2,2	0,01
Schwefelwasserstoff; Hydrogensulfid; H_2S	Hydrogen sulfide; H_2S	1053	27	1
Stibin; Antimonwasserstoff; SbH_3	Stibine; Antimony hydride; SbH_3	2676	1,5	1
Stickstoffdioxid; Distickstofftetroxid; NO_2; N_2O_4	Nitrogen dioxide; Dinitrogen tetroxide; NO_2; N_2O_4	1067	12	1
Stickstoffoxid; NO	Nitric oxide; NO	1660	12	1
Stoddard-Lösemittel; Mineral spirits, 85% Nonan und 15% Trimethylbenzol	Stoddard solvent; Mineral spirits, 85% nonane and 15% trimethyl benzene	1300	350	0,4
Strychnin	Strychnine	1692	0,022	0,01
Styrol, stabilisiert	Styrene, stabilized	2055	130	0,06
Sulfurylchlorid	Sulfuryl chloride	1834	3,7	1
Terpentin	Turpentine	1299	20	0,04
Tetrachloroethan, 1,1,2,2-	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	1702	1	0,2
Tetrachlorsilan;Siliciumtetrachlorid; $SiCl_4$	Tetrachlorosilane; Silicon tetrachloride; $SiCl_4$	1818	5,5	1
Tetraethyldithiopyrophosphat; TEDP; Sulfotep	Tetraethyl Dithiopyrophosphate; TEDP; Sulfotep	1704	0,27	0,01
Tetraethylorthosilicat; Ethylsilicat;Tetraethoxysilan; Tetraethylsilicat	Tetraethyl orthosilicate; Ethyl silicate; Tetraethoxysilane; Tetraethyl silicate	1292	100	0,08
Tetraethylpyrophosphat; TEPP	Tetraethyl pyrophosphate; TEPP	2784	0,084	0,01
Tetrafluorethan, 1,1,1,2-; R 134a	Tetrafluoroethane, 1,1,1,2-; HFC 134a	3159	13'000	1
Tetrafluorethylen, stabilisiert	Tetrafluoroethylene, stabilized	1081	550	1
Tetrahydrofuran	Tetrahydrofuran	2056	500	1
Tetramethoxysilan; Methylsilikat; Methylorthosilicat	Tetramethoxysilane; Methyl silicate; Methyl orthosilicate	2606	0,91	0,2
Tetranitromethan	Tetranitromethane	1510	0,52	0,2
Thallium; Tl	Thallium; Tl	1707	0,14	0,01
Thionylchlorid; $SOCl_2$	Thionyl chloride; $SOCl_2$	1836	2,4	1
Titantetrachlorid; $TiCl_4$	Titanium tetrachloride; $TiCl_4$; FM	1838	1	0,09
Toluidin, p-; 4-Methylbenzolamin	Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamine	3451	2,7	0,02
Toluidine, m-; 3-Methylanilin	Toluidine, m-; 3-Methylaniline	1708	5,2	0,01
Toluidine, o-	Toluidine, o-	1708	2	0,01
Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamin	Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamine	1708	2,7	0,02
Toluol	Toluene	1294	1'200	0,3

© by FKS: 04/2014

MET

Stoffname (alphabetisch sortiert)	Stoffname (Englisch)	UN-Nr.	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
Toluol-2,4-diisocyanat; TDI	Toluene-2,4-diisocyanate; TDI	2078	0,083	0,01
Toluol-2,6-diisocyanat	Toluene-2,6-diisocyanate	2078	0,083	0,01
Trichlorbenzen, 1,2,4-	Trichlorobenzene, 1,2,4-	2321	5	0,02
Trichlorethan, 1,1,1-; Methylchloroform	Trichloroethane, 1,1,1-; Methyl chloroform	2831	600	1
Trichlorethylen; Trichlorethen	Trichloroethylene; Trichloroethene	1710	450	0,7
Trichlorsilan; $SiCl_3H$	Trichlorosilane; $SiCl_3H$	1295	7,3	1
Triethylamin	Triethylamine	1296	3	0,7
Triethylphosphit	Triethyl phosphite	2323	14	0,03
Trifluoressigsäure, wasserfrei	Trifluoroacetic acid anhydrous	2699	1,9	1
Trifluortrichlorethan, Freon 113	Trichlorotrifluoroethane; Freon 113; CFC 113	3082	1'500	1
Trimethoxysilan	Trimethoxysilane	3383	0,83	0,8
Trimethylamin, wasserfrei	Trimethylamine, anydrous	1083	120	0,02
Trimethylbenzol, 1,2,3-	Trimethylbenzene, 1,2,3-	1993	360	0,02
Trimethylphosphit	Trimethyl phosphite	2329	61	0,03
Trimethylsilylchlorid	Trimethylsilyl chloride	1298	22	1
Uranhexafluorid; UF_6	Uranium hexafluoride; Uranium fluoride; UF_6	2977	0,67	0,8
Vinylacetat, stabilisiert	Vinyl acetate, stabilized	1301	180	1
Vinylbromid, stabilisiert	Vinyl bromide, stabilized	1085	670	1
Vinylchlorid, stabilisiert	Vinyl chloride, stabilized	1086	1'200	1
Vinylidenchlorid; 1,1-Dichlorethylen, stabilisiert	Vinylidene chloride; 1,1-Dichloroethylene, stabilized	1303	500	1
Vinyltoluol, stabilisiert	Vinyltoluene , stabilized	2618	100	0,03
Wasserstoffperoxid; H_2O_2 (max. 60%)	Hydrogen peroxide; H_2O_2 (max. 60%)	2014	50	0,03
Wasserstoffperoxid; H_2O_2 (über 60%)	Hydrogen peroxide; H_2O_2	2015	50	0,03
Weisser Spiritus; Terpentionölersatz	White Spirit, Petroleum spirits; Mineral spirits; Soltrol; Turpentine substitute	1300	40	0,03
Xylen; Dimethylbenzol	Xylenes; Dimethylbenzene	1307	920	0,05
Xylidine	Xylidine	1711	25	0,02
Xylylbromid, fest	Xylyl bromide; solid	3417	0,2	0,01
Xylylbromide, flüssig	Xylyl bromide, liquid	1701	0,2	0,01
Zinntetrachlorid; Zinn(IV)-chlorid; $SnCl_4$	Tin tetrachloride; Tin(IV) chloride; $SnCl_4$; KJ	1827	0,41	0,2

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1005	Ammoniak; NH_3	Ammonia anhydrous; NH_3	160	1
1010	Butadien, 1,3-, stabilisiert	Butadiene, 1,3-, stabilized	5'300	1
1011	Butan; C_4H_{10}	Butane; C_4H_{10}	17'000	1
1013	Kohlendioxid; CO_2	Carbon dioxide; CO_2	30'000	1
1016	Kohlenmonoxid; CO	Carbon monoxide; CO	83	1
1017	Chlor; Cl_2	Chlorine; Cl_2	2	1
1018	Chlordifluormethan; Kältemittel R 22	Chlorodifluoromethane; Refrigerant gas R-22	2'100	1
1032	Dimethylamin wasserfrei	Dimethylamine anydrous	66	1
1033	Dimethylether	Dimethyl ether	1'000	1
1035	Ethan; C_2H_6	Ethane; C_2H_6	33'000	1
1036	Ethylamin	Ethylamine	49	1
1037	Ethylchlorid; C_2ClH_5	Ethyl chloride; Chloroethane; C_2ClH_5	100	1
1038	Ethen; C_2H_4	Ethylene; Ethene; C_2H_4	6'600	1
1040	Ethylenoxid; Oxiran	Ethylene oxide; Oxirane	45	1
1045	Fluor; F_2	Fluorine; F_2	5	1
1048	Bromwasserstoff; Hydrogenbromid wasserfrei; HBr	Hydrobromic acid; Hydrogen bromide anhydrous; HBr	25	1
1050	Salzsäure; Chlorwasserstoff; Hydrogenchlorid; HCl	Hydrochloric acid anhydrous; HCl	22	1
1051	Blausäure; Cyanwasserstoff; HCN	Hydrogen cyanide; HCN	7.1	1
1052	Flusssäure; Fluorwasserstoff; HF	Hydrogen fluoride; Hydrofluoric acid; HF	24	1
1053	Schwefelwasserstoff; Hydrogensulfid; H_2S	Hydrogen sulfide; H_2S	27	1
1055	Isobuten	Isobutene	1'800	1
1060	Methylacetylen und Propadien; Propin und Propadien, stabilisiert	Methyl acetylene, stabilized	1'000	1
1061	Methylamin; Monomethylamin, wasserfrei	Methylamine; Monomethylamine anhydrous	64	1
1062	Methylbromid; Brommethan	Methyl bromide; Bromomethane	210	1
1063	Methylchlorid; Kältemittel R 40	Methyl chloride; Refrigerant gas R 40	910	1
1064	Methylmercaptan; CH_3SH	Methyl mercaptan; CH_3SH	47	1
1067	Stickstoffdioxid; Distickstofftetroxid; NO_2; N_2O_4	Nitrogen dioxide; Dinitrogen tetroxide; NO_2; N_2O_4	12	1
1069	Nitrosylchlorid	Nitrosyl chloride	0,14	1
1070	Distickstoffmonoxid; Lachgas; N_2O	Dinitrogen oxide; N_2O	10'000	1
1075	Flüssiggas; LPG; Petroleumgase, verflüssigt	Liquefied Petroleum Gas; Petroleum Gases Liquefied	3200	1
1076	Phosgen; Carbonylchlorid; CCl_2O	Phosgene; CCl_2O	0,3	1

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1077	Propen; Propylen; 1-Propen; C_3H_6	Propylene; 1-Propene; C_3H_6	500	1
1079	Schwefeldioxid; SO_2	Sulfur dioxide, SO_2	0,75	1
1081	Tetrafluorethylen, stabilisiert	Tetrafluoroethylene, stabilized	550	1
1082	Chlortrifluorethylen, stabilisiert	Chlorotrifluoroethylene, stabilized	86	1
1083	Trimethylamin, wasserfrei	Trimethylamine, anydrous	120	0,02
1085	Vinylbromid, stabilisiert	Vinyl bromide, stabilized	670	1
1086	Vinylchlorid, stabilisiert	Vinyl chloride, stabilized	1'200	1
1089	Acetaldehyde; Ethanal	Acetaldehyde; Ethanal	270	1
1090	Aceton; Propanon	Acetone; Propanone	3'200	1
1092	Acrolein; Propenal	Acrolein, stabilized	0,1	1
1093	Acrylnitril, stabilisiert	Acrylonitrile, stabilized	57	1
1098	Allylalkohol	Allyl alcohol	13	0,3
1100	Allylchlorid	Allyl chloride	54	1
1104	Amylacetat	Amyl acetate	100	0,05
1105	Isoamylalkohol; 3-Methyl-1-butanol	Isoamyl alcohol primary; 3-Methyl-1-butanol	125	0,04
1110	Methyl-n-amylketon; n-Amylmethylketon	Methyl-n-amylketon; n-Amylmethyl keton	50	0,03
1114	Benzol; Benzen	Benzol; Benzene	800	1
1120	Butylalkohol, n-; n-Butanol	Butyl alcohol, n-; n-Butanol	50	0,08
1120	Butylalkohol, sec-	Butyl alcohol, sec-	150	0,2
1120	Butylalkohol, tert-; tert-Butanol	Butyl alcohol, tert-; tert-Butanol	150	0,5
1123	Butylacetat, n-	Butyl acetate, n-	200	0,2
1123	Butylacetat, tert-	Butyl acetate, tert-	1'700	0,4
1125	Butylamine, n-	Butylamine, n-	5	1
1127	Chlorbutan, 1-	Chlorobutane, 1-	25	1
1131	Kohlenstoffdisulfid; CS_2	Carbon disulfide; CS_2	160	1
1134	Chlorbenzol; Benzenchlorid	Chlorobenzene; Benzene chloride	150	0,2
1135	Ethylenchlorhydrin; 2-Chlorethanol	Ethylene chlorohydrin; 2-Chloroethanol	4	0,08
1145	Cyclohexan; C_6H_{12}	Cyclohexane; C_6H_{12}	100	1
1148	Diacetonalkohol; 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon	Diacetone alcohol; 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone	50	0,01
1150	Dichlorethylen, 1,2-	Dichloroethylene, 1,2-	200	1
1150	Dichlorethylen, cis-1,2-	Dichloroethylene, cis-1,2-	500	1
1150	Dichlorethylen, trans-1,2-	Dichloroethylene, trans-1,2-	1'000	1
1154	Diethylamin	Diethylamine	15	1
1155	Diethylether; Ethylether	Diethyl ether; Ethyl ether	500	1

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1156	Pentanon, -3; Diethylketon	Pentanone, 3-; Diethyl ketone	300	0,2
1157	Diisobutylketon	Diisobutyl ketone	25	0,03
1158	Diisopropylamin	Diisopropylamine	5	0,8
1159	Isopropylether; Diisopropylether	Isopropyl ether; Diisopropyl ether	310	1
1162	Dimethyldichlorsilan	Dimethyldichlorosilane	11	1
1163	Dimethylhydrazin, 1,1-	Dimethylhydrazine, 1,1-	3	1
1164	Dimethylsulfid; 2-Thiapropan	Dimethyl sulfide; 2-Thiopropane	1'000	1
1165	Dioxan, 1,4-;1,4-Diethylendioxid	Dioxane, 1,4-; 1,4-Diethyleneoxide	320	0,5
1170	Ethanol; Alkohol; Ethylalkohol	Ethanol; Ethyl alcohol	3'300	0,8
1171	Ethoxyethanol, 2-	Ethoxyethanol, 2-	23	0,05
1172	Ethoxyethylacetate, 2-; Ethylenglykol-Monoethyletheracetat	Ethoxyethylacetate, 2-; Ethylen glycol monoethyl ether acetate	420	0,02
1173	Ethylacetat	Ethyl acetate	400	1
1175	Ethylbenzol	Ethyl benzene	1'100	0,09
1182	Ethylchlorformiat	Ethylchloroformiate	1,6	0,5
1184	Ethylendichlorid; 1,2-Dichlorethan	Ethylene dichloride; 1,2-Dichloroethane	200	0,9
1185	Ethylenimin, stabilisiert	Ethyleneimine, stabilized	4.6	1
1188	Ethylenglykolmonomethylether; 2-Methoxyethanol	Ethylene glycol monomethyl ether; 2-Methoxyethanol	330	0,2
1189	Ethylenglycolmonomethyletheracetat	Ethylene glycol monomethyl ether acetate	670	0,06
1190	Ethylformiat	Ethyl formate	100	1
1193	Ethylmethylketon; 2-Butanon; MEK	Methyl ethyl ketone; 2-Butanone; MEK	2'700	1
1196	Ethyltrichlorsilan	Ethyltrichlorosilane	7,3	0,3
1199	Furancarboxaldehyd, 2-; Furfural	Furancarboxaldehyde, 2-; Furfural	10	0,01
1202	Dieselkraftstoff; Heizöl; Gasöle	Diesel fuel	500	0,04
1203	Benzin; Ottokraftstoff	Gasoline, Petrol	1'000	0,8
1206	Heptan; n-Heptan; C_7H_{16}	Heptane; C_7H_{16}	440	0,5
1208	Hexan; n-Hexan; C_6H_{14}	Hexane; C_6H_{14}	3'300	1
1212	Isobutylalkohol; Isobutanol	Isobutyl alcohol, Isobutanol	1'300	0,2
1213	Isobutylacetat	Isobutyl acetate	1'300	0,2
1214	Isobutylamin	Isobutylamine	10	1
1219	Isopropylalkohol; Isopropanol	Isopropyl alcohol, Isopropanol	400	0,5
1220	Isopropylacetat	Isopropyl acetate	200	0,3
1221	Isopropylamin; 2-Propanamin	Isopropylamine; 2-Propanamine	670	1
1224	Hexanone, 2-; Methyl-n-butylketon	Hexanone, 2-; Methyl n-butyl ketone	51	0,04
1229	Methyl-3-penten-2-on, 4-; Mesityloxid	Methyl-3-penten-2-one, 4-; Mesityl oxide	25	0,5

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1230	Methanol; Methylalkohol	Methanol; Methyl alcohol	2'100	1
1231	Methylacetat	Methyl acetate	250	1
1234	Methylal; Dimethoximethan	Methylal; Dimethoxymethane	1'000	1
1238	Methylchlorformiat; Methylchlorcarbonat	Methyl chloroformate; Methyl chlorocarbonate	2,2	1
1239	Chlormethyl-methyl-ether; Methylchlormethylether	Chloromethyl methyl ether, Methyl chloromethyl ether	0,47	1
1243	Methylformiat; Ameisensäuremethylester	Methyl formate; Formic acid, methyl ester	830	1
1244	Monomethylhydrazin; Methylhydrazin	Monomethylhydrazine; Methyl hydrazine	0,9	0,9
1245	Methylisobutylketon; MIBK	Methyl isobutyl ketone; Hexone; MIBK	75	0,2
1246	Methylisopropenylketon	Methyl isopropenyl ketone; 3-Methyl-2-butanone	37	1
1247	Methylmethacrylat	Methyl methacrylate Monomer	120	0,4
1249	Pentanon, 2-; Methylpropylketon	Pentanone, 2-; Methyl propyl ketone	150	0,2
1250	Methyltrichlorsilan; Trichlormethylsilan	Methyltrichlorosilane; Trichloromethyl silane	7,3	1
1251	Methylvinylketon	Methyl vinyl ketone	1,2	1
1259	Nickelcarbony; NiC_4O_4	Nickel carbonyl; NiC_4O_4	0,036	1
1261	Nitromethan	Nitromethane	38	0,5
1262	Octan, n-; C_8H_{18}	Octane, n-; C_8H_{18}	385	0,3
1264	Ethanal; Acetaldehyd	Ethanal, Acetaldehyde	270	1
1265	Pentan, n-	Pentane, n-	610	1
1268	Petrolether 50/70	Petroleum ether 50/70	400	1
1274	Propylalkohol, n-; n-Propanol	Propyl alcohol, n-; n-Propanol	250	0,3
1275	Propanal; Propionaldehyd	Propanal, Propionaldehyde	260	1
1276	Propylacetat, n-	Propyl acetate, n-	250	0,3
1279	Dichlorpropan, 1,2-; Propylendichlorid	Dichloropropane, 1,2-; Propylene dichloride	51	0,5
1280	Propylenoxid	Propylene oxide; Methyl ethylene oxide	290	1
1282	Pyridin	Pyridine	6,9	0,3
1292	Tetraethylorthosilicat; Ethylsilicat;Tetraethoxysilan; Tetraethylsilicat	Tetraethyl orthosilicate; Ethyl silicate; Tetraethoxysilane; Tetraethyl silicate	100	0,08
1294	Toluol	Toluene	1'200	0,3
1295	Trichlorsilan; $SiCl_3H$	Trichlorosilane; $SiCl_3H$	7,3	1
1296	Triethylamin	Triethylamine	3	0,7
1298	Trimethylsilylchlorid	Trimethylsilyl chloride	22	1
1299	Terpentin	Turpentine	20	0,04
1300	Stoddard-Lösemittel; Mineral spirits, 85% Nonan und 15% Trimethylbenzol	Stoddard solvent; Mineral spirits, 85% nonane and 15% trimethyl benzene	350	0,4

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1300	Weisser Spiritus; Terpentionölersatz	White Spirit, Petroleum spirits; Mineral spirits; Soltrol; Turpentine substitute	40	0,03
1301	Vinylacetat, stabilisiert	Vinyl acetate, stabilized	180	1
1303	Vinylidenchlorid; 1,1-Dichlorethylen, stabilisiert	Vinylidene chloride; 1,1-Dichloroethylene, stabilized	500	1
1307	Xylen; Dimethylbenzol	Xylenes; Dimethylbenzene	920	0,05
1334	Naphthalin; Naphthalen	Naphthalene	15	0,01
1344	Pikrinsäure	Picric acid	1.8	0,7
1380	Pentaboran; B_5H_9	Pentaborane; B_5H_9	0,14	1
1384	Natriumdithionit	Sodium dithionite	46	0,01
1414	Lithiumhydrid; LiH	Lithium hydride; LiH	0,31	0,04
1510	Tetranitromethan	Tetranitromethane	0,52	0,2
1541	Methyllactonitril, 2-; Acetoncyanhydrin, stabilisiert	Methyllactonitrile, 2-; Acetone cyanohydrin, stabilized	7,1	0,02
1547	Anilin	Aniline	12	0,01
1556	Methyldichlorarsine; MD	Methyldichloroarsine; MD	0,0081	0,1
1556	Phenyldichlorarsine; PD	Phenyldichloroarsine; PD	0,0067	0,01
1559	Arsenpentoxid; As_2O_5	Arsenic pentoxide; As_2O_5	0,85	0,01
1560	Arsentrichlorid; Arsen(III)-chlorid; $AsCl_3$	Arsenous trichloride; Arsenic trichloride; AT; $AsCl_3$	1,3	0,09
1567	Beryllium; Be	Beryllium; Be	0,068	0,03
1569	Bromaceton; BA	Bromoacetone; BA	0,33	0,1
1580	Chlorpikrin; Trichlornitromethan	Chlorpicrin; Trichloro(nitro)methane; PS; PG	0,15	1
1589	Chlorcyan; Cyanchlorid; CClN	Cyanogen chloride; CClN; CK	0,4	1
1591	Dichlorbenzo-, o-; o-Dichlorbenzen	Dichlorobenzene, o-	50	0,01
1593	Methylenchlorid; Dichlormethan; CCl_2H_2	Methylene chloride; Dichloromethane; CCl_2H_2	560	1
1595	Dimethylsulfat; DMS	D; Dimethyl sulfate	0,12	0,01
1603	Ethylbromacetat	Ethyl bromoacetate; OC	0,00075	0,03
1604	Ethylendiamin, 1,2-	Ethylenediamine, 1,2-	9,7	0,2
1605	Ethylendibromid; Dibromethan	Ethylene dibromide; Dibromoethane	24	0,2
1648	Acetonitril	Acetonitrile	320	1
1654	Nikotin	Nicotine; Pyridine, S-3-1-methyl-2-pyrrolidinyl-	0,53	0,01
1660	Stickstoffoxid; NO	Nitric oxide; NO	12	1
1661	Nitroanilin, 2-; (o-Nitroanilin)	Nitroaniline, 2-; (o-Nitroaniline)	9.4	0,01
1662	Nitrobenzol; Nitrobenzen	Nitrobenzene	20	0,01

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1664	Nitrotoluole, m-	Nitrotoluene, m-	5	0,01
1664	Nitrotoluole, p-	Nitrotoluene, p-	3,6	0,01
1670	Perchlormethylmercaptan	Perchloromethyl mercaptan	0,3	0,02
1671	Phenol	Phenol	23	0,1
1692	Strychnin	Strychnine	0,022	0,01
1694	Brombenzylcyanide (fest); BBC	Carnite; BBC; CA	1,8	0,01
1694	Brombenzylcyanide (flüssig); BBC	BBC; CA; Carnite; BBN	1,8	1
1695	Chloraceton	Chloroacetone	4,4	0,2
1697	Phenacylchlorid; Chloracetophenon; CN	Phenacyl chloride; CN	0,25	0,01
1698	Diphenylaminechlorarsin; Adamsit; DM	Adamsit; DM	0,23	0,08
1699	Diphenylarsinchlorid; Clark I; Clark 1; DA	Clark I; Clark 1; DA	0,036	0,01
1701	Xylylbromide, flüssig	Xylyl bromide, liquid	0,2	0,01
1702	Tetrachloroethan, 1,1,2,2-	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	1	0,2
1704	Tetraethyldithiopyrophosphat; TEDP; Sulfotep	Tetraethyl Dithiopyrophosphate; TEDP; Sulfotep	0,27	0,01
1707	Thallium; Tl	Thallium; Tl	0,14	0,01
1708	Toluidine, m-; 3-Methylanilin	Toluidine, m-; 3-Methylaniline	5,2	0,01
1708	Toluidine, o-	Toluidine, o-	2	0,01
1708	Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamin	Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamine	2,7	0,02
1710	Trichlorethylen; Trichlorethen	Trichloroethylene; Trichloroethene	450	0,7
1711	Xylidine	Xylidine	25	0,02
1715	Essigsäureanhydrid	Acetic anhydride	15	0,05
1738	Benzylchlorid	Benzyl chloride	10	0,01
1741	Bortrichlorid; Trichlorboran; BCl_3	Boron trichloride; BCl_3	2,1	1
1744	Brom; Br_2	Bromine; Br_2	0,24	1
1749	Chlortrifluorid; ClF_3	Chlorine trifluoride; CF; ClF_3	2	1
1750	Chloressigsäure; Monochloressigsäure	Chloroacetic acid; Monochloroacetic acid	6,6	0,01
1752	Chloracetylchlorid	Chloroacetyl chloride	1,6	0,3
1754	Chlorsulfonsäure; Chlorschwefelsäure	Chlorosulfonic acid; Chlorosulfuric acid	0,92	0,1
1779	Ameisensäure; HCOOH	Formic acid; HCOOH	25	0,6
1789	Salzsäure; Hydrogenchlorid (< 10 %)	Hydrochloric acid aqueous (< 10 %)	22	0,03
1789	Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 10-25 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 10-25 %)	22	0,07
1789	Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 25-36 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 25-36 %)	22	0,4
1789	Salzsäure; Hydrogenchlorid (> 36-42 %)	Hydrochloric acid aqueous (> 36-42 %)	22	0,5
1791	Natriumhypochlorit; Javellewasser; NaOCl	Sodium hypochlorite; NaOCl	6,5	0,3

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1805	Phosphorsäure, fest; H_3PO_4	Phosphoric acid; H_3PO_4	7,5	0,01
1806	Phosphorpentachlorid; PCl_5	Phosphorus pentachloride; PCl_5	2,4	0,01
1807	Phosphorpentoxid; P_2O_5	Phosphorus pentoxide; P_2O_5	1,7	0,02
1809	Phosphortrichlorid; PCl_3	Phosphorus trichloride; PCl_3	2	1
1810	Phosphoroxychlorid; Phosphorylchlorid; ; $POCl_3$	Phosphorus oxychloride; Phosphoryl chloride; $POCl_3$	0,48	0,3
1818	Tetrachlorsilan;Siliciumtetrachlorid; $SiCl_4$	Tetrachlorosilane; Silicon tetrachloride; $SiCl_4$	5,5	1
1823	Natriumhydroxid, fest; NaOH	Sodium hydroxide; NaOH	3,1	0,01
1827	Zinntetrachlorid; Zinn(IV)-chlorid; $SnCl_4$	Tin tetrachloride; Tin(IV) chloride; $SnCl_4$; KJ	0,41	0,2
1828	Schwefeldichlorid; SCl_2	Sulfur dichloride; SCl_2	217,5	1
1828	Schwefelmonochlorid; Dischwefeldichlorid; S_2Cl_2	Sulfur monochloride; S_2Cl_2	6,4	0,2
1831	Schwefelsäure, rauchend; H_2SO_4	Sulfuric acid; H_2SO_4	2,2	0,01
1834	Sulfurylchlorid	Sulfuryl chloride	3,7	1
1836	Thionylchlorid; $SOCl_2$	Thionyl chloride; $SOCl_2$	2,4	1
1838	Titantetrachlorid; $TiCl_4$	Titanium tetrachloride; $TiCl_4$; FM	1	0,09
1848	Propionsäure	Propionic acid	15	0,06
1858	Hexafluorpropylen; Hexafluorprope; Kältemittel R 1216	Hexafluoropropylene; Hexafluoropropene; Refrigerant Gas R 1216	91	1
1865	Propylnitrat	Propyl nitrate	330	0,6
1868	Decaboran; $B_{10}H_{14}$	Decaborane; $B_{10}H_{14}$	2	0,2
1887	Bromchlormethan	Bromochloromethane	200	1
1888	Chloroform; $CHCl_3$	Chloroform; $CHCl_3$	64	1
1889	Bromcyan; Cyanbromid; Bromcyanid; Cyanogenbromid; BrCN	Cyanogen bromide; BrCN; BK; CB	10	1
1891	Bromethan; Ethylbromid	Bromoethane; Ethyl bromide	67	1
1892	Ethyldichlorarsin; ED	Ethyldichloroarsine; ED	0,0041	0,03
1897	Perchlorethylen; Tetrachloroethylen	Perchloroethylene; Tetrachloroethylene	230	0,2
1911	Diboran; B_2H_6	Diborane; B_2H_6	1	1
1915	Cyclohexanon; Ketohexamethylen	Cyclohexanone; Ketohexamethylene	20	0,05
1916	Dichlorethylether, 2,2`-; Bis-2-chlorethylether	Dichloroethyl ether; 1,1'-Oxybis2-chloroethane; Bis2-chloroethylether	25	0,01
1917	Ethylacrylat, stabilisiert	Ethyl acrylate, stabilized	36	0,5
1918	Cumen; Isopropylbenzen	Cumene; Isopropyl benzene	300	0,05
1919	Methylacrylat, stabilisiert	Methyl acrylate, stabilized	170	1
1920	Nonan	Nonane; Shellsol 140	200	0,04

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
1921	Propylenimin, 1,2-, stabilisiert	Propyleneimine, 1,2-, stabilized	12	1
1955	Ozon; O_3	Ozone; O_3	1	1
1958	Dichlortetrafluorethan, 1,2-; Kältemittel R 114	Dichlorotetrafluoroethane, 1,2-; Freon 114, CFC 114	10'000	1
1978	Propan; C_3H_8	Propane; C_3H_8	17'000	1
1991	Chloropren, stabilisiert	Chloroprene; beta-Chloroprene; Neoprene, stabilized	10	1
1992	Dichlorpropen, 1,3-	Dichloropropene, 1,3-	19	0,7
1993	Dimethylacetamid, N,N-	Dimethylacetamide, N,N-	12	0,04
1993	Trimethylbenzol, 1,2,3-	Trimethylbenzene, 1,2,3-	360	0,02
1994	Eisenpentacarbonyl	Iron pentacarbonyl	0,06	0,4
2014	Wasserstoffperoxid; H_2O_2 (max. 60%)	Hydrogen peroxide; H_2O_2 (max. 60%)	50	0,03
2015	Wasserstoffperoxid; H_2O_2 (über 60%)	Hydrogen peroxide; H_2O_2	50	0,03
2023	Epichlorhydrin	Epichlorohydrin	24	0,2
2029	Hydrazin; N_2H_4	Hydrazine; N_2H_4	13	0,2
2030	Hydrazin; N_2H_4	Hydrazine; N_2H_4	13	0,2
2031	Salpetersäure; HNO_3	Nitric acid; HNO_3	24	0,8
2032	Salpetersäure; HNO_3	Nitric acid; HNO_3	24	0,8
2047	Dichlorpropen, 1,3-	Dichloropropene, 1,3-	19	0,7
2048	Dicyclopentadien	Dicyclopentadiene	5	0,03
2051	Dimethylaminethanol, N,N-	Dimethylaminoethanol, N,N-	7,4	0,06
2053	Methylpentan-2-ol, 4-; Methylisobutylcarbinol	Methylpentan-2-ol, 4-; Methyl isobutyl carbinol	125	0,07
2054	Morpholin	Morpholine	30	0,1
2055	Styrol, stabilisiert	Styrene, stabilized	130	0,06
2056	Tetrahydrofuran	Tetrahydrofuran	500	1
2073	Ammoniaklösung (> 35-40 %)	Ammonia aqueous solution (> 35-40 %)	160	0,4
2074	Acrylamid	Acrylamide	38	0,01
2076	Kresole	Cresols	25	0,01
2078	Toluol-2,4-diisocyanat; TDI	Toluene-2,4-diisocyanate; TDI	0,083	0,01
2078	Toluol-2,6-diisocyanat	Toluene-2,6-diisocyanate	0,083	0,01
2188	Arsin; Arsenwasserstoff; AsH_3	Arsine; SA; AsH_3	0,17	1
2199	Phosphin; Phosphorwasserstoff; PH_3	Phosphine; PH_3	2	1
2214	Phthalanhydrid	Phthalic anhydride	3,3	0,01
2215	Maleinanhydrid	Maleic anhydride	2	0,01

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
2218	Acrylsäure, stabilisiert	Acrylic acid, stabilized	46	0,2
2238	Chlortoluol, 2-; o-Chlortoluol	Chlorotoluene, 2-; o-Chlorotoluene	75	0,1
2249	Dichlordimethylether; bis-Chloromethylether	Dichloromethyl ether; bisChloromethylether	0,044	0,4
2253	Dimethylanilin, N,N-	Dimethylaniline, N,N-	10	0,01
2256	Cyclohexen	Cyclohexene	300	1
2265	Dimethylformamid, N,N-; DMF	Dimethylformamide, N,N-; DMF	91	0,05
2271	Ethyl-sec-amylketon; 5-Methyl-3-heptanone	Ethyl sec-amyl ketone; 5-Methyl-3-heptanone	500	0,03
2277	Ethylmethacrylat	Ethyl methacrylate	31	0,2
2279	Hexachlorobutadien	Hexachlorobutadiene	3	0,3
2284	Isobutyronitril	Isobutyronitrile	18	0,8
2294	Methylanilin, N-	Methylaniline, N-	0,5	0,01
2296	Methylcyclohexan	Methylcyclohexane	400	0,7
2302	Methyl-2-hexanon, 5-; Methylisoamylketon; Methylhexan-2-on, 5-	Methyl-2-hexanone, 5-; Methyl isoamyl ketone; 5-Methylhexan-2-one	50	0,06
2303	Methylstyren, alpha-; Isopropenylbenze	Methylstyrene, alpha-; Isopropenylbenzene	100	0,03
2321	Trichlorbenzen, 1,2,4-	Trichlorobenzene, 1,2,4-	5	0,02
2323	Triethylphosphit	Triethyl phosphite	14	0,03
2325	Mesitylen; 1,3,5-Trimethylbenzen	Mesitylene; 1,3,5-Trimethylbenzene	360	0,02
2329	Trimethylphosphit	Trimethyl phosphite	61	0,03
2334	Allylamin	Allylamine	3,3	1
2337	Benzolthiol; Thiophenol; Phenylmercaptan	Benzenethiol; Thiophenol; Phenyl mercaptan	0,53	0,02
2347	Butanethiol; n-Butylmercaptan	Butanethiol; n-Butyl mercaptan	5	0,01
2348	Butylacrylat, n-, stabilisiert	Butyl acrylate, n-; stabilized	130	0,05
2357	Cyclohexylamin	Cyclohexylamine	8,6	0,2
2362	Dichlorethan, 1,1-	Dichloroethane, 1,1-	160	1
2363	Ethanthiol; Ethylmercaptan	Ethanethiol; Ethyl mercaptan	120	1
2369	Butoxyethanol, 2-; Glycolether EB	Butoxyethanol, 2-; Glycol ether EB	20	0,02
2381	Dimethyldisulfid	Dimethyl disulfide	50	0,4
2382	Dimethylhydrazine, 1,2-; N,N`-Dimethylhydrazin	Dimethylhydrazine, 1,2-; N,N'-Dimethylhydrazine	3	1
2389	Furan	Furan	6,8	1
2398	MTBE; Methyl-tert-butylether	MTBE; Methyl-tert-butylether	570	1

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
2401	Piperidin	Piperidine	33	0,6
2404	Propionitril	Propionitrile; Propiononitrile	7	0,7
2407	Isopropylchlorformiat; Isopropylchlorcarbonat	Isopropyl chloroformate; Isopropyl chlorocarbonate	3,3	0,4
2420	Hexafluoraceton	Hexafluoroacetone	0,2	1
2422	Perfluorisobutylen; PFIB	Perfluoroisobutylene; PFIB	0,11	1
2447	Phosphor, weisser; P_4	White phosphorus; P_4	2,4	0,01
2471	Osmiumtetroxid; OsO_4	Osmium tetroxide; OsO_4	0,0084	0,09
2480	Methylisocyanat; MIC	Methyl isocyanate; MIC	0,067	1
2485	Butylisocyanat, n-	Butyl isocyanate, n-	0,023	0,2
2491	Ethanolamin	Ethanolamine	6	0,01
2514	Brombenzol; Brombenzen	Bromobenzene	0,87	0,04
2515	Bromoform; Tribrommethan	Bromoform; Tribromomethane	6,7	0,07
2517	Chlor-1,1-difluorethan, 1-; R 142b	Chloro-1,1-difluoroethane, 1-; HCFC-142b	15'000	1
2521	Diketen, stabilisiert	Diketene; Ketene dimer, stabilized	6	0,1
2572	Phenylhydrazin	Phenylhydrazine	2,3	0,01
2587	Benzochinon, p-; Quinone	Benzoquinone, p-; Quinone	0,2	0,01
2606	Tetramethoxysilan; Methylsilikat; Methylorthosilicat	Tetramethoxysilane; Methyl silicate; Methyl orthosilicate	0,91	0,2
2608	Nitropropan, 1-	Nitropropane, 1-	25	0,2
2608	Nitropropan, 2-	Nitropropane, 2-	10	0,2
2618	Vinyltoluol, stabilisiert	Vinyltoluene , stabilized	100	0,03
2642	Fluoressigsäure; Monofluoressigsäure	Methyl fluoroacetate; MFA	0,037	0,2
2644	Methyliodid; CH_3I	Methyl iodide; CH_3I	50	1
2645	Bromoacetophenone; Phenacylbromid	Bromoacetophenon; Phenacyl bromide	8,1	0,01
2646	Hexachlorcyclopentadien	Hexachlorocylopentadiene	0,018	0,01
2653	Benzyliodid	Benzyliodid; BJ; Fraisinite	1,1	0,6
2672	Ammoniaklösung (> 10-35 %)	Ammonia aqueous solution (> 10-35 %)	160	0,4
2676	Stibin; Antimonwasserstoff; SbH_3	Stibine; Antimony hydride; SbH_3	1,5	1
2686	Diethylethanolamin, N,N-; 2-Diethylaminoethanol	Diethylethanolamine, N,N-; 2-Diethylaminoethanol	2	0,7
2699	Trifluoressigsäure, wasserfrei	Trifluoroacetic acid anhydrous	1,9	1
2717	Campher	Camphor	3,1	0,01
2734	Diethanolamin	Diethanolamine	1,2	0,01
2735	Ethyldiethanolamin	Ethyldiethanolamine	2	0,01

© by FKS: 04/2014

MET

UN-Nr.	Stoffname (sortiert nach UN-Nummer)	Stoffname (Englisch)	PAC-2 (ppm)	Mass Factor
2740	Propylchlorformiat, n-; Propylchlorcarbonat	Propyl chloroformate, n-; Propyl chlorocarbonate	3,7	0,3
2784	Tetraethylpyrophosphat; TEPP	Tetraethyl pyrophosphate; TEPP	0,084	0,01
2789	Essigsäure, wasserfrei	Acetic acid anhydrous	35	0.2
2790	Essigsäure (max. 80 %)	Acetic acid (max. 80 %)	35	0,2
2796	Schwefelsäure; H_2SO_4; (max. 52 %)	Sulfuric acid; H_2SO_4; (max. 52 %)	2,2	0,01
2809	Quecksilber	Mercury	0,21	0,01
2831	Trichlorethan, 1,1,1-; Methylchloroform	Trichloroethane, 1,1,1-; Methyl chloroform	600	1
2842	Nitroethan	Nitroethane	170	0,3
2874	Furfurylalkohol	Furfuryl alcohol	15	0,5
2929	Fluoroethanol, 2-	Fluorethanol, 2-; FEA	0,027	0,3
2977	Uranhexafluorid; UF_6	Uranium hexafluoride; Uranium fluoride; UF_6	0,67	0,8
3079	Methacrylnitril, stabilisiert	Methacrylonitrile; Methylacrylonitrile, stabilized	13	1
3082	Trifluortrichlorethan, Freon 113	Trichlorotrifluoroethane; Freon 113; CFC 113	1'500	1
3092	Propylenglykolmonomethylether; 1-Methoxy-2-propanol	Propylene glycol monomethyl ether; 1-Methoxy-2-propanol	150	0,2
3105	Peressigsäure	Peracetic acid	0,51	0,3
3159	Tetrafluorethan, 1,1,1,2-; R 134a	Tetrafluoroethane, 1,1,1,2-; HFC 134a	13'000	1
3277	Diphosgen; DP	Diphosgen; DP	4	0,04
3286	Acrylchlorid	Acrylyl chloride; Acryloyl chloride	0,24	1
3295	Inden	Indene	5	0,02
3305	Formaldehyd; Methanal	Formaldehyde; Methanal	14	0,03
3318	Ammoniaklösung (> 40-50 %)	Ammonia aqueous solution (> 40-50 %)	160	0,5
3374	Acetylen; Ethin; C_2H_2	Acetylene; Ethine; C_2H_2	230'000	1
3383	Trimethoxysilan	Trimethoxysilane	0,83	0,8
3417	Xylylbromid, fest	Xylyl bromide; solid	0,2	0,01
3450	Diphenylchlorarsin; DA; Clark I; Clark 1	DA; Clark I; Clark 2	0,036	0,01
3451	Toluidin, p-; 4-Methylbenzolamin	Toluidine, p-; 4-Methylbenzenamine	2,7	0,02
3453	Phosphorsäure, fest; H_3PO_4	Phosphoric acid; H_3PO_4	7,5	0,01
3457	Nitrobenzylchlorid, 2-	Nitrobenzyl chloride, 2-	2	0,01
9191	Chlordioxin; ClO_2	Chlorine dioxide; ClO_2	1,1	1

© by FKS: 04/2014

6.6 | Beständigkeitslisten

Um den Schutz der Einsatzkräfte und des verwendeten Einsatzmaterials gewährleisten zu können, müssen die Werkstoffe, die mit chemischen Gefahrstoffen in Kontakt kommen, für den Einsatzzweck ausreichend beständig sein.

Die nachfolgenden Tabellen zur chemischen Beständigkeit von verschiedenen Werkstoffen sollen die Auswahl geeigneter Materialien im Einsatz erleichtern. Zudem zeigen die Tabellen auch auf, bei welchen bereits vor Ort verschmutzten Materialien mit einer Beeinträchtigung bis hin zu intensiven Reaktionen gerechnet werden muss.

Die chemische Beständigkeit der Werkstoffe ist abhängig von vielen Faktoren. Hierzu gehören u.a. die Temperatur, der Verschmutzungsgrad und die Konzentration des vorliegenden Stoffs sowie die gleichzeitige Einwirkung mechanischer Kräfte. Unter Spannung stehende Teile können bei bestimmten Medien Festigkeitseinbussen erleiden (Spannungsrissbildung), obwohl sie gegen die Medien alleine beständig sind und ohne Einwirkung der Medien den Spannungen alleine standhalten würden. Dies ist besonders bei geschweissten Teilen zu berücksichtigen.

Reaktion von Aluminium mit Salzsäure

Die in den Beständigkeitstabellen getroffenen Angaben können nicht alle Betriebsbedingungen und Anwendungsfälle, wie sie im praktischen Gebrauch und Einsatz auftreten, berücksichtigen. Daher stellen die in den Tabellen gemachten Angaben lediglich grobe Empfehlungen dar.

- Die Bezugstemperatur für die jeweils angegebene chemische Beständigkeit ist – sofern nichts anderes angegeben – die Raumtemperatur. Bei höheren Temperaturen muss – insbesondere bei Werkstoffen aus Kunststoff – mit einer wärmebedingten schlechteren Beständigkeit gerechnet werden.
- Die Beständigkeitsangaben in den Tabellen beziehen sich auf reine Stoffe. Bei Substanzmischungen kann die Beständigkeit wesentlich von den vorliegenden Angaben abweichen.
- Vorsicht bei der Verwendung von Materialien wie Holz, Naturfasern, Torf etc., diese sind in der Regel nicht gegen aggressive Chemikalien beständig

Legende:

A = gut geeignet

B = bedingt geeignet (z.B. Quellung, Festigkeitsverlust, Schrumpfung, Korrosion, Rost, Abtrag)

C = nicht geeignet wegen schneller Zerstörung oder Erweichung

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

6.6.1 | Chemikalienbeständigkeit verschiedener Materialien

Kunststoffe **MEDIEN, MEDIENGRUPPEN** Wenn nicht anders angegeben, bei Raumtemperatur. Bei Gemischen alle Komponenten beachten! LEGENDE: A = gut geeignet B = bedingt geeignet (z.B. Quellung, Festigkeitsverlust, Schrumpfung, Korrosion, Rost, Abtrag) C = nicht geeignet wegen schneller Zerstörung oder Erweichung	MF Melamoin-Folmaldehyd-Harz	UP / GFK Glasfaserverstärktes ungesättigtes Polyesterharz	PE-HD Polyethylen hohe Dichte	PE-LD Polyethylen niedriger Dichte	PET Polyethylenterephthalat	PMMA Polymethylmethacrylat (Plexiglas ®)	PP Polypropylen	PS Polystyrol	PTFE Polytetrafluorethylen (Teflon ®)	PUR Polyurethan	POM Polyoximethyylen (Delrin ®)	PA Polyamid (Nylon ®)	PVC-P Polyvinylchlorid (weich)	PVC-U Polyvinylchlorid (hart)
Aliphatische Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Heptanl, Öle, Petroleum	A	A	A	B	A	A	B	C	A	A	A	A	A	A
Otto - Treibstoffe mit Aromaten-, Ether-, Methanolzusätzen	C	A	A	B	A	C	B	C	A	A	B	A	C	C
Aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol	C	C	B	B	A	C	C	C	A	A-B	A	A	C	C
Chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Methylenchlorid, Per- und Trichlorethylen	B	C	B	C	A	C	C	C	A	B	B	A	C	C
Alkohole wie Ethanol, Butanol, Methanol, Isopropylalkohol	B	C	A	A	A	B	B	A	A	A-B	A	A	B	B
Amine wie Anilin, Butylamin, Pyridin, Diethylamin, Triethylamin	C	C	B	C	B	B	B	B	A	B	B-C	A	C	C
Acetate, Aldehyde, Ester, Ether	C	C	B	B	C	C	B	C	A	B	A-B	A	C	C
Ketone wie Aceton, Methylenketon (MEK), Cyclohexanon	C	C	B	C	C	C	B	C	A	B	A-B	A	C	C
Glykole, Enteisungsflüssigkeiten, Frostschutzmittel, Glysantin	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Trinkwasser, Lebensmittel - auch ölhaltig, helle Granulate, Milch, Fette	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Wasser, Abwasser, Seewasser, Kühlwasser, auch ölhaltig	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Asphalt, Heissbitumen, Teer bis 200°C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C
Teeröle wie Braun- und Steinkohlenteeröl, Kresol, Phenol	C	C	B	C	C	C	B	C	A	C	B-C	C	C	C
Sattdampf, gesättigter Nassdampf bis 120°C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C
Eisen(III)chlorid, Eisensalze	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	B	B	A	A
Ammoniak wässrig, Flüssigdünger	C	A	A	A	B	C	A	B	A	C	C	B	B	A
Salzlösungen, schwach saure Medien, Carbonate, Chloride, Nitrate, Phosphate	B	C	A	B	C	C	A	C	A	C	A	A	C	C
Laugen wie Kalilauge, Natronlauge, Reinigungslaugen 100 °C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	C	C	B	C	C
Ameisensäure	B	B	A	A	A	B	A	A	A	C	B	C	B	B
Chromsäure	C	C	B	B	C	C	B	C	A	C	C	C	B	C
Essigsäure	A	B	A	A	B	C	A	B	A	C	C	C	B	A
Flusssäure, Fluorwasserstoffsäure	B	B	A	A	C	C	A	C	A	C	C	C	C	B
Oxalsäure	A	A	B	C	A	C	B	C	A	C	B	B	A	A
Phosphorsäure	A	B	A	A	B	C	A	B	A	C	C	C	B	A
Salpetersäure bis 30 %	A	A	A	A	B	B	A	B	A	C	A	C	A	A
Salpetersäure 30 bis 70 %	B	C	B	B	C	C	C	C	A	C	B	C	B	B
Salpetersäure 70 bis 90 %	B	C	B	B	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C
Salzsäure	A	B	A	A	C	B	A	B	A	C	C	C	B	B
Schwefelsäure bis 65 %	A	B	A	A	B	C	A	C	A	C	C	C	B	B
Schwefelsäure 65 bis 95 %	A	B	A	A	B	C	A	C	A	C	C	C	C	B
Schwefelsäure 96 %	B	C	B	B	C	C	B	C	A	C	C	C	C	B

© by FKS: 04/2014

Elastomere Dichtungs- und Membranwerkstoffe

MEDIEN, MEDIENGRUPPEN

Wenn nicht anders angegeben, bei Raumtemperatur.

Bei Gemischen alle Komponenten beachten!

LEGENDE:

A = gut geeignet

B = bedingt geeignet (z.B. Quellung, Festigkeitsverlust, Schrumpfung, Korrosion, Rost, Abtrag)

C = nicht geeignet wegen schneller Zerstörung oder Erweichung

	Butyl-Kautschuk / Brom-Butyl- und Chlor-Butyl-Kautschuk	Chloropren-Kautschuk (Neopren®)	Fluorkautschuk (Viton ®)	Chlor-Sulfat-Polyethylen (Hypalon ®)	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk / Ethylen-Propylen-Kautschuk	Silikon-Kautschuk	Fluor-Silikon-Kautschuk	Polyester-Polyurethan-Kautschuk	Polyether-Polyurethan-Kautschuk	Natur-Kautschuk / Styrol-Butadien-Kautschuk	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
	IIR / CIIR / BIIR	CR	FKM	CSM	EPDM / EPM	MQ / MVQ / MPQ / MVPQ	MFQ	AU	EU	NR / SBR	NBR
Aliphatische Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Heptanl, Öle, Petroleum	C	B	A	A	C	C	A	A	B	C	A
Otto - Treibstoffe mit Aromaten-, Ether-, Methanolzusätzen	C	B	A	C	C	C	A	A	C	C	A
Aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol	C	C	A	C	C	C	A	C	C	C	B-C
Chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Methylenchlorid, Per- und Trichlorethylen	C	C	A	C	C	C	B	C	C	C	C
Alkohole wie Ethanol, Butanol, Methanol, Isopropylalkohol	A	A	A	A	A	B	A	B	B	A	A
Amine wie Anilin, Butylamin, Pyridin, Diethylamin, Triethylamin	B	B	C	C	B	B	C	B	B	B	C
Acetate, Aldehyde, Ester, Ether	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	B
Ketone wie Aceton, Methylenketon (MEK), Cyclohexanon	C	C	C	C	C	C	A	B	B	C	C
Glykole, Enteisungsflüssigkeiten, Frostschutzmittel, Glysantin	A	A	B	A	A	A	A	B	B	A	A
Trinkwasser, Lebensmittel - auch ölhaltig, helle Granulate, Milch, Fette	A	A	A	C	B	A	A	B	B	A	A
Wasser, Abwasser, Seewasser, Kühlwasser, auch ölhaltig	A	A	A	A	A	B	A	B	A	A	A
Asphalt, Heissbitumen, Teer bis 200°C	C	C	A	C	C	C	A	C	B	C	B
Teeröle wie Braun- und Steinkohlenteeröl, Kresol, Phenol	A	B	A	C	A	B	B	C	C	B	C
Sattdampf, gesättigter Nassdampf bis 120°C	A	C	C	C	A	B	A	C	B	C	C
Eisen(III)chlorid, Eisensalze	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A	A
Ammoniak wässrig, Flüssigdünger	A	B	B	A	A	C	C	C	C	C	A
Salzlösungen, schwach saure Medien, Carbonate, Chloride, Nitrate, Phosphate	C	C	A	A	C	C	B	C	C	C	A
Laugen wie Kalilauge, Natronlauge, Reinigungslaugen 100 °C	A	A	B	A	A	B	B	B	B	C	C
Ameisensäure	A	A	A	A	A	A	A	C	C	B	C
Chromsäure	C	C	A	A	B	C	C	C	C	C	C
Essigsäure	B	C	A	A	B	B	B	C	C	B	C
Flusssäure, Fluorwasserstoffsäure	C	C	A	A	C	C	C	B-C	B-C	B	C
Oxalsäure	B	B	A	A	B	C	C	C	C	C	C
Phosphorsäure	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	B
Salpetersäure bis 30 %	C	B	A	B	B	C	C	C	C	C	C
Salpetersäure 30 bis 70 %	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C
Salpetersäure 70 bis 90 %	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C
Salzsäure	A	C	A	A	A	C	C	C	C	A	C
Schwefelsäure bis 65 %	B	C	A	A	B	C	C	C	C	C	C
Schwefelsäure 65 bis 95 %	C	C	A	A	B	C	C	C	C	C	C
Schwefelsäure 96 %	C	C	A	B	B	C	C	C	C	C	C

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Metalle

MEDIEN, MEDIENGRUPPEN

Wenn nicht anders angegeben, bei Raumtemperatur.

Bei Gemischen alle Komponenten beachten!

LEGENDE:

A = gut geeignet

B = bedingt geeignet (z.B. Quellung, Festigkeitsverlust, Schrumpfung, Korrosion, Rost, Abtrag)

C = nicht geeignet wegen schneller Zerstörung oder Erweichung

	Aluminium	Edelstahl 316L / 1.4404	Grauguss (Stahl)	Kupfer	Messing	Verzinkter Stahl
Aliphatische Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Heptanl, Öle, Petroleum	A	A	A	A	A	A
Otto - Treibstoffe mit Aromaten-, Ether-, Methanolzusätzen	A	A	A	A	A	A
Aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol	A	A	A	A	A	A
Chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Methylenchlorid, Per- und Trichlorethylen	A	A	A	A	A	A
Alkohole wie Ethanol, Butanol, Methanol, Isopropylalkohol	A	A	A	A	A	A
Amine wie Anilin, Butylamin, Pyridin, Diethylamin, Triethylamin	A	A	A	A	A	A
Acetate, Aldehyde, Ester, Ether	A	A	A	A	A	A
Ketone wie Aceton, Methylenketon (MEK), Cyclohexanon	A	A	A	A	A	A
Glykole, Enteisungsflüssigkeiten, Frostschutzmittel, Glysantin	B	A	A	A	A	A
Trinkwasser, Lebensmittel - auch ölhaltig, helle Granulate, Milch, Fette	B	A	B	A	A	A
Wasser, Abwasser, Seewasser, Kühlwasser, auch ölhaltig	B	A	B	A	A	A
Asphalt, Heissbitumen, Teer bis 200°C	C	A	C	A	A	A
Teeröle wie Braun- und Steinkohlenteeröl, Kresol, Phenol	B	A	A	A	A	A
Sattdampf, gesättigter Nassdampf bis 120°C	B	A	B	A	A	A
Eisen(III)chlorid, Eisensalze	C	C	C	C	C	A
Ammoniak wässrig, Flüssigdünger	B	A	A	C	C	A
Salzlösungen, schwach saure Medien, Carbonate, Chloride, Nitrate, Phosphate	B-C	A	B	A-B	A-B	A
Laugen wie Kalilauge, Natronlauge, Reinigungslaugen 100 °C	C	A	B	B	B	A
Ameisensäure	B	A	B	C	A-B	C
Chromsäure	C	A	B	C	C	C
Essigsäure	C	A	B	C	C	C
Flusssäure, Fluorwasserstoffsäure	C	C	C	C	C	C
Oxalsäure	B	A	C	C	C	C
Phosphorsäure	C	A	C	C	C	C
Salpetersäure bis 30 %	C	A	C	C	C	C
Salpetersäure 30 bis 70 %	C	A	C	C	C	C
Salpetersäure 70 bis 90 %	B	A	C	C	C	C
Salzsäure	C	C	C	C	C	C
Schwefelsäure bis 65 %	C	B	C	B	C	C
Schwefelsäure 65 bis 95 %	C	B	C	C	C	C
Schwefelsäure 96 %	C	B	A	C	C	C

© by FKS: 04/2014

6.7 | Wichtigste VeVA-Abfall-Codes in der ABC-Wehr

Abfall-Code	S	Bezeichnung = Sonderabfall

Häufigste Codes im Ölwehreinsatz

A-Wehr

-- -- --	-	VeVA nicht anwendbar; Entsorgung nur in Absprache mit PSI möglich

---

B-Wehr

HUMANMEDIZINISCHE ABFÄLLE

18 01 02	S	Abfälle mit Kontaminationsgefahr (z.B. Gewebeabfälle, Abfälle mit Blut, Sekreten und Exkreten, Blutbeutel und Blutkonserven)
18 01 03	S	Infektiöse Abfälle

TIERMEDIZINISCHE ABFÄLLE

18 02 02	S	Infektiöse Abfälle
18 02 98	S	Tierische Abfälle mit Kontaminationsgefahr (z.B. Gewebeabfälle, Abfälle mit Blut, Sekreten und Exkreten, Blutbeutel und Blutkonserven, kontaminierte Kadaver von Tieren)

Öl- / Chemiewehr

ABFÄLLE VON HYDRAULIKÖLEN

13 01 05	S	Nichtchlorierte Emulsionen
13 01 13	S	Andere Hydrauliköle

ABFÄLLE VON MASCHINEN-, GETRIEBE- UND SCHMIERÖLEN

13 02 08	S	Andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle (einschliesslich Mineralölgemische)

ABFÄLLE AUS ÖL- / WASSERABSCHEIDERN UND ÖLHALTIGE SCHLÄMME

13 05 02	S	Schlämme aus Öl- / Wasserabscheidern
13 05 06	S	Öle aus Öl- / Wasserabscheidern
13 05 07	S	Öliges Wasser aus Öl- / Wasserabscheidern
13 05 08	S	Andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
20 03 06	S	Schlämme aus Strassenschächten (Strassensammlerschlämme)

ABFÄLLE AUS FETTABSCHEIDERN VON ÖFFENTLICHEN ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

19 08 10	S	Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern

© by FKS: 04/2014

ABFÄLLE AUS DER REINIGUNG VON TRANSPORT- UND LAGERTANKS UND FÄSSERN

16 07 08	S	Ölhaltige Abfälle
16 07 09	S	Abfälle, die sonstige gefährliche Stoffe enthalten

ABFÄLLE AUS FLÜSSIGEN BRENNSTOFFEN

13 07 01	S	Heizöl und Diesel
13 07 02	S	Benzin
13 07 03	S	Andere Brennstoffe (einschliesslich Gemische)

ABFÄLLE AUS ORGANISCHEN LÖSUNGSMITTELN

14 06 02	S	Andere halogenierte Lösungsmittel und Lösungsmittelgemische (Chlorgehalt > 2 %)
14 06 03	S	Andere Lösungsmittel und Lösungsmittelgemische

ABFÄLLE AUS AUFSAUG- UND FILTERMATERIALIEN, WISCHTÜCHERN UND SCHUTZKLEIDUNG

15 02 02	S	Aufsaug- und Filtermaterialien (einschliesslich Ölfilter, anderswo nicht genannt), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

GASE IN DRUCKBEHÄLTERN / VERSCHIEDENE CHEMIKALIENABFÄLLE

16 05 04	S	Gefährliche Stoffe, enthaltende Gase in Druckbehältern
16 05 07	S	Gebrauchte anorganische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten
16 05 08	S	Gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten
16 05 98	S	Chemikalienreste unbekannter Zusammensetzung
16 09 04	S	Oxidierende Stoffe, anderswo nicht genannt

WÄSSRIGE FLÜSSIGE ABFÄLLE ZUR EXTERNEN BEHANDLUNG (z.B. Löschwasser)

16 10 01	S	Wässrige, flüssige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten (z.B. Löschwasser, mit gefährlichen Stoffen kontaminiert)

KONTAMINIERTER BODEN- ODER GLEISAUSHUB

17 05 03	S	Bodenaushub, der durch gefährliche Stoffe verunreinigt ist
17 05 05	S	Aushub-, Abräum- und Ausbruchmaterial, das durch gefährliche Stoffe verunreinigt ist (z.B. ölhaltiges Erdreich)
17 05 07	S	Gleisaushub, der durch gefährliche Stoffe verunreinigt ist

ABFÄLLE AUS INDUSTRIE UND GEWERBE

20 01 13	S	Lösungsmittel
20 01 14	S	Säuren
20 01 15	S	Laugen
20 01 19	S	Pestizide
20 01 97	S	Kleinmengen vermischter Sonderabfälle aus Haushalten

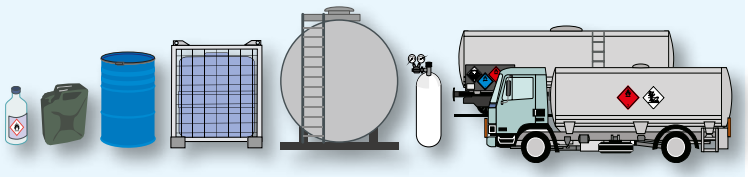
- Ein VeVA Code besteht immer aus 6 Ziffern
- Nicht aufgeführte oder klar spezifizierbare Abfälle sind durch eine Fachperson zu beurteilen und zu klassieren
- Weitere Codes können dem vollständigen VeVA-Abfallverzeichnis in Anhang 1, Ziffer 3, der Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen (LVA; SR 814.610.1) entnommen werden

© by FKS: 04/2014

Download Formular

6.8 | Reko-Blatt für ABC-Einsätze

Gebindeart / Menge

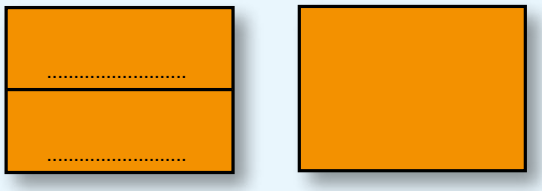


Menge: ☐☐☐☐ kg / Liter Anzahl: ☐☐☐ Stück

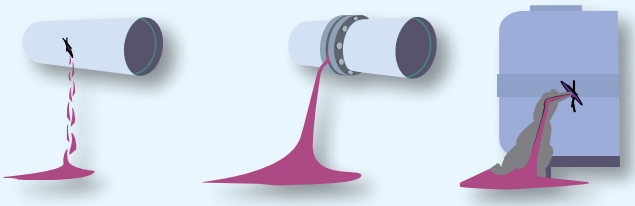
Aggregatzustand

☐ Flüssig ☐ Gasförmig ☐ Fest

Orange Tafel (falls vorhanden)



Leck (falls vorhanden)

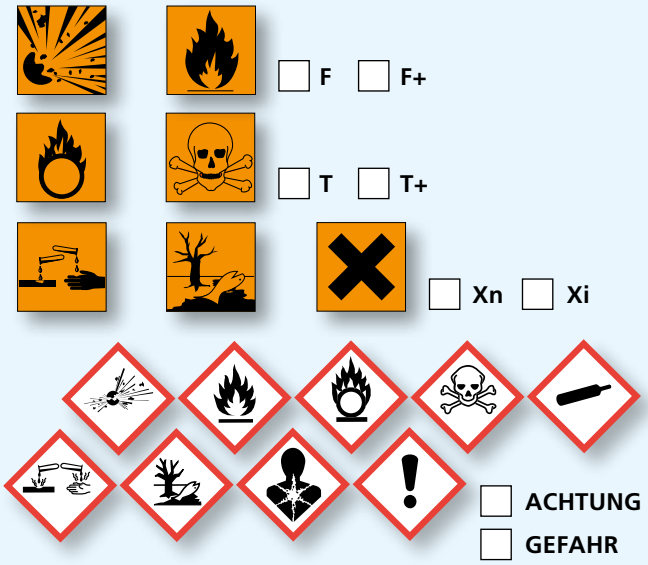


☐ Tropft ☐ Flanschleckage Ø ☐☐ cm ☐ Loch Ø ☐☐ cm

Gefahrensymbole / Bezettelung ADR

TI: ☐☐☐☐

Gefahrensymbole EU / GHS



☐ F ☐ F+
☐ T ☐ T+
☐ Xn ☐ Xi
☐ ACHTUNG
☐ GEFAHR

Weitere Informationen auf Verpackung / Gebinde

.....

.....

.....

.....

- Zutreffende Punkte ankreuzen / einkreisen
- Für unterschiedliche Gebinde je ein Blatt verwenden

Einsatz: ..... / Blatt Nr. .....

© by FKS: 04/2014

Notizen

© by FKS: 04/2014

7 | Spezialeinsatzmittel

7.1 | Bundesmittel

Grundsatz

Wenn die Mittel der Kantone nicht mehr ausreichen, können zusätzliche Mittel des Bundes, insbesondere Spezialmittel, angefordert werden.

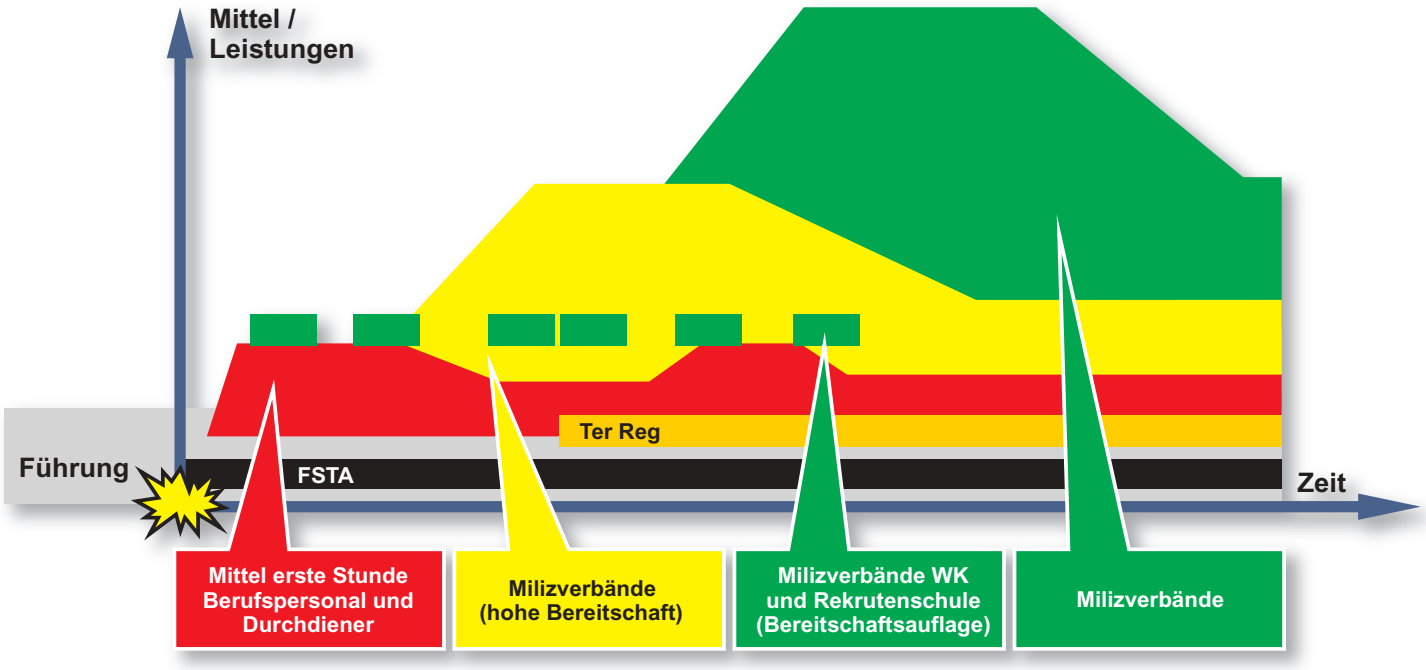
- Mittel der Armee unterliegen der Subsidiarität

Der Einsatz der Armee muss im öffentlichen Interesse liegen, und gleichzeitig müssen die zivilen Behörden nicht mehr in der Lage sein, ihre Aufgaben in personeller, materieller oder zeitlicher Hinsicht wahrzunehmen.

Gemäss Artikel 58, Absatz 2, der Bundesverfassung unterstützt die Armee die zivilen Behörden bei der Abwehr schwerwiegender Bedrohungen der inneren Sicherheit und bei der Bewältigung anderer ausserordentlicher Lagen. Der Artikel 67 Militärgesetz hält dazu fest, dass Truppen, auf Verlangen der zivilen Behörden, Einsätze leisten können:

- zur Wahrung der Lufthoheit
- zum Schutz von Personen und besonders schutzwürdigen Sachen
- im Rahmen der koordinierten Dienste (KSD, ABC-Abwehr etc.)
- zur Bewältigung von Katastrophen
- zur Erfüllung anderer Aufgaben von nationaler Bedeutung

Bereitschaft: Mechanik der Leistungserbringung



Aufgebot

- Mittel des Bundes (Messorganisation)
  - → Nationale Alarmzentrale (NAZ)
- Mittel des Bundes
  - → Kantonaler Führungsstab / Kantonale Führungsorganisation (KFS/KFO)
    - → Nationale Alarmzentrale (NAZ)
- Mittel der Armee
  - → Kantonaler Führungsstab / Kantonale Führungsorganisation (KFS/KFO)
    - → Ter Vb Stäbe
      - → Ter Reg
        - → Führungsstab der Armee (FST A)

© by FKS: 04/2014

7.1.1 | Bundesstab ABCN

Bei einem Ereignis von nationaler Tragweite kommt der Bundesstab ABCN zum Einsatz. Dieser Stab beurteilt die Gesamtlage und mögliche Entwicklungen. Er steuert die Massnahmen des Bundes bei der Bewältigung von Ereignissen mit erhöhter Radioaktivität sowie bei Naturereignissen, biologischen und chemischen Ereignissen (ABCN-Ereignisse). Er sorgt dafür, dass die Massnahmen der verschiedenen Bundesstellen und der Kantone aufeinander abgestimmt sind und bereitet, wenn notwendig, Anträge an den Bundesrat vor.

Als Mitglieder fungieren die Direktoren oder Verantwortlichen folgender Institutionen des Bundes und der Kantone:

- Direktor/Direktorin Bundesamt für Gesundheit (BAG)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Veterinärwesen (BVET)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Energie (BFE)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Umwelt (BAFU)
- Bundesratssprecher/Bundesratssprecherin
- Direktor/Direktorin Direktion für Völkerrecht (DV)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Polizei (fedpol)
- Chef/Chefin Führungsstab der Armee (FST A)
- Oberzolldirektor/Oberzolldirektorin (OZD)
- Direktor/Direktorin Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
- Delegierter/Delegierte des Bundesamts für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL)
- Präsident/Präsidentin Leitungsorgan Koordination des Verkehrswesens im Ereignisfall (KOVE)
- Direktor/Direktorin Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)
- Direktor/Direktorin Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
- Beauftragter/Beauftragte des Bundesrats für den Koordinierten Sanitätsdienst (KSD)
- Je ein Vertreter/eine Vertreterin der zuständigen kantonalen Regierungskonferenzen (KdK, RK MZF, GDK, KKJPD, EnDK) und der betroffenen Kantone

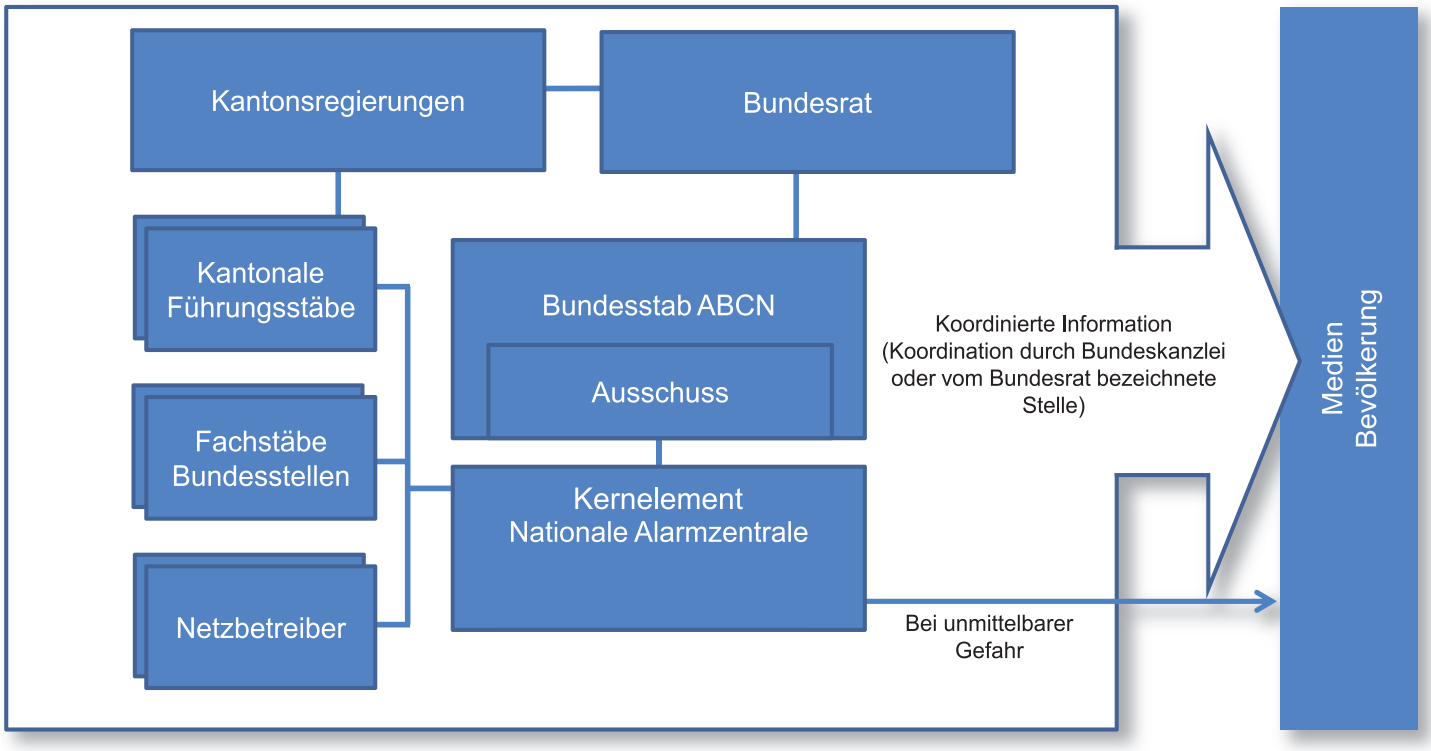
Ein Ausschuss, bestehend aus den Direktoren der Bundesämter für Bevölkerungsschutz, Gesundheit, Veterinärwesen, Energie und Umwelt und dem Chef des Führungsstabs der Armee sowie dem Bundesratssprecher und einem Vertreter der Konferenz der Kantone, bereitet die Geschäfte des Bundesstabes vor und entscheidet im Ereignisfall über die konkrete Zusammensetzung und den Vorsitz.

In der Einsatzvorsorge koordiniert der Bundesstab ABCN die Erarbeitung von Einsatzgrundlagen und Ausbildungen zur Bewältigung von ABCN-Ereignissen.

Die Nationale Alarmzentrale, als Kernelement des Bundesstabs, ist im Ereignisfall für eine rasche Information und ein Aufgebot des Bundesstabs verantwortlich. Sie sorgt für eine kontinuierliche Information des Bundesstabs betreffend die Gesamtlage und die Lage in den verschiedenen Bereichen (sogenannte Fachlagen), die von verschiedenen Bundesstellen und Fachgremien erarbeitet und via NAZ dem Bundesstab zur Verfügung gestellt werden.

© by FKS: 04/2014

Einsatzorganisation bei ABCN-Ereignissen von nationaler Tragweite



© by FKS: 04/2014

7.1.2 | Einsatzmittel Bund

Das in diesem Kapitel vorgestellte Material entspricht nicht einer vollständigen Liste der verfügbaren Bundesmittel. Es sind nicht alle Wechselladebehälter abgebildet, und es fehlen insbesondere die Mittel der ABC-Abwehr, dessen Auflistung untersagt wurde.

Schweizer Armee

Wechselladebehälter Brandeinsatz „WELAB 6"

Standort: Bremgarten AG (4 Stück)

Standort: Airolo TI (1 Stück)

Eigentümerin: Schweizer Armee

Alarmierung: Einsatzanforderung im Kata-Fall via Kanton – Ter Reg – Fst A (exkl. Spontanhilfe)

Einsatzkräfte: Angehörige der Schweizer Armee

Leistung: Lieferung einer grösseren Wasser- und Schaummenge für den Brandeinsatz. Die Einsatztiefe beträgt für 2 Wasser- / Schaumwerfer à je 4'000 - 5'000 l/Min., mit dem mitgeführten Material, ca. 300 m, die Wurfweite ca. 50 m.

Material: Materialcontainer, mit Material für den Brandeinsatz mit Wasser und Schaum:

- 2 Löschwasserpumpen 83
- 3'000 l Schaumextrakt (AFFF / ATC FC 602 Plus, Stand 2011)
- 2 Wasser- / Schaumwerfer (je 5'000 l/Min.)
- 4 Kombi-Schaumrohre KRSM 4 (je 400 l/Min.)
- 6 Grossstrahlrohre MACH 3, Storz 75 mm (je 190 - 1'350 l/Min.)
- 160 m Schlauchleitung Storz 75 mm (8 x 20 m)
- 700 m Schlauchleitung Storz 110 mm (20 x 35 m)
- 2 Schadenplatzbeleuchtungen (je 1'000 W)
- 2 Wasserbecken 10 m^3 für Schaumnachschub mit Abdeckung
- 6 Fasspumpen für Schaumextrakt (mit je 180 cm Saugrohr)

Wechselladebehälter Schaumreserve „WELAB 6A"

Standort: Bremgarten AG (2 Stück)

Standort: Airolo TI (1 Stück)

Material:

- Schaumreserve mit 6'000 l Schaumextrakt (AFFF / ATC FC 602 Plus, Stand 2011)

© by FKS: 04/2014

Schweizer Armee

Wechselladebehälter Umweltschutz „WELAB 8"

Standort: Bremgarten AG (2 Stück)

Standort: Airolo TI (1 Stück)

Eigentümerin: Schweizer Armee

Alarmierung: Einsatzanforderung im Kata-Fall via Kanton – Ter Reg – Fst A (exkl. Spontanhilfe)

Einsatzkräfte: Angehörige der Schweizer Armee

Leistung: Einsatz bei grösseren Gewässerverschmutzungen, in der Regel in Verbindung mit Feuerwehren mit Ölwehrausrüstungen:

- Aufnehmen schwimmender gefährlicher Stoffe, inkl. Zwischenlagerung
- Mit dem mobilen Ölabscheider: Abscheiden von ölverschmutztem Wasser
- Ausstreuen von Ölbindemitteln über grosse Flächen mittels Hilfsmittel der Luftwaffe

Material: Materialcontainer mit Material für den Einsatz bei grösseren Gewässerverschmutzungen:

- 1 Anhänger mit Ölabscheider (Separator)
- 1 Mopmatic-Wringer für Einsatz Ölmagnetkordel
- 4 x 10 m Ölmagnetkordeln Ø 160 mm
- 5 x 20 m Ölmagnetkordeln Ø 160 mm
- 1 x 40 m Ölmagnetkordel Ø 160 mm
- 7 x 3 m Ölsperren Ø 200 mm (Absorption max. 68 l)
- 1 Schwimmskimmer KAISER, Storz 55 mm
- 1 Skimmerschaufel, Storz 55 mm
- 3 Gefahrengutpumpen DEPA-ELRO
- 2 Fasspumpen LUTZ
- 1 Gefahrgutbecken 50 m³
- 2 Gefahrgutbecken 10 m³
- 1 Motorschlauchboot
- 2 Schadenplatzbeleuchtungen

„Mopmatic-Wringer"

Max. Einsatzdistanz für Ölmagnetbänder ist 180 m, dies entspricht einem Einsatz von ca. 80 m in Gewässern.

© by FKS: 04/2014

Paul Scherrer Institut (PSI)

SU-Bundespikett

Standort: Paul Scherrer Institut (PSI),
5232 Villigen AG

Eigentümerin: Schweizerische Eidgenossenschaft

Alarmierung: Das SU-Bundespikett kann über die NAZ angefordert werden. Die Alarmierung des SU-Bundespiketts erfolgt gemäss Alarmierungsdispositiv der NFO über NFO-Pager und interner Personensuchanlage (Funktelefon).

Das SU-Bundespikett leistet „Bereitschaftsdienst", d.h. die betreffende Person ist während der Normalarbeitszeit am PSI dauernd via SU-Pikettsucher erreichbar. Ausserhalb der Normalarbeitszeit ruft sie, 15 Min. nach der Alarmierung, bei der Sicherheitszentrale des PSI zurück, und innerhalb 1 Std. nach der Alarmierung ist sie auf dem PSI-Areal anwesend.

Einsatzkräfte: Die Mitglieder des SU-Bundespiketts sind erfahrene Strahlenschutzfachspezialisten aus der Sektion Betriebsstrahlenschutz des PSI. Gegenwärtig umfasst das Pikett 11 Strahlenschutztechniker. Im Einsatzfall rückt das Bundespikett mit 2 Einsatzkräften aus.

Leistung: Der SU-Pikettdienst stellt im Rahmen der NFO, die Anwesenheit eines Strahlenschutzfachspezialisten bei Notfällen, im Institut und bei der ZWILAG sowie die Leitung der SU-Unterstützungsgruppe vor Ort, in der Anfangsphase sicher. Nach Aufgebot durch externe Instanzen (z.B. Suva, Polizei, NAZ), beurteilt das Bundespikett die radiologische Situation am Einsatzort und trifft erste Massnahmen. Es leistet die strahlenschutztechnische Unterstützung der externen Einsatzkräfte und übernimmt die strahlenschutztechnische Leitung bei der Bearbeitung des radiologischen Notfalls mit EOR-Charakter. Es gewährleitstet die laufende, mündliche Orientierung und abschliessende, schriftliche Rapportierung auf dem Dienstweg an die NAZ (zur Weitermeldung an die zuständige Kontrollinstanz).

Material: Die meisten externen Einsätze des SU-Piketts werden bei radiologischen Ereignissen mittels des Pikettfahrzeuges „SU-OCTAVIA" durchgeführt. Dieses Fahrzeug ist für alle direkten Messungen (α, β, γ, n) ausgerüstet. Mit geringer Anpassung (Probenerhebung und Luftsammler) kann es, falls notwendig, zu einem zusätzlichen PSI-Messwagen umgewandelt werden.

© by FKS: 04/2014

Spiez (ABC-Zentrum)

Einsatzequipe VBS (EEVBS)

Standort: ABC-Zentrum, 3700 Spiez BE

Eigentümer: Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS)

Alarmierung: Die EEVBS wird über die Nationale Alarmzentrale NAZ alarmiert.

Einsatzkräfte: Rund 70 Berufsleute aus dem LABOR SPIEZ und dem Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee gehören zur EEVBS. Es sind besonders ausgebildete Spezialistinnen und Spezialisten, die meist schon seit vielen Jahren in ihrem Fachgebiet arbeiten.

Leistung: Die zivil-militärische Spezialequipe EEVBS besitzt konzentriertes Fachwissen für Ereignisse oder Drohungen mit Radioaktivität, biologischen und chemischen Kampfstoffen. Sie liefert ABC-Schutz und ABC-Abwehr zur Unterstützung der Einsatzkräfte vor Ort. Sie besitzt modernes Mess- und Schutzmaterial für ABC-Ereignisse. Das Einsatzgebiet der EEVBS umfasst die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein. Erhobene Proben können anschliessend in akkreditierten und zertifizierten Labors analysiert werden. Eine telefonische Beratung ist zudem via Loge des LABOR SPIEZ (Nummer 033 228 14 01) jederzeit möglich. Die EEVBS liefert keine medizinische Fachberatung. Diese Aufgabe übernimmt das Tox-Zentrum (Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum, Tel. 145).

Im Falle eines radiologischen Grossereignisses stehen bis zu 40 Spezialisten der EEVBS zur Verfügung. Die NAZ ist für die Alarmierung und auch die Einsatzkoordination verantwortlich.

Die EEVBS kann innert weniger Stunden:

- die radiologische Lage mit bis zu 4 Radiometrie-Fahrzeugen grossräumig aufklären
- bis zu 6 Mess- und Probenahmeteams einsetzen
- Umweltproben und Personen auf Radioaktivität mit zwei mobilen Labors untersuchen
- in strahlenschutztechnischen Belangen beraten

Für biologische Grossereignisse verfügt die EEVBS über 10 Fachspezialisten der Biologie.

Die EEVBS kann:

- die Einsatzleitung telefonisch oder vor Ort beraten
- ein Probenahmeteam einsetzen (zurzeit noch im Aufbau)

Bei Anschlägen oder Drohungen mit chemischen Kampfstoffen oder giftigen Industriechemikalien sind rund 20 Spezialisten der EEVBS jederzeit einsetzbar.

Die EEVBS kann:

- die Einsatzleitung innert Minuten nach dem Alarm telefonisch beraten
- innert einer Stunde ein Mess- und Probenahmeteam in den Einsatz schicken
- die Einsatzleitung vor Ort beraten
- Antidota für bis zu 500 Nervengift-Opfer auf den Schadenplatz bringen

Material: Die EEVBS verfügt über 16 Einsatzfahrzeuge mit modernem ABC-Schutz-, Mess- und Probenahmematerial.

© by FKS: 04/2014

Schweizer Armee

Forward Looking Infrared (FLIR) und Search and Rescue (SAR)

Standorte: Militärflugplatz Dübendorf ZH / Alpnach OW / Emmen LU etc.

Eigentümerin: Schweizer Armee

Alarmierung: Einsatzzentrale der zuständigen Kantonspolizei (117)

Einsatzkräfte: Spezialisten der Luftwaffe und Fliegende Einsatzleiter der Polizei

Leistung: Der SAR-Helikopter, betrieben durch die Luftwaffe, kann bei grossen Ereignissen subsidiär durch die Kantone zur Unterstützung angefordert werden. Die Stärken des FLIR liegen im Tageszeit unabhängigen Auffinden von Wärmequellen (z.B. Glutnester, Vermisste etc.). Eine Ölausbreitung auf Gewässern kann ebenfalls mit dem FLIR visualisiert werden. Zudem können Bilder von Schadensgebieten in Echtzeit Krisenstäben zur Lagebeurteilung übermittelt werden.

Material: Der SAR-Helikopter verfügt über eine hochwertige Wärmebild- und Videokamera

Nationale Alarmzentrale

Aeroradiometrie-Helikopter

Standort: Der Einbau des Messgeräts in einen Super Puma Helikopter erfolgt in Dübendorf ZH

Eigentümerin: Nationale Alarmzentrale (Helikopter: Schweizer Armee)

Alarmierung: Über Nationale Alarmzentrale NAZ

Einsatzkräfte: 2 Piloten und 2 Operatoren an Bord

Leistung: Bei einem Messeinsatz bauen Fachspezialisten hoch sensible Radioaktivitätsmessgeräte innert rund zwei Stunden in einen Super Puma Helikopter der Armee ein. Im Tiefflug, nur 90 m über Grund, wird danach das Gelände vermessen. Zur Erstellung einer lückenlosen Radioaktivitätskarte fliegt der Helikopter in parallelen Bahnen von 250 m Abstand. Das Messverfahren der Aeroradiometrie wird aber nicht nur zur Kartierung von möglicherweise radioaktiv kontaminierten Flächen eingesetzt, sondern auch zur Suche nach allfällig verlorenen radioaktiven Quellen. Bei all diesen Einsatzmöglichkeiten beschränkt sich die Messung nicht nur auf die eigentliche Dosisleistung (Intensität), sondern sie erlaubt, dank einer nuklidspezifischen Identifikation, auch Aussagen über Art und mögliche Herkunft der Radioaktivität.

Material: 16 l Natrium-Iodid Kristalldetektor, montiert in Super Puma Helikopter

© by FKS: 04/2014

Schweizer Armee

Wechselladebehälter Seuchenbekämpfung

Standort: Raum Schönbühl BE (12 Stück)

Eigentümerin: Schweizer Armee

Alarmierung: Einsatzanforderung im Tierseuchenfall via Kanton - Ter Reg - Fst A (exkl. Spontanhilfe)

Einsatzkräfte: Angehörige der Schweizer Armee

Leistung: Absperrung, Reinigung und Desinfektion eines verseuchten Tierhaltungsbetriebes (Schadenplatz Tierseuche).

Material: Container Seuchenbekämpfungssortiment, Stromerzeugungsaggregate, Schadenplatzbeleuchtung und Werkzeug für die Reinigung und Desinfektion in der Seuchenbekämpfung.

Seuchenbekämpfungssortiment:

- 2 Hochdruckreiniger KAERCHER HDS 798 CSX ECO, für Warm- und Kaltreinigung
- 1 Hochdruckreiniger KAERCHER HD 7/18-4 MX PLUS, für Kaltreinigung
- 2 Rückensprühgeräte 10L
- 6 Wannen 840X570X400MM Kunststoff / 2 Fässer 110L d430/515X725MM Kunststoff
- Sortiment Besen, Schaufeln, Bodenschrubber, Giesskannen und Zubehör
- Sortiment Absperrmaterial
- Sortiment Beleuchtung / Stromversorgung
- Sortiment Werkzeug / Kehricht
- Sortiment Schutz / Reinigung
- Sortiment Schleuse / Verkehr

2 Stromerzeugungsaggregate 12KVA, 400/230V
1 Stromerzeugungsaggregat 2,5KVA, 230V
1 Sortiment Schadenplatzbeleuchtung
1 Werkzeugsortiment Holz
1 Nass- und Trockensauger KAERCHER NT 361 ECO,
1 Sortiment Wasserversorgung

© by FKS: 04/2014

7.2 | Kantonsmittel

In diesem Kapitel werden Spezialmittel vorgestellt, die überregional eingesetzt werden können und bis zur Drucklegung gemeldet wurden.

Thurgau (Kreuzlingen)

Mobiler Ölabscheider

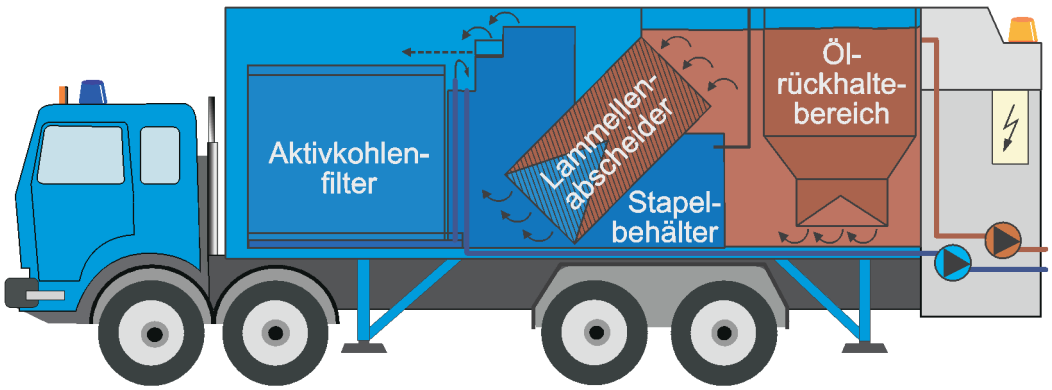
Standort: Seepolizei Kreuzlingen

Eigentümer: Amt für Umwelt,
Kanton Thurgau

Alarmierung: Einsatzleitzentrale
Kanton Thurgau

Einsatzkräfte: Kantonspolizei / Seepolizei
Kanton Thurgau

Leistung: Die fahrende Kläranlage dient in erster Linie der Reinigung von Wasser, das mit einem Medium, das ein spezifisches Gewicht kleiner als 1 (Öl / Benzin) hat, verunreinigt ist. Bei grösseren Mengen an gelösten Schadstoffen, z.B. chlorierte Lösungsmittel (CKW), können diese über eine weitere Stufe, in einem Aktivkohlefilter, entsorgt werden. Durchsatz im 24-Std.-Betrieb: ca. 20 l/Sek. (mit Aktivkohle ca. 12 l/Sek.).



Material: Fahrzeug: Mercedes LKW
Leergewicht ca. 27 t
Betriebsgewicht 65 t

© by FKS: 04/2014

Zürich (Flughafen Zürich)

Strahlenwehr-Messwagen

Standort: Flughafen Zürich

Eigentümerin: Gebäudeversicherung Kanton Zürich

Alarmierung: Einsatzleitzentrale Kanton Zürich

Einsatzkräfte: 1 Strahlenschutzoffizier und 4 Strahlenschutzspürer von Schutz & Rettung Zürich

Leistung: Ausmessen von Gebieten, Personen etc., Lieferung der Messdaten

Material: Fahrzeug: Mercedes Sprinter, inkl. persönlicher Schutzausrüstung, Probenahmematerial sowie zahlreicher Messgeräte (Dosimeter, Dosisleistungsmessgeräte mit Teletektorsonden und Wischtestsonden, Nuklididentifizierer, Flächenmessgeräte für Alpha- / Beta- und Gamma-Strahlen).

Zürich (Winterthur)

Dekontaminationsmaterial Kanton Zürich

Standort: Eingelagert bei den Berufsfeuerwehren Winterthur und Zürich

Eigentümerin: Gebäudeversicherung Kanton Zürich

Alarmierung: Einsatzleitzentrale Kanton Zürich

Einsatzkräfte: Angehörige aus verschiedenen Milizstützpunkten sowie Berufsfeuerwehren

Leistung: Fahrzeug- und Raum- / Stalldekontamination sowie Dekontamination bei einem Massenanfall von kontaminierten Personen und/oder Einsatzkräften.

Material: Container mit kleiner Personendekostelle sowie Fahrzeugdekomaterial. Zusätzlicher Container plus Begleitfahrzeug mit insgesamt 2 Nasszellen à je 6 Duschen, 4 Zelten, Heizung, Schutzausrüstung, Ersatzkleider etc.
Kapazitäten: max. 200 gehfähige Personen pro Stunde oder ca. 12 nicht gefähige Personen und ca. 100 gehfähige Personen. Benötigter Platz bei Vollaufbau der grossen Personendekostelle: ca. 25 x 12 m.

© by FKS: 04/2014

Zürich (Flughafen Zürich)

Umpumppikett Kanton Zürich

Standort: Flughafen Zürich

Eigentümerin: Gebäudeversicherung Kanton Zürich mit Beteiligung Diverser

Alarmierung: Einsatzleitzentrale Kanton Zürich

Einsatzkräfte: Das Pikett setzt sich hauptsächlich aus Angehörigen von verschiedenen Milizstützpunkten, Berufsfeuerwehren sowie Betriebsfeuerwehren aus dem Kanton Zürich zusammen. Hinzu kommen Spezialisten der SBB und ausserkantonale Experten.

Leistung: Das Umpumppikett kann aufgeboten werden, um grosse Mengen an Flüssiggasen, wie Ammoniak, Butan, Buten, Isobuten, Propylen, Propan und Ethylenoxid, umzupumpen. Zusätzlich können Säuren, Basen, Treibstoffe, Lösungsmittel sowie weitere flüssige Stoffe in grossen Mengen umgepumpt werden.

Material: Das Pikett verfügt über einen Materialtransporter, inkl. Schutzkleidung, Messgeräten und weiterer Infrastruktur, sowie über einen Wechsellader, der situationsbedingt, mit dem Container „Flüssiggas" oder mit dem Container „Flüssigkeiten" ausrückt. Für die Stromversorgung wird mit dem Materialtransporter ein Generatoranhänger mitgeführt, der eine Leistung von 72 kVA erbringt.

St. Gallen, Basel-Landschaft, Appenzell IR, Zürich, Aargau, Schwyz

Helikopter-Support Bevölkerungsschutz

Standort: Militärflugplatz Dübendorf ZH

Halterin / Operatorin: Kantonspolizei Zürich

Alarmierung: Einsatzzentrale Kantonspolizei Zürich (044 247 29 03)

Einsatzkräfte: Einsatzleiter bzw. Spezialisten des Bevölkerungsschutzes aus den Kantonen SG, BL, AR, ZH, AG, SZ

Leistung: In erster Linie eignet sich der Helikopter für Operationen wie Suche nach Personen, Aufklärung, Lagebeurteilung und Dokumentation, insbesondere der Fotodokumentation von Ausbreitungen.

Material: Kommunikationsmittel, Fotokamera

© by FKS: 04/2014

Aargau (Brenntag Schweizerhall AG)

Bergebehälter für Druckbehälter (gross)

Standort: Brenntag Schweizerhall AG
Zürcherstrasse 42
5330 Zurzach

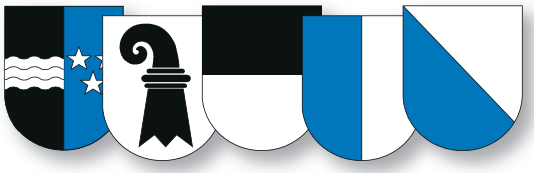
Eigentümerin: Brenntag Schweizerhall AG
5330 Zurzach

Alarmierung: Via kantonale Feuerwehr-Alarmstelle Aargau

Einsatzkräfte: Keine

Verwendung: Mobiler Bergebehälter für Chlor-Rolltank bis 1'000 kg Inhalt

Material: Leergewicht: ca. 1'000 kg
Länge: 3,00 m; Breite: 1,20 m (auf Palette); Innenmass: 2,10 m x 0,90 m
Bedienung mit Kranwagen oder Stapler
Transport mit LKW (leer = kein Gefahrgut; voll = Gefahrgut)



Aargau, Basel-Stadt, Freiburg, Luzern, Zürich

Bergebehälter für Druckbehälter (klein)

Beispiel Bergebehälter der Firma Pangas, LU

Standorte: Chemia Brugg AG
Chemiewehr IFRB BS
(Industrie Feuerwehr Region Basel)
Carbagas, Domdidier FR
Pangas, Dagmersellen LU
Berufsfeuerwehr Winterthur ZH

Eigentümer: Diverse

Alarmierung: Via kantonale Alarmstelle

Verwendung: Transport von defekten Druckgasflaschen (alle Produkte Klasse 2, ausgenommen Acetylen)

Material: Mobiler Bergebehälter für Druckgasflaschen 30 kg bis 300 bar

© by FKS: 04/2014

Kanton Aargau

ABC-Dekontamination

Standort: Aus einsatztaktischen Gründen ist das Material an zwei verschiedenen Standorten im Kanton Aargau stationiert.

Eigentümer: Kanton Aargau (KKE*)

Alarmierung: Kantonale Notrufzentrale Aargau (Notruf 118, 117 und 144)

Einsatzkräfte: Die Stützpunkt- und Chemiewehren unterstützen das KKE

Leistung: Bei einem Massenanfall von kontaminierten Personen – d.h. ab 5 kontaminierten Personen – und/oder Einsatzkräften wird die Personendekontamination ab 5 Personen aufgeboten. Die Grob- und Feindekontamination inkl. Triage von verletzten Personen, kann modular eingesetzt und erweitert werden. Dank zwei unabhängig, identisch eingerichteter Dekontaminationsstellen können die betroffenen Personen im Schadengebiet sowie die Selbsteinweiser im nächsten Spital behandelt werden.

Material: Beide Dekontaminationsanhänger verfügen über folgendes, identisches Material:

DEKO-Zelt, inkl. Duschen (6 x 8 m), DEKO-Zelt, inkl. Dusche für Einsatzkräfte, Rückhaltebecken mit Tauchpumpen, Schutzausrüstungen mit Messgeräten, Heizung, Beleuchtung, Ersatzkleider für Kinder und Erwachsene etc.

Zusätzlich stehen 4 mobile Sanitäts-Hilfsstellen (Kapazität: total 200 Personen), 2 Sanitäts-Behandlungscontainer, Notstromgeneratoren, Treibstoffbehälter 500 l. etc. zur Verfügung.

Kapazitäten Mob Dekostellen:
2 x 50 gehfähige Personen pro Stunde, Platzbedarf Mob Dekostellen: 400 m² (z.B. 20 x 20 m)

* Kantonales Katastrophen Einsatzelement (KKE) ist die kantonale Zivilschutzorganisation mit Spezialaufgaben. Diese ist direkt dem Regierungsrat resp. dem Chef Kantonaler Führungsstab Aargau (KFS) unterstellt.

© by FKS: 04/2014

Kanton Zug

Tierseuchenbekämpfungsmaterial des VetD ZG und der Urschweiz

Anhänger Tierseuche „Tötung"

Standort: ZSO Kanton Zug

Eigentümer: VetD ZG und Urschweiz

Alarmierung: Via kantonale Alarmstelle

Material: Material für Tötung im Seuchenfall, u.a. Betäubungszange für Schweine und Rinder etc.

Anhänger Tierseuche „Desinfektion"

Standort: ZSO Kanton Zug

Eigentümer: VetD ZG und Urschweiz

Alarmierung: Via kantonale Alarmstelle

Material: Material für die Desinfektion nach einem Seuchenfall, u.a. Hochdruckreiniger, Schutzanzüge, Desinfektionsmittel etc.

© by FKS: 04/2014

Notizen

© by FKS: 04/2014

8 | Abkürzungen / Glossar

8.1 | Abkürzungen deutsch *(französisch)*

Abkürzung	deutsch	Abrévation	français
"	Zoll (Masseinheit)	"	Pouce (unité de mesure)
%	Prozent	%	Pourcent
°C	**Grad C**elsius	°C	Degré Celsius
Ω	**O**hm	Ω	Ohm
A	**A**ktivität	A	**A**ctivité
AAAA-Regel	**A**temschutz tragen, **A**bstand halten, **A**ufenthaltszeit kurz halten, **A**bschirmung / Deckung nutzen	PPPP	**P**rotection respiratoire, **P**résence temporelle réduite, **P**rendre ses distances, **P**rotection, place à couvert
ABC	**a**tomar, **b**iologisch und **c**hemisch	ABC	**A**tomique, **b**iologique, **c**himique
ABC(D)	**A**irways, **B**reathing, **C**irculation (**D**efibrillation)	ABC(D)	**A**irways, **B**reathing, **C**irculation (**D**efibrillation)
AdF	**A**ngehörige der **F**euerwehr	SP	**S**apeurs **p**ompiers
ADR (SDR)	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse	ADR	L'**A**ccord européen relatif au transport international des marchandises **d**angereuses par **r**oute
AEGL	**A**cute **E**xposure **G**uideline **L**evels	AEGL	**A**cute **E**xposure **G**uideline **L**evels
AFFF	**A**queous **F**ilm **F**orming **F**oam (wasserfilmbildendes Schaummittel)	AFFF	**A**queous **F**ilm **F**orming **F**oam
AGW	**A**rbeitsplatz**g**renz**w**ert	AGW	**A**rbeitsplatz**g**renz**w**ert (valeur limite au poste de travail)
ARA	**A**bwasser**r**einigungs**a**nlage	STEP	**St**ation d'**ép**uration
ASTRA	Bundes**a**mt für Strassen, Hauptabteilung **Stra**ssenverkehr, Sektion Spezialtransporte (zuständig für gefährliche Güter im Strassenverkehr)	OFROU	**O**ffice **f**édéral des **rou**tes
ATEX	**A**tmosphère **E**xplosive	ATEX	**At**mosphère **Ex**plosive
BABS	**B**undes**a**mt für **B**evölkerungs**s**chutz	OFPP	**O**ffice **f**édéral de la **p**rotection de la **p**opulation
BAFU	**B**undes**a**mt für **U**mwelt	OFE	**O**ffice **f**édéral de l'**e**nvironnement
BAG	**B**undes**a**mt für **G**esundheit	OFSP	**O**ffice **f**édéral de la **s**anté **p**ublique
BAV	**B**undesamt für **V**erkehr, Sektion Sicherheitstechnik und Normen (zuständig für gefährliche Güter im Eisenbahnverkehr RID / SDR)	OFT	**O**ffice **f**édéral des **t**ransports
BFB	**B**-**F**ach**b**eratung	spéc B	**spéc**ialistes du domaine **B**
BFE	**B**undesamt **f**ür **E**nergie	OFEN	**O**ffice **f**édéral de l'**én**ergie
BGS	VeVA-**B**egleit**s**chein		document de suivi OMoD
BIA	**B**erufsgenossenschaftliches **I**nstitut für **A**rbeitssicherheit		Institut de sécurité du travail (Allemagne)
BLEVE	**B**oiling **l**iquid **e**xpanding **v**apour explosion (Behälterexplosion als Folge der Dampfausdehnung)	BLEVE	**B**oiling **l**iquid **e**xpanding **v**apour **e**xplosion (l'ébullition-explosion - les gaz liquéfiés sous pression présentent un risque important en cas de rupture du réservoir)
BLS	**B**asic-**L**ife-**S**upport	BLS	**B**asic-**L**ife-**S**upport
BLW	**B**undesamt für **L**and**w**irtschaft	OFAG	**O**ffice **f**édéral de l'**ag**riculture
BLZ	**B**etriebsleit**z**entrale	BLZ	centre de gestion du trafic

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
Bq	**Bec**querel
Bq/kg	**Bec**querel pro **K**ilogramm (Aktivität pro Masse)
Bq/m^3	**B**ecquerel pro **Kubikm**eter (Ativität pro Volumen)
BS-FW-ESP	**B**rand**s**chutz- und **F**euer**w**ehrein**s**atz**p**lan
BSO	**B**iosafety **O**fficer, Biosicherheits-Beauftragter
BST ABCN	**Bundesst**ab für erhöhte Radioaktivität, **b**iologische oder **c**hemische Schaden-ereignisse sowie **N**aturereignisse
BVET	**B**undesamt für **V**eterinärwesen
BWL	**B**undesamt für **w**irtschaftliche **L**andesversorgung
bzw.	**b**eziehungs**w**eise
ca.	**c**irc**a**
CAFS	**C**ompressed **A**ir **F**oam **S**ystem, Druckluftschaum erzeugende Anlage
CAS-Nr.	**C**hemical **A**bstracts **S**ervice Registry **N**umber
CE	**C**onformité **E**uropéenne
CEFIC	European Chemical Industry Council (Verband der Europäischen chemischen Industrie)
CFB	**C**hemie**f**ach**b**eratung
Ci	**Cu**rie
CIS-Nr.	**C**argo-**I**nformation-**S**ystem-**N**ummer
CKW	**C**hlor**k**ohlen**w**asserstoffe
cm	Zentimeter
CMR	**C**arcinogenic, **M**utagenic and toxic to **R**eproduction
CNG	**C**ompressed **N**atural **G**as
CNG 97	**C**-**N**achweis**g**erät **97**
CO	Kohlenmonoxid
CO2	Kohlendioxid
Co-60	**Co**balt-60
CSA	**C**hemie**s**chutz**a**nzug
d.h.	**d**as **h**eisst
Deko	**Deko**ntamination
DL	**D**osis**l**eistung
DMK	**D**osis**m**assnahmen**k**onzept

Abrévation	français
Bq	**Bec**querel
Bq/kg	**Bec**querel par **K**ilo**g**ramme (Activité par unité de masse)
Bq/m^3	**Bec**querel par **mètre cube** (Activité par unité de volume)
	Protection incendie et plans d'interventions
BSO	**B**io**s**afety **O**fficer, délégué à la sécurité biologique
EMF ABCN	**E**tat-**M**ajor **F**édéral en cas d'évènements de type **A**tomiques, **B**iologiques, **C**himiques et d'évènements **N**aturels
OVF	**O**ffice **v**étérinaire **f**édéral
OFAE	**O**ffice **f**édéral de l'**a**pprovisionn**e**ment du pays
resp.	**resp**ectivement
env.	**env**iron
CAFS	**C**ompressed **A**ir **F**oam **S**ystem, Système de mousse à air comprimé
No CAS	**N**umér**o** d'enregistrement auprès de la banque de données de **C**hemical **A**bstracts **S**ervice
CE	**C**onformité **E**uropéenne
CEFIC	Le **C**onseil **e**uropéen des **i**ndustries **c**himiques
spéc C	**spéc**ialistes du domaine **C**
Ci	**Cu**rie
CIS-No	**C**argo-**I**nformations-**S**ystem, **numéro**
HCC	**h**ydro**c**arbures **c**hlorés
cm	**Cent**i**m**ètre
CMR	**C**arcinogenic, **M**utagenic and toxic to **R**eproduction
CNG	**C**ompressed **N**atural **G**as
ADC 97	**A**ppareil de **d**étection **C 97**
CO	Monoxyde de carbone
CO2	Dioxyde de carbone, gaz carbonique, voire anhydride carbonique
Co-60	**Co**balt-**60**
	Tenue de protection chimique
c.à.d	**C'**est-**à**-**d**ire
Deco	**Déco**ntamination
	Débit de dose
CMD	**C**oncept des **m**esures à prendre en fonction des **d**oses

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
DN	**D**iamètre **N**ominal, Nenndurchmesser (Angaben in mm)
DRM	**D**ruck**r**eduzier- und/oder **M**essstation
DTPA	**D**iethylen**t**riamin**p**entaacetic**a**cid
DV	**D**irektion für **V**ölkerrecht
EDTA	**E**thylen**d**iamin**t**etraacid (Binden eines Isotops bei Inkorporation)
EEVBS	**E**insatz**e**quipe **VBS** "Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport"
EI	Raumabschluss und Isolation
EL	**E**insatz**l**eiter
ELZ	**E**insatz**l**eit**z**entrale
EN	**E**uropäische **N**orm
EnDK	Konferenz Kantonaler **En**egie**d**irek**t**oren
engl.	**Engl**isch
ENSI	**E**idgenössisches **N**uklearsicherheits-**I**nspektorat
EOR	**E**insatz**o**rganisation bei erhöhter **R**adioaktivität
EPS	**e**xtrudiertes **P**olystyrol
ERI-Cards	**E**mergency **R**esponse **I**ntervention **C**ards
ERPG	**E**mergency **R**esponse **P**lanning **G**uidelines
etc.	**et c**etera
ETW	**E**insa**t**ztoleranz**w**ert
EU	**E**uropäische **U**nion
EUH-Sätze	ergänzende Gefahrenmerkmale und Kennzeichnungselemente – nur gültig innerhalb der EU
Ex	**Ex**plosion
Fedpol	Bundesamt für Polizei
FFP (1-3)	**F**iltering **F**acepieces (filtrierende Halbmaske), Stufe 1 - 3
FKS	**F**euerwehr**k**oordination **S**chweiz
FSA	**F**ilter**s**chutz**a**nzug
FST A	**F**ührungs**st**ab der **A**rmee
FW	**F**euer**w**ehr

Abrévation	français
DN	**D**iamètre **N**ominal (donné en mm)
RPM	Station de **r**éduction de **p**ression et de co**m**ptage
DTPA	**d**iéthylène **t**riamine **p**enta **a**cétate
DDIP	**D**irection du **d**roit **i**nternational **p**ublic
EDTA	acide **é**thylène **d**iamine **t**étra**a**cétique
GIDDPS	**g**roupe d'**i**ntervention du D**DPS**
EI	**E**tanchéité / **I**solation thermique
C intv	**C**hef d'**int**er**v**ention
cen dir intv	**cen**trale de **dir**ection d'**int**er**v**ention
EN	Norme de l'Union Européenne
CDCE	**C**onférence des **d**irecteurs **c**antonaux de l'**é**nergie
ang.	**ang**lais
IFSN	**I**nspection **f**éderale de la **s**écurité **n**ucléaire
OROIR	**Or**ganisati**o**n d'**i**ntervention en cas d'augmentation de la **r**adioactivité
	Polystyrène extrudé
ERI cartes d'urgences	cartes pour l'intervention en situation
ERPG	**E**mergency **R**esponse **P**lanning **G**uidelines
etc.	**et c**etera
ETW	**E**insa**t**zto**l**eranz**w**ert (valeur de tolérence en intervention)
UE	**U**nion **e**uropéenne
phrases EUH	informations additionnelles avec de nouveaux mots indiquant la gravité du risque uniquement valable au sein de l'UE
Ex	**ex**plosion
Fedpol	Office **féd**éral de la **pol**ice
FFP (1-3)	**F**iltering **F**ace**p**ieces (masque de protection respiratoire)
CSSP	**C**oordination **S**uisse des **S**apeurs-**P**ompiers
FSA60	Tenue de décontamination en millieu hospitalier
EM cond A	**É**tat-**m**ajor de **cond**uite de l'**a**rmée
SP	**S**apeurs-**p**ompiers

© by FKS: 04/2014

FKS CSSP CSP

Abkürzung	deutsch
FZM	**F**aser-**Z**ement-**M**örtel (Ummantelung bei Rohren)
G	**G**ramm
GAMS	**G**efahr erkennen, **A**bsperren, **M**enschen / Tiere retten, **S**pezialkräfte aufbieten
GDK	Schweizerische **K**onferenz der kantonalen **G**esundheits**d**irektorinnen und -**d**irektoren
GEP	**G**enerelle **E**ntwässerungsplanung
GESTIS	**Ge**fahr**st**off**i**nformations**s**ystem
Gew.-%	**G**ewichts-**Prozent**
GGBV	**G**efahr**g**ut**b**eauftragten**v**erordnung
GHS	**G**lobally **H**armonized **S**ystem of Classification and Labelling of Chemicals (System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)
GPS	**G**lobal **P**ositioning **S**ystem
GSW	**G**eruchs**s**chwellen**w**ert
GVO	**g**entechnisch **v**eränderte **O**rganismen
GVZ	**G**ebäude**v**ersicherung Kanton **Z**ürich
h	Stunde(n)
H_2S	Schwefelwasserstoff
Hazchem-Code	**Haz**ardous **Chem**icals **Code**
HAZMAT	**Haz**ardous **Mat**erials (Gefahrgut / Gefahrstoff)
HE	**H**ochwasser**e**ntlastung
HIV	**H**umanes **I**mmundefizienz-**V**irus (engl. Human immunodeficiency virus)
H-Sätze	Gefahrenhinweis (engl. **H**azard Statement)
IAEA	**I**nternational **A**tomic **E**nergy **A**gency (Internationale Atomenergie-Organisation)
IBC	**I**ntermediate **B**ulk **C**ontainer
ICAO	**I**nternational **C**ivil **A**viation **O**rganization
ICARO	**I**nformation **C**atastrophe **A**larme **R**adio **O**rganisation
IDLH	**I**mmediately **D**angerous to **L**ife and **H**ealth (unmittelbar gefährlich für Leben und Gesundheit)

Abrévation	français
FZM	Fibrociment
G	**g**ramme
IASI	Identifier le danger, Assurer, former les zones, Sauver les personnes et les animaux, Impliquer les spécialistes
CDS	**C**onférence des **d**irecteurs cantonaux de la **s**anté
PGEE	**P**lan **g**énéral d'**é**vacuation des **e**aux
GESTIS	**Ge**fahr**st**off**i**nformation**s**system
% m	Pourcentage massique, ex. 1 g pour 100 g
OCS	**O**rdonnance sur les **c**onseillers à la **s**écurité
GHS	**G**lobally **H**armonized **S**ystem (Système Général Harmonisé)
GPS	**G**lobal **P**ositioning **S**ystem
SDO	**s**euil de **d**étection **o**lfactif
OGM	Organisme génétiquement modifié
ECA ZH	**E**tablissement **C**antonal d'**A**ssurance, Zurich
H	**h**eure
H_2S	**H**ydrogène **s**ulfuré
Hazchem-Code	**Haz**ardous **Chem**icals **Code**
HAZMAT	**haz**ardous **mat**erials (produits dangereux)
DO	**D**éversoir d'**o**rage
SIDA	**S**yndrome d'**i**mmuno**d**éficience **a**cquise
Phrases H	Mentions de danger (ang. **H**azard **S**tatement)
AIEA	**A**gence **i**nternationale de l'**é**nergie **a**tomique
ICAO	**I**nternational **C**ivil **A**viation **O**rganization
ICARO	Dispositif ICARO (**I**nformation **C**atastrophe **A**larme **R**adio **O**rganisation)
IDLH	**I**mmediately **D**angerous to **L**ife and **H**ealth (danger immédiat pour la vie et la santé)

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
IEC / CENELEC	**I**nternational **E**lec**t**rotechnical Commission / **C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation **Élec**trotechnique
IES	**I**nformations- und **E**insatz-**S**ystem
IGS	Informationssystem für gefährliche Stoffe
IK	**I**nstanzen-**K**onferenz (FKS)
INES	**I**nternational **N**uclear **E**vent **S**cale (Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse)
inkl.	**inkl**usive
Ips	**I**mpuls **p**ro **S**ekunde (oder s-1)
IR	**I**nfra**r**ot
ISO	**I**nternational **O**rganization for **S**tandardization (Internationale Organisation für Normung)
IVR	**I**nter**v**erband für **R**ettungswesen
J	**J**oule
KAMIR	**Kam**pfmittelbeseitigung und **Mi**nenräumung
Kat.	**Kat**egorie
Kata	**Kata**strophe
KdK	**K**onferenz **d**er **K**antonsregierungen
Kdt	**K**omman**d**an**t**
kg	**K**ilo**g**ramm
KKJPD	**K**onferenz der **K**antonalen **J**ustiz- und **P**olizei**d**irektoren und -**d**irektorinnen
KKW	**K**ern**k**raft**w**erk
Km	**K**ilo**m**eter
KNP	**K**ampfstoff**n**achweis**p**apier
KomABC	Eidgenössische **Kom**mission für **ABC**-Schutz
KOVE	**Ko**ordination des **V**erkehrswesens im **E**reignisfall
KSD	**K**oordinierter **S**anitäts**d**ienst
KVA	**K**ehricht**v**erbrennungs**a**nlage
KVVV	**K**ontrolle auf **V**erätzung, **V**ergiftung und **V**erbrennung
L	**L**iter
l/Min.	**L**iter pro **Minute**
LA	**L**imite d'**a**utorisation (Bewilligungsgrenze)

Abrévation	français
IEC / CENELEC	**I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission / **C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation **Elec**trotechnique
SII	**S**ytème d'**i**nformation d'**i**ntervention
IGS	Système d'Information sur les matières dangereuses
CI	**C**onférence des **I**nstances (CSSP)
INES	**I**nternational **N**uclear **E**vent **S**cale (Echelle internationale des événements nucléaires)
incl.	**incl**us
Ips	**I**mpulsions **p**ar **s**econde (ou s-1)
IR	**I**nfra**r**ouge
ISO	**I**nternational **O**rganization for **S**tandardization (organisation internationale de normalisation)
IAS	**I**nter**a**ssociation de **s**auvetage
J	**J**oule
NBC - DEMUNEX	Centre de compétence **NBC - DEMUNEX**
Cat.	**Cat**égorie
	Catastrophe
CdC	Conférence des gouvernements cantonaux
Cdt	**c**omman**d**an**t**
Kg	**k**ilo**g**ramme
CCDJP	**C**onférence des **d**irecteurs **c**antonaux de **j**ustice et **p**olice
CN	**C**entrale **n**ucléaire
Km	**k**ilo**m**ètre
PDT	**p**apier de **d**étection des agents **t**oxiques
comABC	**Com**mission fédérale pour la protection **ABC**
CTE	**C**oordination des **t**ransports en cas d'**é**vénement
SSC	**S**ervice **s**anitaire **c**oordonné
UIOM	**u**sine d'**i**ncinération des **o**rdures **m**énagères
CIIB	**c**ontrôle **i**rritations, **i**ntoxication, **b**rûlures
L	**l**itre
l/min	**L**itres par **min**ute
LA	**L**imite d'**a**utorisation

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
lat.	**lat**einisch
LATIN	Feuerwehrinspektoren Westschweiz und Tessin
LC	**L**ethal **C**oncentration (tödliche Dosis)
LFA	**L**ateral-**F**low **A**ssays
LKW	**L**ast**k**raft**w**agen
LNG	**L**iquefied **N**atural **G**as (verflüssigtes Erdgas)
LPG	**L**iquefied **P**etroleum **G**as (Flüssiggas)
LSA	**L**ow **S**pecific **A**ctivity
LVA	**L**isten zum **V**erkehr mit **A**bfällen
m	**M**eter
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
MADUK	Messstellen im Umreis der AKW (Ortsdosisleistung)
MAK	**m**aximale **A**rbeitsplatz**k**onzentration
max.	**Max**imum, maximal
MET	**M**odell für **E**ffekte mit **t**oxischen Gasen
Meteo Schweiz	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
Min.	**Min**ute(n)
mind.	**Mind**estens
MINOWE	Feuerwehrinspektoren **Mi**ttelland und **No**rd**we**stschweiz
MKS	**M**aul- und **K**lauen**s**euche
Mm	**Mi**lli**m**eter
mSv	**M**illi**s**ie**v**ert
N.A.G.	**n**icht **a**nderweitig **g**enannte Eintragung (Eri-Cards)
N_2	Stickstoff
NaCl	Natriumchlorid (Kochsalz)
NADAM	Messung der Ortsdosisleistung
NAZ	**N**ationale **A**larm**z**entrale
nbb	**n**icht **b**renn**b**ar
NFO	**N**otfall**o**rganisation
NFPA	**N**ational **F**ire **P**rotection **A**ssociation

Abrévation	français
lat.	**lat**in
LATIN	Inspecteurs sapeurs-pompiers de Suisse romande et du Tessin
LC	**L**ethal **C**oncentration (dose mortelle)
LFA	**L**ateral-**F**low **A**ssays (détermination par écoulement latéral d'agents biologiques)
PL	**P**oids **l**ourds (camion)
LNG	**L**iquefied **N**atural **G**as (gaz naturel liquéfié)
LPG	**L**iquefied **P**etroleum **G**as (Gaz de pétrole liquéfié)
LSA	**L**ow **S**pecific **A**ctivity
	Liste pour les mouvements de déchets (OMoD)
M	**m**ètre
m^2	mètre carré
m^3	mètre cube
MADUK	Réseau de mesure pour la surveillance automatique du débit de dose dans l'environnement de centrales nucléaires
VME	**v**aleur **m**oyenne d'**e**xposition
Max	**max**imum
MET	**m**odèle pour **e**ffet de gaz **t**oxiques
Météo suisse	Office fédéral de météorologie et de climatologie
min.	**min**ute
min	**min**imum
MINOWE	Inspecteurs sapeurs-pompiers du Mittelland et du nord-ouest
ESB	**ESB** fièvre aphteuse
mm	**mi**li**m**ètre
mSv	**m**illi**s**ie**v**ert
NSA	**n**on **s**pécifié par **a**illeurs
N_2	azote
NaCl	chlorure de sodium (sel de cuisine)
NADAM	réseau de mesure de la radioactivité (CENAL)
CENAL	**Ce**ntrale **n**ationale d'**al**arme
	ininflammable
	Organisation des secours
NFPA	**N**ational **F**ire **P**rotection **A**ssociation

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
O_2	Sauerstoff
ODL	**O**rts**d**osis**l**eistung
OEG	**O**bere **E**xplosions**g**renze (engl. UEL: upper explosion limit)
Of	**Of**fizier
OSFIK	**O**st**s**chweizer **F**euerwehr**i**nspektoren-**K**onferenz
Ox	**Ox**idation, **ox**idierend
OZD	**O**berz**oll**d**i**rektion
P1-P3	Schutzkategorien von Filtermasken
P620, P650	"Verpackungsvorschrift für den Transport von infektiösem Material (UN 2814, UN 2900, UN 3373)"
PA	**P**ressluft**a**tmer
PAC	**P**rotective **A**ction **C**riteria
PAK / PAH	**p**olyzyklische **a**romatische **K**ohlenwasserstoffe
PE	**P**ol**e**thylen
PEG	**P**olye**g**lycol
PET	**P**olye**t**hylen**t**erephthalat
PLS	**P**atienten**l**eit**s**ystem
POTAK	**Pot**ential**a**usgleichs**k**asten
PP	**P**oly**p**ropylen
ppb	**p**arts **p**er **b**illion
ppm	**p**arts **p**er **m**illion
ppmv	**v**olumenbezogene **ppm**-Angabe
PS	**P**umpen**s**chacht
PSA	**p**ersönliche **S**chutz**a**usrüstung
P-Sätze	Sicherheitshinweis (engl. **P**recautionary Statement)
PSI	**P**aul **S**cherrer **I**nstitut
PTFE	**P**oly**t**etra**f**luor**e**thylen (Teflon)
PVC	**P**oly**v**inyl**c**hlorid
PW	**P**ump**w**erk
R	**R**esistenz
RAD-50/60	Typen von Personendosimetern
RADAIR	Messung der Luftaktivität (A-Wehr)
resp.	**Resp**ektive
RHB	**R**ück**h**alte**b**ecken
RID	Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr

Abrévation	français
O_2	oxygène
DDA	**D**ébit de **d**ose **a**mbiant
LSE	**L**imite **S**upérieure d'**E**xplosivité (angl. UEL: upper explosion limit)
Of	**of**ficier
OSFIK	Inspecteurs sapeurs-pompiers de Suisse orientale
	Oxydation, Oxydant
DGD	**D**irection **g**énérale des **d**ouanes
P1-P3	Catégorie des filtres à particules
P620, P650	Emballages P620 et P650 pour le transport des matières infectieuses (UN 2814, UN 2900, UN 3373)
ARI	**A**ppareil **r**espiratoire **i**solant
PAC	**P**rotective **A**ction **C**riteria
HAP	**H**ydrocarbures **A**romatiques **P**olycycliques
PE	**P**oly**é**thylène
PEG	**p**oly**é**thylène **g**lycol
PET	**P**oly**é**thylène **T**étraphtalate
SAP	**S**ystème d'**a**cheminement de **p**atients
POTAK	Caisse d'équilibrage du potentiel
PP	**P**oly**p**ropylène
ppb	**p**artie **p**ar **b**illion (10-9)
ppm	**p**artie **p**ar **m**illion (10-6)
ppmv	**p**artie **p**ar **m**illion **v**olumique (10-6)
	Puisard
EPI	**E**quipements de **p**rotection **i**ndividuelle
Phrases P	Conseils de prudence (engl. **P**recautionary Statement)
PSI	**I**nstitut **P**aul **S**cherrer
PTFE	**P**olyte**t**ra**f**luoro**é**thylène (Teflon)
PVC	Chlorure de polyvinyle
	Station de pompage
R	**R**ésistance
RAD-50/60	Types de dosimètres personnels
RADAIR	**R**éseau **A**utomatique de **D**étection dans l'**A**ir d'**I**mmission **R**adioactive
resp.	**resp**ectivement
BR	**B**assin de **r**étention
RID	**R**èglement concernent le transport **i**nternational ferroviaire des marchandises **d**angereuses

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch
RK MZF	**R**egierungs**k**onferenz **M**ilitär, **Z**ivilschutz und **F**euerwehr
RKB	**R**egen**k**lär**b**ecken
RKKF	**R**egierungs**k**onferenz für die **K**oordination des **F**euerwehrwesens
RRB	**R**egen**r**ückhalte**b**ecken
R-Sätze	**R**isiko-**Sätze** (Hinweise auf besondere Gefahren)
RÜB	**R**egen**ü**berlauf**b**ecken
RW	**R**icht**w**ert
s (Sek.)	**S**ekunde(n)
SA	**S**chutz**a**nzug
SABA	**S**trassen**a**bwasser**b**ehandlungs**a**nlage
San-Hist	**San**itäts-**Hi**lfs**st**elle
SARS	**s**evere **a**cute **r**espiratory **s**yndrome (SARS-Corona-Virus)"
SBB	**S**chweizerische **B**undes**b**ahnen
SBR	**S**chleuder**b**eton**r**ohr
SCO	**S**urface **C**ontaminated **O**bject
SDR (ADR)	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse
Sdt	**S**ol**d**a**t**
SFIK	**S**chweizerische **F**euerwehr**i**nspektoren **K**onferenz
SFV	**S**chweizerischer **F**euerwehr**v**erband
SGCI	**S**chweizerische **G**esellschaft für **C**hemische **I**ndustrie
SN	**S**chweizer **N**orm
SNZ 144	**S**anitäts**n**otruf**z**entrale **144** (= Telefonnummer)
SS	**S**chieber**s**tation
S-Sätze	**S**icherheits**sätze**
Std.	**St**un**d**e(n)
StSV	**St**rahlen**s**chutz**v**erordnung
SU	**S**trahlenschutz-**Ü**berwachung
Suva	**S**chweizerische **U**nfall**v**ersicherungs**a**nstalt
Sv	**S**ie**v**ert
Sv/h	**S**ie**v**ert pro Stunde
SVGW	**S**chweizerischer **V**erein des **G**as und **W**asserfaches

Abrévation	français
CG MPS	**C**onférence **g**ouvernementale des affaires **m**ilitaires de la **p**rotection civile et des **s**apeurs-pompiers
BC	**B**assin de **c**larification
CGCSF	**C**onférence **g**ouvernementale pour la **C**oordination du **S**ervice du **F**eu
BA	**B**assin d'**a**ccumulation
Phrases R	Mentions de danger
BEP	**B**assin d'**e**aux **p**luviales
RW	Valeurs directrices
s	**s**econde
	Tenue de protection
SETEC	**S**ystème d'**E**vacuation et de **T**raitement des **E**aux de **C**haussée
PSS	**P**oste **S**anitaire de **S**ecours
SARS	**s**evere **a**cute **r**espiratory **s**yndrome (SARS-Corona-Virus)
CFF	**C**hemins de **f**er **f**édéraux
SBR	Tube en béton centrifugé
SCO	**S**urface **C**ontaminated **O**bject
SDR	Ordonnance fédérale relative au transport des marchandises dangereuses par route
sdt	**sol**d**at**
CSISP	**C**onférence **S**uisse des **I**nspecteurs **S**apeurs-**P**ompiers
FSSP	**F**édération **S**uisse des **S**apeurs-**P**ompiers
SSIC	Scienceindustries Switzerland (Association des Industries Chimie Pharma Biotech)
SN	**N**ormes **S**uisses
CASU	**c**entrale d'**a**ppels **s**anitaires **u**rgence 144 (= No téléphone)
	Poste de sectionnement
Phrases S	Conseils de sécurité
h	**h**eure
ORaP	**O**rdonnance sur la **ra**dio**p**rotection
	Surveillance de la radioactivité
Suva	Caisse nationale Suisse d'assurance (Anciennement CNA)
Sv	**S**ie**v**ert
Sv/h	**S**ie**v**ert par **h**eure
SSIGE	**S**ociété **S**uisse de l'**I**ndustrie du **G**az et des **E**aux

© by FKS: 04/2014

Abkürzung	deutsch	Abrévation	français
T	**T**on(rohr)	T	**T**ube en argile
TEEL-Wert	**T**emporary **E**mergency **E**xposure **L**imits	TEEL-Wert	**T**emporary **E**mergency **E**xposure **L**imits
Ter Reg	**Ter**ritorial**reg**ion	Rég ter	**Rég**ion **ter**ritoriale
TI	**T**ransport**i**ndex	IT	**I**ndice de **T**ransport
TLF	**T**ank**l**ösch**f**ahrzeug	TP	**T**onne-**P**ompe
TLV	**T**hreshold **L**imit **V**alues	TLV	**T**hreshold **L**imit **V**alues
Tox	Vergiftungsgefahr (engl. **Tox**ic)	Tox	**Tox**icité
u.a.	**u**nter **a**nderem		Entre autres
u.U.	**u**nter **U**mständen		dans ces circonstances
UEG	**U**ntere **E**xplosions**g**renze (engl. LEL: lower explosion limit)	LIE	**L**imite **I**nférieure d'**E**xplosivité (angl. LEL: lower explosion limit)
UNO	**U**nited **N**ations **O**rganisation	ONU	**O**rganisation des **N**ations **U**nies
usw.	**u**nd **s**o **w**eiter	etc.	**et c**etera
USZ	**U**niversitäts**s**pital **Z**ürich	USZ	**U**niversitäts**s**pital **Z**ürich (hôpital universitaire de Zürich)
UV	**U**ltra**v**iolett	UV	**U**ltra**v**iolet
UVEK	Departement für **U**mwelt, **V**erkehr, **E**nergie und **K**ommunikation	DETEC	**D**épartement fédéral de l'**E**nvironnement, des **T**ransports, de l'**E**nergie et de la **C**ommunication
VBS	Eidgenössisches Departement für **V**erteidigung, **B**evölkerungsschutz und **S**port	DDPS	**D**épartement de la **d**éfense, de la protection de la **p**opulation et des **s**ports
VeVa	**Ve**rordnung über den **V**erkehr mit **A**bfällen	OMoD	**O**rdonnance sur les **mo**uvements de **d**échets
Vol.-%	**V**olumen-**Prozent**	% vol.	pourcent volume
Vol.-‰	**V**olumen-**Promille**	‰ vol.	pourmille volume
VSU	**V**erband **S**chweizerischer Saug- und Spülwagen**u**nternehmer	VSU	Association d'entreprises suisses de vidange et d'hydro-curage
VTNP	**V**erordnung über die Entsorgung von **t**ierischen **N**eben**p**rodukten	OESPA	**O**rdonnance concernant l'**é**limination des **s**ous-**p**roduits **a**nimaux
VVS	**V**erordnung über den **V**erkehr mit **S**onderabfällen	ODS	**O**rdonnance sur les mouvements des **d**échets **s**péciaux
VZ	**V**erschäumungs**z**ahl	VZ	taux de foisonnement
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für **W**ald, **S**chnee und **L**andschaft	WSL	Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage
WT	**W**isch**t**estsonde		sonde de balayage
Z	**Z**ementrohr	C	Tuyau en ciment
z.B.	**z**um **B**eispiel	par ex.	**Par ex**emple
ZFIK	**Z**entralschweizerische **F**euerwehr-**i**nspektoren **K**onferenz	ZFIK	Inspecteurs sapeurs-pompiers de la Suisse centrale
ZM	**Z**oll**m**essstation		poste de comptage douanier
ZS	**Z**ivil**s**chutz	PC	**p**rotection **c**ivile
ZWS	**Z**ehntel**w**erts**s**chicht	CAD	**c**ouche d'**a**tténuation au **d**ixième

© by FKS: 04/2014

8.2 | Glossar

A	B	C		
■	■	■	**ABC**	Abkürzung für atomar (A), biologisch (B) und chemisch (C).
		■	**Ableitfähigkeit**	Ableitfähige Materialien besitzen einen höheren elektrischen Widerstand als leitfähige. Die Leitfähigkeit kann durch das Einbringen von Metallionen, z. B. Kupferionen, oder durch das Aufbringen eines Antistatikums auf der Oberfläche erreicht werden. Diese Werkstoffe werden auch als elektrisch ableitfähig bezeichnet.
■	■	■	**Abschirmung**	Deckung, welche die Einsatzkräfte vor den Auswirkungen eines Ereignisses schützen kann (z.B. Hitze, Dämpfe, Strahlung).
■	■	■	**Absorption**	Physikalischer Vorgang zur Anlagerung von Stoffen aus Gasen, Dämpfen oder Flüssigkeiten im Innern eines Festkörpers.
■	■	■	**Adsorption**	Physikalischer Vorgang zur Anlagerung von Stoffen aus Gasen, Dämpfen oder Flüssigkeiten an der Oberfläche eines Festkörpers.
■	■	■	**Aerosol**	Suspension fester und/oder flüssiger Partikel in einem gasförmigen Medium.
■		■	**Aggregatzustand**	Von Temperatur und Druck abhängige Zustandsform eines Stoffes. Man unterscheidet: fest, flüssig und gasförmig.
■			**Aktivität**	Anzahl der Zerfälle pro Zeiteinheit. Die Einheit der Aktivität ist das Becquerel.
■	■	■	**Akutspital**	Krankenhaus mit 24-Std.-Notaufnahme. Es betreibt eine Dekostelle für einzelne Patienten (1 - 5 Patienten).
	■	■	**alkalisch**	Stoff, mit einem pH-Wert > 7 (> Lauge / Base).
■			**Alpha-Strahlung**	Alphastrahlung oder α-Strahlung ist ionisierende Strahlung, die bei einem radioaktiven Zerfall, dem Alphazerfall, auftritt. Es handelt sich um eine Teilchenstrahlung. Der zerfallende Atomkern sendet einen Helium-Atomkern aus, der in diesem Fall Alphateilchen genannt wird.
		■	**anorganisch**	Zu den anorganischen Stoffen werden traditionell die Elemente und alle Verbindungen gezählt, die keinen Kohlenstoff enthalten.
	■		**ansteckungsgefährlich**	Ansteckungsgefährlich sind Krankheitserreger wie Bakterien, Viren, Pilze oder Parasiten. Sie können auf Menschen oder Tiere durch Einatmen, Verschlucken, über Verletzungen oder Hautkontakt übertragen werden und bei ihnen Krankheiten (Infektionen) verursachen.
	■		**Antibiotika**	Arzneimittel zur Behandlung von bakteriellen Infektionskrankheiten. Antibiotika weisen ein mehr oder weniger spezifisches Wirkspektrum gegen Bakterien auf. Sie hemmen das Wachstum von Bakterien oder töten sie ab.
	■		**Antikörper**	Antikörper sind Teil der spezifischen Abwehr des Immunsystems gegen eingedrungene Fremdstoffe im Körper. Für jeden Fremdstoff werden spezifische Antikörper gebildet. Dies kann in der Bio-Analytik genutzt werden.
		■	**antistatisch**	Stoffe, deren Aufbau eine statische Aufladung verhindern.
		■	**apolare Brennstoffe**	Apolare (nicht polare) Brennstoffe sind mit polaren Stoffen (z.B. Wasser) nicht mischbar. Sie werden auch als „hydrophob“ (wasserabstossend) bezeichnet. Typische Vertreter sind Öle, Benzin und Fette.
■	■	■	**Asservat**	Das Asservat bezeichnet einen nach Polizeirecht oder nach der Strafprozessordnung sichergestellten oder beschlagnahmten Gegenstand.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■		■	**Atome**	Grundbausteine der Materie, die aus elektrisch neutralen Teilchen bestehen, die mit chemischen Mitteln nicht mehr zerlegt werden können.
	■		**Bakterien**	Bakterien sind mikroskopisch kleine, einzellige, meist selbständig lebensfähige Lebewesen. Ihre Vermehrung erfolgt durch einfache Zellteilung. Aufgrund ihrer hohen Verdopplungsrate (bei schnell wachsenden Bakterien beträgt diese unter günstigen Bedingungen 15 - 30 Min.) können sich kleinste Mengen an Bakterien, in relativ kurzer Zeit (binnen Stunden), um ein Vielfaches vermehren. Manche Bakterien können in eine gegen Umwelteinflüsse äusserst resistente Dauerform übergehen, sogenannte Sporen bilden, die für Jahrzehnte überlebensfähig sind.
■	■	■	**bar**	Masseinheit für die Messung von Druck; 1 bar entspricht einer Wassersäule von 10 m (auf Meereshöhen-Niveau).
		■	**Base**	andere Bezeichnung für > Lauge
■			**Becquerel (Bq)**	Einheit für die Aktivität eines Radionuklids. 1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde. Das Becquerel ersetzt die frühere Einheit Curie (Ci). (1 Ci = 3,7 x 10^{10} Bq).
■	■	■	**Beförderungspapier**	Formular, das für die Beförderung von Gefahrgut ausgefüllt und mitgeführt werden muss.
■	■	■	**Begleitschein**	Formular, das für die Beförderung von Sonderabfall ausgefüllt und mitgeführt werden muss.
■	■	■	**Benetzung**	Bezeichnung für den Flüssigkeitsfilm auf einer Oberfläche.
■			**Beta-Strahlung**	Betastrahlung oder β-Strahlung ist eine ionisierende Strahlung, die bei einem radioaktiven Zerfall, dem Betazerfall, auftritt.
	■		**Biosicherheitsbeauftragter**	Auch BSO (engl. **B**io**s**afety **O**fficer) genannt, ist in einem Betrieb für die biologische Sicherheit zuständig. Der BSO unterstützt im Ereignis, bei Anwesenheit, die Einsatzkräfte.
	■		**Biosicherheitsstufe**	Entsprechend dem Risiko von Mikroorganismen ausgerüstete Anlage. Die Biosicherheitsstufe reicht von Stufe 1 (wenige Schutzmassnahmen, weil kein oder ein vernachlässigbar kleines Risiko für den Menschen) bis Stufe 4 (Hochsicherheitsstufe, weil Gefahr der Auslösung schwerer Krankheiten beim Menschen).
		■	**Boil-over**	Auswerfen von brennbaren Flüssigkeiten aus einem Behälter.
		■	**Brennpunkt**	Er bezeichnet die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem Stoff ein Gas-Luft-Gemisch bildet, das nach dem Entzünden mit einer Zündquelle selbständig weiter brennt.
		■	**CAS-Nummer**	Die CAS-Nummer (Chemical Abstracts Service Registry Number) ist eine international gebräuchliche, eindeutige Verschlüsselung für chemische Verbindungen. Sie ist achtstellig und wird mit Bindestrichen geschrieben.
		■	**Chemikalie**	Chemikalien sind Stoffe mit definierter Zusammensetzung, die in der Chemie relevant sind. Es kann sich dabei um Reinstoffe oder um Stoffgemische handeln.
		■	**Chemikalienbeständigkeit**	Damit wird allgemein die Widerstandsfähigkeit von Materialien bzw. Werkstoffen gegen die Einwirkung von Chemikalien beschrieben.
		■	**CMR-Stoffe / API-Stoffe**	Krebserregende, gen- oder organschädigende und reproduktionstoxische Stoffe; können auch als API-Stoffe bezeichnet sein (Active Pharmaceutical Ingredient), diese Stoffe sind häufig mutagen / teratogen und neigen zu allergischen Reaktionen bei Kontamination.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**Crash-Rettung**	Sie beschreibt die schnellstmögliche Rettung eines Patienten aus Lebensgefahr.
		■	**Dampf / Dämpfe**	Als Dampf bezeichnet man ein Gas, das im Allgemeinen noch in Kontakt mit der flüssigen bzw. festen Phase steht, aus der es durch Verdampfung bzw. Sublimation hervorgegangen ist.
		■	**Dampf-Dichte-Verhältnis**	Darunter versteht man das Dichteverhältnis eines trockenen Gases (Messgas) zur Dichte trockener Luft im Normzustand.
		■	**Dampfdruck**	Der Dampfdruck ist der Druck, der sich einstellt, wenn sich in einem abgeschlossenen System ein Dampf mit der zugehörigen flüssigen Phase im thermodynamischen Gleichgewicht befindet. Der Dampfdruck nimmt mit steigender Temperatur zu und ist abhängig vom vorliegenden Stoff bzw. Gemisch. Ist in einem offenen System der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Umgebungsdruck, so beginnt die Flüssigkeit zu sieden.
		■	**Deflagration**	Eine Deflagration ist ein schneller Verbrennungsvorgang, bei dem der Explosionsdruck nur durch die entstehenden und sich ausdehnenden Gase hervorgerufen wird. Sie breitet sich im Unterschallbereich aus.
■	■	■	**Dekontamination**	Das mechanische Abwischen / Abreiben / Abspülen / Abbürsten von atomaren, biologischen oder chemischen Gefahrstoffen von Oberflächen, Objekten oder Personen.
■	■	■	**Dekontaminationsstelle**	Mobiles System oder stationäre Anlage zur Dekontamination / Desinfektion von Fahrzeugen, Geräten oder Personen, sowie zum Auffangen der entstehenden Abwässer.
■	■	■	**Dekospital**	Ein vom Kanton bezeichnetes Akutspital mit besonderer Dekontaminationsstelle. Es ist darauf vorbereitet, um einen Massenanfall an kontaminierten Patienten (6 oder mehr Personen) zu bewältigen.
		■	**desensibilisierte Explosivstoffe**	Explosive Stoffe, die zur Unterdrückung ihrer explosiven Eigenschaften in anderen Stoffen gelöst oder gebunden wurden.
	■		**Desinfektion**	Eine Massnahme zur gezielten Inaktivierung von Mikroorganismen durch Eingriffe in deren Struktur oder Stoffwechsel mit dem Ziel, ihre Übertragung zu verhindern. Eine hundertprozentige Keimfreiheit wird nicht erreicht.
	■		**Desinfektionsmittel**	Chemische Verbindung zur spezifischen Inaktivierung von Keimen; wasserlöslich.
■	■	■	**Detergens**	Als Detergens werden im Allgemein die in Reinigungsmitteln und Waschmitteln verwendeten Stoffe bezeichnet, die einen Reinigungsprozess erleichtern.
		■	**Detonation**	Explosion mit einer Flammengeschwindigkeit von bis zu mehreren km/Sek. Die auftretenden Drücke sind grösser als 10 bar (bei Sprengstoffen bis zu 100'000 bar).
		■	**Dichte**	Die Dichte, auch Massendichte genannt, ist die Masse eines Körpers, geteilt durch sein Volumen.
■	■	■	**Diffusion**	Diffusion ist ein natürlich ablaufender, physikalischer Prozess. Er führt mit der Zeit zur vollständigen Durchmischung zweier oder mehrerer Stoffe durch die gleichmässige Verteilung der beteiligten Teilchen. Bei den Teilchen kann es sich um Atome, Moleküle oder Ladungsträger handeln. Bei den Stoffen handelt es sich meist um Gase und Flüssigkeiten.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■			**Dirty bomb**	Konventioneller Sprengkörper, der mit radioaktivem Material versehen wird, das sich bei der Explosion in der Umgebung verteilt. Dies führt zu Boden- und Luftkontamination.
■			**Dosimeter**	Instrument zur Messung der Orts- und Personendosis.
■			**Dosis**	Mass für die Beurteilung des gesundheitlichen Risikos durch ionisierende Strahlung.
■			**Dosiskontrolle**	Festhalten der aufgenommenen Dosis beim Menschen durch entsprechende Messapparate (Personendosimeter; > Dosimeter).
■			**Dosisleistung**	Strahlendosis ist eine Grössenangabe für die Aufnahme ionisierender Strahlung in Materie (insbesondere menschlicher Körper);
		■	**Dreifachtest**	Einfache Testreihe zur Untersuchung einer unbekannten Flüssigkeit in drei Phasen: • Ermittlung pH-Wert mit Teststreifen • Nachweis von Kohlenwasserstoffen mit Testpapier • Nachweis von Wasser mit Wassernachweispaste
■	■	■	**eichen**	Eichen ist die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Prüfung eines Messgerätes auf Einhaltung der zugrundeliegenden eichrechtlichen Vorschriften.
		■	**elektrochemischer Sensor**	Sensor, dessen Funktionsweise auf der Änderung der elektrischen Eigenschaften von in einem Elektrolyten befindlichen Elektroden aufgrund von Redoxreaktionen des Gases an den Elektrodenoberflächen beruht.
■		■	**Elektron**	Das Elektron ist ein negativ geladenes Elementarteilchen.
		■	**Elektrostatik**	Die Elektrostatik ist das Teilgebiet der Physik, das sich mit ruhenden elektrischen Ladungen, Ladungsverteilungen und den elektrischen Feldern geladener Körper befasst.
		■	**Element**	Chemisches Element ist die Sammelbezeichnung für alle Nuklide mit derselben Ordnungszahl. Somit haben alle Atome eines chemischen Elements dieselbe Anzahl an Protonen im Atomkern. Die Elemente werden im Periodensystem nach steigender Kernladungszahl angeordnet.
■	■	■	**Emission**	Freisetzung fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe in die Umwelt. Auch die Freisetzung von Licht, ionisierender Strahlung, Wärme, Geräuschen und Erschütterungen wird als Emission bezeichnet.
	■		**Endemie**	Zeitlich unbegrenztes, jedoch örtlich begrenztes gehäuftes Vorkommen einer Krankheit.
■	■	■	**endotherm**	Unter Wärmeaufnahme ablaufender physikalischer oder chemischer Vorgang.
	■		**Epidemie**	Zeitlich und örtlich begrenztes, gehäuftes Vorkommen einer Krankheit.
■	■	■	**Erreger**	Dies sind Stoffe oder Organismen, die in anderen Organismen Infektionen oder Krankheiten verursachen können.
		■	**exotherm**	Physikalische oder chemische Vorgänge, deren Ablauf unter Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
		■	**Explosion**	Sehr schnell ablaufendes, unkontrolliertes Brennen, bei dem, gleichzeitig unter Freisetzung grosser Gas- und Wärmemengen, eine starke Druckwelle entsteht.
■	■	■	**Explosionsgrenze**	Der Bereich, der alle explosionsfähigen Mischungsverhältnisse zusammenfasst, wird von zwei Explosionsgrenzen, der oberen und der unteren Explosionsgrenze (OEG bzw. UEG), beschrieben. Zwischen diesen beiden Grenzen ist das Gemisch voll zündfähig, darunter ist es zu mager, darüber zu fett.
■	■	■	**falsifizieren**	Widerlegung der Anwesenheit eines vermuteten Gefahrstoffs mittels Analyse.
■	■	■	**Feindekontamination**	Vollständige Beseitigung der Kontamination mit Hilfe von Detergens oder weiteren Mitteln.
	■		**Flächendesinfektion**	Inaktivierung von Mikroorganismen durch die Anwendung von Desinfektionsmitteln auf Oberflächen.
		■	**Flammpunkt**	Dies ist die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem Stoff ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch bilden kann. Es ist entzündbar, erlischt jedoch wieder, sobald man die Zündquelle entfernt.
		■	**Flüssiggas**	Damit werden durch Kühlung und Kompression verflüssigte Gase bezeichnet, die entweder bei Normaldruck bei entsprechender Wärmeisolation kalt und flüssig bleiben (z.B. Sauerstoff- und Stickstofftanks) oder, um flüssig zu bleiben, unter Druck stehen (z.B. Propan/Butan in Feuerzeugen, in Camping-Gasflaschen).
■	■	■	**freigestellte Mengen**	(Geringe) Menge eines Gefahrgutes, für dessen Transport die ADR-Vorschriften nicht gelten.
■	■	■	**Freisetzung**	Das bedeutet das Entweichen chemischer, radioaktiver und biologischer Substanzen in die Umgebung.
■			**Gamma-Strahlung**	Gammastrahlung oder γ-Strahlung ist eine besonders durchdringende elektromagnetische Strahlung, die bei spontanen Umwandlungen (Zerfall) der Atomkerne vieler natürlich vorkommender oder künstlich erzeugter radioaktiver Nuklide entsteht.
		■	**Gaspendelung**	Sie dient dem Druckausgleich zwischen Havarist und Reservist und verhindert dabei auch das Austreten von Dämpfen.
	■	■	**Gefahrensymbol**	Ein Gefahrensymbol ist ein Piktogramm, das zusammen mit einer bestimmten Gefahrenbezeichnung einen ersten, leicht erkennbaren Hinweis auf die Gefahren gibt, die von einem Gefahrstoff ausgehen.
■	■	■	**Gefahrentafel**	Fahrzeuge, die gefährliche Güter transportieren, müssen mit orangefarbenen, reflektierenden Tafeln bezeichnet werden. Sie weisen zwei Kennzeichnungsnummern auf: oben die Gefahrnummer, unten die Stoffnummer. Fahrzeuge mit Gefahrentafeln ohne Kennzeichnungsnummern sind Stückguttransporter, die Güter verschiedener Gefahrenarten enthalten.
■	■	■	**Gefahrenzone**	Damit wird die innerste Zone der ABC-Wehr bezeichnet, innerhalb der nur jene Einsatzkräfte mit Schutzkleidung tätig sind, welche für die Einsatzbewältigung unbedingt nötig sind.
■	■	■	**Gefahrgut**	Stoffe im Transport.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**Gefahrnummer**	Auch Kemler-Zahl; Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr.
■	■	■	**Gefahrstoff**	Stoffe im „täglichen" Umgang (Herstellung, Weiterverarbeitung, Verwendung).
■	■	■	**Gefahrzettel**	Auf der Spitze stehende quadratische Bezettelung, die über die Art der Gefahr des transportierten Gefahrgutes Auskunft gibt.
■	■	■	**Grobdekontamination**	Notfallmässig oder nur flüchtig durchgeführte Form der Dekontamination (Schnelligkeit vor Perfektion, z.B. durch Entkleiden).
	■		**GVO**	Gentechnisch veränderte Organismen (GVO) sind Organismen, deren genetisches Material durch gentechnische Verfahren verändert worden ist, wie dies unter natürlichen Bedingungen in der Regel nicht vorkommt.
■	■	■	**Halbmaske**	Sie schützen die Atemwege (Nase/Mund) und sind in drei Filtertypen (FFP1 - 3) unterteilt. Die Schutzstufe nimmt mit der Grösse der Zahl zu.
■			**Halbwertszeit**	Zeit, in der die Aktivität eines Radionuklids auf die Hälfte abklingt.
		■	**Halogen**	Die Halogene bilden die Gruppe 17 im Periodensystem der Elemente, die aus folgenden sechs Elementen besteht: Fluor, Chlor, Brom, Iod, dem radioaktiven Astat und dem künstlich erzeugten, sehr instabilen Ununseptium.
■	■	■	**homogen**	Homogene Stoffe sind Gemische, deren Bestandteile optisch nicht ersichtlich sind.
		■	**hydrophob**	Damit werden chemische Substanzen charakterisiert, die sich nicht mit Wasser mischen und es auf Oberflächen meist „abperlen" lassen.
		■	**hygroskopisch**	Als hygroskopisch werden in der Chemie Stoffe bezeichnet, welche die Eigenschaft besitzen, Feuchtigkeit aus der Umgebung (meist in Form von Wasserdampf aus der Luftfeuchtigkeit) zu binden. Viele aufnehmende Stoffe – soweit es sich um feste Stoffe handelt – zerfließen oder verklumpen durch die Wasseraufnahme. Davon ausgenommen sind poröse Materialien, die das Wasser in ihren Hohlräumen binden.
■	■	■	**Hypalon**	Hypalon (chem. Chlor-Sulfat-Polyethylen) ist ein eingetragenes Warenzeichen von DuPont Performance Elastomers für ein hochwertiges, extrem widerstandsfähiges Elastomer. Es ist UV-, temperatur- und alterungsbeständig sowie reissfest.
■	■	■	**IGS-Check**	Umfassende Datenbank über chemische Stoffe, Abfallstoffe und radioaktive Nuklide und deren Eigenschaften, Gefahren, Massnahmen bei Havarien etc.
■	■	■	**Immission**	Einwirkung auf alle Lebewesen und Dinge durch freigesetzte gasförmige, flüssige oder feste Stoffe und ionisierende Strahlung. Nicht mit Emission verwechseln!
		■	**Implosion**	Plötzlicher Zusammenbruch eines Behälters durch Unterdruck (im Gegensatz zur Explosion).
	■		**Inaktivierung**	Zerstörung von Mikroorganismen mit dem Ziel, die Vermehrungsfähigkeit und/oder die Ansteckungsgefahr zu reduzieren.
		■	**Inertisierung**	In einem Raum eine Atmosphäre schaffen, die reaktionsträge bzw. reaktionsunfähig ist, damit in dieser Umgebung kein Brand entstehen kann.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
	■		**Infektion**	Unter einer Infektion versteht man das aktive oder passive Eindringen, Verbleiben und anschliessende Vermehren von Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren, Pilze, Parasiten oder Prionen) in einem Organismus.
■	■	■	**Ingestion**	Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper über den Verdauungstrakt.
■	■	■	**Inhalation**	Aufnahme von Gefahrstoffen durch Einatmen.
■	■	■	**Inkorporation**	Aufnahme von Gefahrstoffen in den menschlichen Organismus durch Ingestion, Inhalation oder durch Aufnahme durch die Haut oder Wunden.
	■		**Inkubationszeit**	Eine Infektion muss nicht zwangsläufig zu Krankheitssymptomen führen. Zwischen der Infektion und dem Ausbruch der Krankheit liegt die Inkubationszeit. Sie kann wenige Stunden bis mehrere Jahre betragen.
■			**Iod-Prophylaxe**	Iodhaltige Tablette, die bei grossflächiger Freisetzung von Radioaktivität (KKW-Unfall) an die Bevölkerung abgegeben wird. Damit werden die Schilddrüsen gesättigt, damit sie nicht radioaktives Iod aufnehmen können.
■			**Iod-Tablette**	siehe Iod-Prophylaxe
		■	**Ion**	Elektrisch geladenes Atom oder Molekül.
■			**ionisierende Strahlen**	Strahlen, deren Energie zur Herauslösung von Elektronen aus der Elektronenhülle ausreicht (Ionisation).
■	■	■	**ISO-Klassifizierung**	Einteilung in verschiedene Normenklassen, vorgegeben von der Internationalen Normenorganisation ("International Organization for Standardisation").
■			**Isotop**	Isotope sind Atome desselben Elements, aber mit unterschiedlichen Massezahlen. Isotope haben die gleiche Anzahl an Protonen, aber eine unterschiedliche Anzahl an Neutronen. Beispiele von Isotopen: Kohlenstoff-12, -13 und -14. Da ein Element nicht nur aus einem einzigen Isotop besteht, sondern aus einem Gemisch aus Isotopen, ist auch die Atommasse für ein Element ein Durchschnittswert (bei Kohlenstoff z.B. 12,01115).
■	■	■	**Kalibrierung**	Kalibrierung / Kalibration ist in der Messtechnik ein Messprozess zur zuverlässig reproduzierbaren Feststellung und Dokumentation der Abweichung eines Messgerätes.
	■	■	**Kampfstoffe**	Biologische oder chemische Stoffe, die aufgrund ihrer schädlichen Eigenschaften für Menschen und Tiere (pathogene Organismen, Gifte etc.) vorab bei kriegerischen Handlungen eingesetzt werden.
■		■	**kanzerogen**	krebserregend
■	■	■	**Kavitation**	Sinkt bei Pumpen der Druck unter den Dampfdruck, verdampft die Flüssigkeit. Es bilden sich Dampfblasen im Fluid. Bei steigendem Druck kollabiert der Dampf schlagartig. Es entsteht Kavitation. Diese führt zu einer raschen Beschädigung des Bauteiles.
■	■	■	**Kemler-Zahl**	Dies ist eine etwas veraltete Form der > Gefahrnummer.
		■	**Kohlenwasserstoffe**	Stoffgruppe von chemischen Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (z. B. Benzin, Dieselöl, Propangas).
■	■	■	**Kontamination**	Verunreinigung von Oberflächen oder Personen mit radiologischen, biologischen oder chemischen Gefahrstoffen.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
		■	**Korrosion**	Schädliche Veränderungen an bestimmten Stoffen, hervorgerufen durch eine Reaktion mit anderen Stoffen (Sauerstoff, Säure, Lauge etc.).
■	■	■	**Latenzzeit**	Verzögerungszeit, bis eine bestimmte Wirkung bemerkt wird (z.B. Auftreten von Symptomen).
■	■	■	**Latex**	Natürliches Grundprodukt zur Herstellung von Gummi. In der ABC-Wehr sind Einmalhandschuhe aus Latex ungeeignet, da sie über keine grosse Beständigkeit gegenüber Gefahrstoffen verfügen.
		■	**Lauge**	Chemischer Stoff, dessen pH-Wert grösser als 7 ist. Wird auch als Base oder alkalischer Stoff bezeichnet.
	■		**Letalität**	Als Letalität wird die Sterblichkeit bei einer Erkrankung bezeichnet. Sie entspricht dem Verhältnis der Todesfälle zur Anzahl der vornehmlich akut Erkrankten.
■	■	■	**Medium**	In der Chemie eine andere Bezeichnung für einen Stoff; in der Regel flüssig oder gasförmig.
	■		**Mikroorganismen**	Mikroorganismen sind mikroskopisch klein und als Individuen mit blossem Auge nicht zu erkennen. Sie können sich vermehren oder genetisches Material übertragen. Beispiele von Mikroorganismen sind Bakterien, Viren oder Pilze.
■	■	■	**Molare Masse**	Die molare Masse / Molmasse ist das in Gramm angegebene (Molekular) Gewicht einer chemischen Verbindung (Einheit: Gramm pro Mol).
		■	**Moleküle**	Bausteine der Materie, die aus Atomen aufgebaut sind.
■		■	**mutagen**	Mutagene sind äussere Einwirkungen, die das Erbgut eines Organismus verändern können (z.B. Strahlung und gewisse chemische Stoffe).
■	■	■	**Nationale Alarmzentrale NAZ**	Die NAZ ist die Fachstelle des Bundes für ausserordentliche Ereignisse. Sie ist 365 Tage pro Jahr rund um die Uhr erreichbar und in der Lage innert einer Stunde in den Einsatz zu gehen. Die NAZ ist ein Geschäftsbereich des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS). Zu den Aufgaben der NAZ gehört das Management von Ereignissen in Zusammenhang mit Radioaktivität, grossen Chemieunfällen, Staudammbrüchen und bei Naturgefahren.
■	■	■	**Nennweite**	Innerer Durchmesser eines Rohres / Schlauchleitung oder die Grösse / Anschlussmass einer Armatur (Ventil, Schieber).
		■	**Neutralisation**	Aufhebung der (unter anderem) ätzenden Wirkung von Säuren oder Basen. Die Grundlage der Neutralisation beruht auf der Tatsache, dass sich die Wirkungen einer Säure und einer Base beim Mischen nicht addieren, sondern aufheben.
■	■	■	**Nitril**	Nitril-Polymere sind chemisch sehr beständig und haben gummiähnliche Eigenschaften, weshalb sie z. B. für Schutzhandschuhe verwendet werden.
		■	**Nitrose Gase**	Gasgemisch mit wechselnden Anteilen von Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Distickstofftetroxid (N_2O_4) und Distickstofftrioxid (N_2O_3).
■			**Nuklid**	Siehe Isotop.
		■	**Odorierung**	Beimengung von Geruchsstoffen zu geruchlosen Gasen, zwecks besserer Erkennbarkeit (Warngeruch).
■	■	■	**organisch**	Bezeichnung für Kohlenstoffverbindungen.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**Ortsdosisleistung**	Grössenangabe für die Aufnahme ionisierender Strahlung in Materie.
		■	**Oxidation**	Reaktion von Sauerstoff mit einem Stoff.
		■	**Oxidationsmittel**	Ein Oxidationsmittel ist ein Stoff, der andere Stoffe oxidieren kann und dabei selbst reduziert wird (z.B. Sauerstoff).
	■		**Pandemie**	Gehäuftes Vorkommen einer Krankheit, die sich über mehrere Länder und Kontinente ausbreitet.
	■		**pathogen**	Mikroorganismen gelten als pathogen, wenn sie bei Menschen, Tieren oder Pflanzen eine Krankheit auslösen können.
■	■	■	**Permeation**	Vorgang, bei dem ein Stoff einen Festkörper durchdringt bzw. durchwandert.
		■	**Peroxide**	Stoffe, die mehr Sauerstoff enthalten, als sie eigentlich dürften, nennt man ganz allgemein Peroxide („Per" bedeutet so viel wie „mehr" oder „über").
■	■	■	**Personendekontamination**	Entfernen von atomaren, biologischen oder chemischen Gefahrstoffen bei Personen. Die Personendekontamination wird in der Regel nur mit Wasser und Seife durchgeführt.
	■		**Personendesinfektion**	Wird auf ärztliche Weisung hin die Verwendung eines Desinfektionsmittels für die Personendekontamination angeordnet, spricht man von einer Personendesinfektion.
	■	■	**pH-Papier / Indikatorpapier**	Das pH-Papier zeigt durch eine Farbreaktion den pH-Wert zwischen 0 - 14 an. Je nach Papier kann der ganze oder nur ein ausgewählter Bereich angezeigt werden.
	■	■	**pH-Wert**	Der pH-Wert ist ein Mass für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung und reicht in der Regel von 1 - 14. Der Wert 7 gilt als neutral, unter 7 als sauer, über 7 als alkalisch.
■	■	■	**Placard**	Frankofones Wort für Gefahrzettel (franz. für Plakat).
		■	**polare Brennstoffe**	Polare Brennstoffe sind mit anderen polaren Stoffen (z.B. Wasser) mischbar. Sie werden auch als „hydrophil" bezeichnet. Typische Vertreter sind Alkohole aller Art, Aldehyde, Ketone und organische Säuren.
			Potentialausgleich	Elektrisch gut leitfähige Verbindung, die unterschiedliche elektrische Potentiale minimiert (Ausgleich positiver/negativer Spannungen).
	■		**Prionen**	Prionen sind Eiweisse von Mensch und Tier, die eine normale und eine krankheitsverursachende räumliche Anordnung (Faltung) haben können. Letztere gilt als ansteckungsgefährlich, da diese Form ihre veränderte Faltung an gesunde Prionen weitergeben kann. Die krankheitsverursachende Form ist äusserst widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse.
		■	**Pyrolyse**	Zersetzung (meist durch grosse Hitze) von Stoffen.
	■		**Quarantäne**	Sie ist die zeitlich befristete Isolierung von Personen oder von Tieren, die verdächtig sind, an bestimmten Infektionskrankheiten erkrankt oder Überträger dieser Krankheiten zu sein. Die Zeitdauer hängt vom Verdachtsmoment ab.
■			**Quelle**	In der Radiologie wird als solche jener Stoff bezeichnet, von dem eine Strahlung ausgeht.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■			**Radioaktivität**	Damit bezeichnet man die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan in andere Atomkerne umzuwandeln und dabei ionisierende Strahlung auszusenden.
■			**Radionuklid**	Nuklid, das spontan unter Strahlungsemission zerfällt.
■	■	■	**Referenzprobe**	Unbelastete (reine) Probe als Vergleichsmuster.
		■	**relative Dichte**	Die relative Dichte eines Gases bezogen auf Luft = 1 ist eine Verhältniszahl, die angibt, wieviel Mal schwerer bzw. leichter das Gas bei gleicher Temperatur und gleichem Druck ist als Luft.
■			**Röntgenstrahlung**	Elektromagnetische Strahlung, die im Spektrum zwischen dem ultravioletten Licht und der Gammastrahlung liegt, mit der sie sich teilweise überschneidet.
■	■	■	**Sanierung**	Wiederherstellung des Zustandes vor dem Ereignis durch Dekontamination, Entsorgung oder Versiegelung.
■	■	■	**Saubermann**	Hilfsperson in der Dekostelle, welche zusammen mit dem > Schmutzmann der Einsatzkraft aus dem Schutzanzug hilft. Sie berührt dabei nur die äussere Hülle des Schutzanzugs.
		■	**Säure**	Substanz, die in wässriger Lösung einen pH-Wert unter 7 verursachen; sie reagieren üblicherweise in einer sogenannten Säure-Base-Reaktion und können durch die dabei anwesende > Lauge neutralisiert werden.
		■	**Schmelzpunkt**	Der Schmelzpunkt ist die Temperatur, bei der ein Stoff vom festen in einen flüssigen Aggregatszustand übergeht.
■	■	■	**Schmutzmann**	Hilfsperson in der Dekostelle, welche zusammen mit dem > Saubermann der Einsatzkraft aus dem Schutzanzug hilft. Sie berührt dabei nur den inneren, sauberen Teil des Schutzanzugs und hilft der Einsatzkraft.
■	■	■	**Schutzgrad / -stufe**	Schutzkleidung und Atemschutz sind je nach Ereignis in solche Grade / Stufen eingeteilt (leicht bis schwer).
■	■	■	**Selbsteinweiser**	Als solche werden an einem Ereignis beteiligte Drittpersonen bezeichnet, welche sich der Kontrolle / Koordination der Einsatzkräfte entziehen, indem sie individuell Spitäler oder Ärzte aufsuchen.
■	■	■	**Sensitivität**	Je sensitiver eine Nachweismethode ist, desto geringere Mengen vom Analysegut können nachgewiesen werden.
	■		**Seuche**	Eine Seuche ist eine hochansteckende Infektionskrankheit. Beim Menschen, unterscheidet man nach Art der zeitlichen und örtlichen Gebundenheiten: • Epidemie bei zeitlicher und örtlicher Häufung • Endemie bei andauerndem, begrenztem Auftreten an einem Ort oder in einer Population • Pandemie bei unbegrenzter Ausbreitung Bei Tieren, mit analoger Einteilung: • Epizootie • Enzootie • Panzootie Überträgt sich eine Infektionskrankheit von Tieren auf Menschen, spricht man von einer Zoonose.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**Sicherheitsdatenblatt**	Sicherheitsdatenblätter (SDB) sind ein Instrument zur Übermittlung sicherheitsbezogener Informationen über Stoffe und Gemische. Es ist dazu bestimmt, dem berufsmässigen Verwender die beim Umgang mit Stoffen und Gemischen notwendigen Daten und Umgangsempfehlungen zu vermitteln, um die für den Gesundheitsschutz, die Sicherheit am Arbeitsplatz und den Schutz der Umwelt erforderlichen Massnahmen treffen zu können.
		■	**Siedepunkt**	Kochpunkt einer Flüssigkeit (Übergang vom flüssigen zum gasförmigen > Aggregatszustand).
		■	**Siedetemperatur**	Die Siedetemperatur ist genau die Temperatur bei der ein Stoff vom flüssigen in den gasförmigen > Aggregatzustand übergeht.
■			**Sievert (Sv)**	Der spezielle Name der Einheit der Äquivalentdosis bzw. der effektiven Dosis pro Kilogramm Körpermasse. 1 Sv = 1 J/kg.
■	■	■	**Sonderabfall**	Sonderabfälle sind diejenigen Abfälle, deren Inlandverkehr und umweltverträgliche Entsorgung umfassend, besondere technische und organisatorische Massnahmen erfordern. Sie dürfen nicht über den normalen Kehricht oder die Kanalisation entsorgt werden.
■	■	■	**Sperrzone**	Die Sperrzone wird um die Gefahrenzone angeordnet und bildet den Aufmarschraum der Einsatzkräfte.
■	■	■	**Spezifität**	Eine Analysemethode, die nur einen Gefahrstoff anzeigt, ist spezifisch. Je weniger Querempfindlichkeit, desto grösser ist die Spezifität.
		■	**Sternpunkt**	Punkt, von dem aus (sternförmig) Havarist und Reservist für den Potentialausgleich verbunden werden.
	■	■	**Störfallbetrieb**	Betrieb, in dem ein erhebliches biologisches oder chemisches Gefahrenpotential vorhanden ist.
■			**Strahlenexposition**	Als Strahlenbelastung oder auch Strahlenexposition bezeichnet man die Einwirkung von ionisierender Strahlung auf Lebewesen oder auf Materie. Zur Quantifizierung der Strahlenexposition von Menschen verwendet man den Begriff der Strahlendosis (> Dosis).
		■	**Summenformel**	Gibt die exakte Anzahl einzelnen Atome in einer chemischen Verbindung an (z.B. CH_4).
■	■	■	**Suspension**	Unter einer Suspension versteht man eine Aufschwemmung von feinen, nicht löslichen Teilchen in einer Flüssigkeit.
■	■	■	**teratogen**	Teratogene sind äussere Einwirkungen, die Fehlbildungen beim Embryo hervorrufen können (z.B. gewisse Chemikalien, Viren und ionisierende Strahlung).
	■		**Toxine**	Toxine sind Giftstoffe organischer (d.h. pflanzlicher, tierischer oder mikrobiologischer) Herkunft. Sie stellen eine breite Klasse von chemischen Verbindungen dar, die zwar Vergiftungssymptome hervorzurufen vermögen, sich aber nicht selbständig vermehren können.
■	■	■	**Triage**	Beurteilung von am Ereignis beteiligten Personen durch ärztliches Personal. Dabei wird zuerst in "verletzt" und "unverletzt" unterteilt. Die Verletzten werden in 5 Triagekategorien (von I: Sofort Notbehandlung vor Ort bis IV: Abwarten; hoffnungslose Patienten) unterteilt.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**UN-Nummer**	Wird auch Stoffnummer genannt und befindet sich auf der unteren Hälfte der orangen Warntafel. Sie ist eine Kennnummer, die für alle gefährlichen Transportgüter (Gefahrgut) festgelegt wurde und beschreibt die Zusammensetzung (Art) des Transportgutes.
■			**Venting**	Als Venting bezeichnet man in der Reaktortechnik die kontrollierte Druckentlastung des Sicherheitsbehälters eines Kernreaktors, um dessen Bersten bei schweren Störfällen zu verhindern.
		■	**Verätzung**	Verletzung, hervorgerufen durch die Einwirkung einer > Säure oder > Lauge.
		■	**Verbrennung**	Medizinisch: • Verletzung, hervorgerufen durch übermässige Einwirkung einer Hitzequelle auf die Haut Chemisch: • Oxidation eines brennbaren Materials mit Sauerstoff unter Flammenbildung. Verbrennungen gibt es aber auch bei Reaktionen ohne Sauerstoff (z.B. Reaktion von Fluor und Wasserstoff zu Fluorwasserstoff; hier ersetzt das Fluor den Sauerstoff als Oxidationsmittel).
		■	**Vergiftung**	Als Vergiftung (auch Intoxikation) werden jene Schäden bezeichnet, die durch Aufnahme einer jeweiligen Mindestmenge von verschiedensten Substanzen (z.B. Toxine, Medikamente und Gefahrstoffe) verursacht werden.
■	■	■	**verifizieren**	Die Anwesenheit eines vermuteten Gefahrstoffs kann mittels Analyse bestätigt (verifiziert) werden.
■	■	■	**Verkehrsumleitzone**	Keine eigentliche Zone, sondern der Bereich ausserhalb der Sperrzone, in dem der Individualverkehr durch Einsatzkräfte um den Ereignisort herum geleitet wird.
	■		**Vermehrungsfähigkeit**	Mikroorganismen sind fähig, sich rasch zu vermehren. Unter günstigen Bedingungen kann sich beispielsweise die Anzahl Bakterien innert einer Stunde dreimal verdoppeln.
		■	**Verpuffung**	Ein schneller Verbrennungsvorgang, bei dem der Explosionsdruck nur durch die entstehenden und sich ausdehnenden Gase hervorgerufen wird.
■	■	■	**VeVA-Code**	Code für die Klassierung der Abfälle, gemäss Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA).
	■		**Viren**	Viren sind eigenständige, infektiöse Einheiten, die sich in einer Reihe von Eigenschaften grundlegend von anderen Mikroorganismen unterscheiden. Sie bestehen nur aus Erbmaterial (RNA oder DNA) und Proteinen, die in Form einer schützenden Eiweisshülle das Erbmaterial umschliessen. Sie besitzen weder eine Zellstruktur noch einen eigenen Stoffwechsel und sind deshalb für ihre Vermehrung auf die Syntheseleistung einer lebenden Wirtszelle angewiesen. Die Überlebensfähigkeit von Viren ausserhalb einer Wirtszelle ist, je nach Virusart und Aussenbedingungen, sehr unterschiedlich, aber, unter geeigneten Bedingungen, bis zu mehreren Monaten möglich.
	■		**Virostatika**	Arzneimittel, das gegen virale Erkrankungen eingesetzt werden kann. Virostatika hemmen die Vermehrung der Viren im Körper.
	■		**Viskosität**	Die Viskosität ist ein Maß für die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit. Je grösser die Viskosität, desto dickflüssiger (weniger fliessfähig) ist das Fluid; je niedriger die Viskosität, desto dünnflüssiger (fliessfähiger) ist es, kann also bei gleichen Bedingungen schneller fliessen.

© by FKS: 04/2014

A	B	C		
■	■	■	**Viton**	Viton ist die Warenbezeichnung der DuPont Performance Elastomere für deren Fluorelastomere. Es findet in der Technik Anwendung als Dichtungsmaterial mit hoher thermischer und chemischer Beständigkeit.
■	■	■	**Vollmaske**	Atemschutzmaske, die das ganze Gesicht bedeckt, in Verwendung mit einem Pressluftatmer oder mit einer Filtermaske.
■	■	■	**Vorfluter**	Vorfluter sind Fliessgewässer, die Wasser aus anderen Gewässern oder Abfluss-Systemen aufnehmen und ableiten. Ein Bach kann Vorfluter einer Kläranlage sein, der Fluss Vorfluter eines Bachs etc.
		■	**Zündpunkt**	Darunter versteht man die Temperatur, bei welcher sich ein Stoff mit Luftkontakt selbst entzündet (z.B. an einer heissen Oberfläche).

© by FKS: 04/2014

9 | Sachregister

Sachregister (nach Seitenzahl)

A

AAAA-Regel / 4-A-Regel → 2.010, 8.002
Abbrandgeschwindigkeit → 2.060
ABC-Datenbanken' → 6.003
ABC-Terror → 2.114, 3.025, 4.013, 5.022
abdichten → 2.004, 2.005, 2.098, 5.061
Abfall-Code → 4.022, 5.030, 5.034, 6.072
Abfälle → 3.033, 4.010, 4.022, 5.030, 5.034, 6.072
Abgeberbetrieb → 5.033
Ableitfähigkeit → 5.065, 8.011
Abschirmung → 2.010, 3.002, 3.010, 3.012, 3.019, 5.090, 8.011
Absetzbecken → 2.109
Absorbersperren → 5.148
absorbieren → 5.066, 5.121
Absorption → 5.044, 5.051, 5.148, 5.149, 7.006, 8.011
Acetylen → 5.015, 5.042, 5.048, 5.079, 5.082, 5.091
ADR-Klasse → 2.057
AEGL, Acute Exposure Guideline Levels → 5.055, 5.056
Aerosol → 2.012, 2.022, 3.025, 4.002, 4.005, 4.008, 4.013, 4.020, 5.009, 6.034, 8.011
Aggregatzustand → 2.036, 2.039, 2.111, 8.011
Aktivität → 2.063, 3.002, 3.003, 3.014, 3.015, 3.021, 3.041, 3.043, 8.011
Aktivitätskonzentration → 2.063, 3.003
Akutspital → 2.075, 8.011
alkalisch → 2.081, 2.091, 4.018, 5.028, 5.049, 5.052, 5.071, 8.011
Alpha-Strahlung → 3.002, 3.019, 8.011
Amidosulfonsäure → 5.072
Ammoniak → 2.020, 2.049, 2.059, 5.015, 5.048, 5.049, 5.053, 5.055, 5.059, 5.060, 5.073, 5.074, 5.079, 5.080, 5.082, 5.083, 5.085, 5.112, 5.113, 5.115, 5.119, 5.121, 5.125, 7.013
Ampelsystem → 2.078
An-/Ausziehen persönlicher Schutzausrüstung → 2.033
Ansteckung → 2.008, 2.062, 4.002, 4.005, 4.010, 4.011, 4.017, 4.018, 8.011
Anthrax → 4.004, 4.013, 4.015, 4.018, 4.025
Antibiotika → 4.003, 4.008, 4.013, 4.015, 8.011
Antidota-Kit → 5.027
Antikörper → 4.025, 8.011
antistatisch → 2.023, 2.027, 5.132, 8.011
apolare Brennstoffe → 2.091, 2.092, 8.011
Arbeitsplatzgrenzwert, AGW → 5.055, 5.057
Armaturen → 2.042, 5.105, 5.122, 5.139, 5.144
Asservat → 4.023, 8.011
Atemschutz → 2.010, 2.019
ATEX → 5.011, 5.013, 5.016, 5.017, 5.018, 5.019
Atom → 3.002, 3.006, 8.012
Aufenthaltszeit → 2.004, 2.008, 2.010, 3.004, 3.010, 3.011
Auffangbecken → 5.061
Auffangen → 2.097, 3.033, 4.018, 4.019, 5.028, 5.029, 5.061, 5.147
Aufladung → 2.024, 5.011, 5.062, 5.126, 5.129, 5.130, 5.131, 5.132, 5.133
Augenschutz → 2.019, 2.022, 2.094
Ausbreitungsklassen → 6.034, 6.035, 6.037, 6.038

B

Bachsperre → 2.111, 5.149
Bakterien → 2.022, 2.027, 2.062, 4.005, 4.007, 8.012
Barcode → 2.076
Base → 2.025, 5.049, 5.053, 5.070, 5.071, 5.072, 5.073, 5.121, 8.012
Becquerel → 3.003, 8.012
Beförderungspapiere → 2.011, 2.067, 2.068, 5.021, 8.012
Begasung → 2.066
Begleitschein → 2.068, 4.022, 5.031, 5.033, 5.034, 8.012
Benetzung → 4.021, 8.012
Bergebehälter → 2.004, 5.119, 5.120, 7.014
Berstgefahr → 2.038, 2.058, 4.026, 5.009, 5.074, 5.091
Bestrahlung → 2.063, 3.006, 3.012, 3.014, 3.019, 3.025, 3.028, 3.030
Beta-Strahlung → 3.002, 8.012
Bezettelung → 2.046, 2.052, 3.021, 6.013
Bindemittel → 5.030, 5.066, 5.067, 5.068, 5.069, 5.148, 5.149, 6.009
Binden → 2.004, 2.005, 3.032, 5.066, 5.068, 5.069, 5.121, 5.125
Bio-Bottle → 4.024

© by FKS: 04/2014

Biosafety Officer, BSO → 4.005, 4.006, 8.012
Biosicherheitsstufe → 4.003, 4.005, 4.006, 4.007, 8.012
BLEVE → 5.086, 5.088, 5.089, 5.090, 6.033
Blocklager → 5.009
Bodenproben → 5.037
Boil-over → 2.091
Brandgase → 5.110, 5.111, 5.112, 5.113, 5.114, 5.117
Brandschutz- und Feuerwehreinsatzplan → 3.008, 3.016, 7.003
Brennpunkt → 5.004, 8.012
Bundesstab ABCN → 3.008, 3.016, 7.003

C

Calciumcarbonat → 5.071, 5.072, 5.073
Calciumhydroxid → 5.071, 5.072, 5.073
Calciumhypochlorit → 5.072
CAS-Nummer → 6.003, 8.012
Chemikalie → 2.052, 5.069, 5.070, 6.068, 8.012
Chemikalienbeständigkeit → 2.025, 6.068, 8.012
Chemikalienbindemittel → 5.069
Chlor → 2.020, 2.049, 2.059, 5.048, 5.052, 5.059, 5.060, 5.071, 5.072, 5.074, 5.079, 5.080, 5.085, 5.087, 5.113, 5.115, 5.117, 5.119, 5.121, 7.014
CMR-Stoffe → 5.007, 5.020, 5.022, 8.012
Crash-Rettung → 2.011, 2.016, 8.013
Curie → 3.003

D

Dampf / Dämpfe → 2.012, 2.020, 2.036, 5.013, 5.042, 5.044, 5.048, 5.055, 5.074, 5.125, 8.013
Dampf-Dichte-Verhältnis → 5.003, 8.013
Dampfdruck → 5.003, 5.125, 8.013
Deflagration → 5.010, 8.013
Dekontamination → 2.004, 2.005, 2.011, 2.017, 2.027, 2.073, 2.078, 2.079, 2.081, 2.083, 3.030, 4.018, 5.028, 8.013
Dekontaminationsstelle → 2.017, 2.018, 2.078, 2.081, 7.012, 7.015, 8.013
Deko-Set → 2.076
Dekospital → 2.075, 3.028, 8.013
desensibilisierte Explosivstoffe → 2.059, 2.060, 8.013
Desinfektion → 4.018, 4.019, 8.013
Desinfektionsmittel → 4.020, 4.021, 8.013
Detergens → 5.031, 8.013
deterministischer Schaden → 3.006
Detonation → 2.036, 5.010, 8.013
Dichtband → 5.063
Dichte → 5.003, 5.004, 5.048, 5.082, 5.093, 5.125, 5.147, 8.013
Dichtlanzen → 5.065
Diffusion → 2.012, 8.013
Dirty bomb → 3.025, 3.027, 8.014
Doppelmembranpumpe → 5.128
Dosimeter → 2.113, 3.011, 3.039, 8.014
Dosis → 3.004, 3.006, 3.016, 3.022, 3.028, 3.039, 8.014
Dosiskontrolle → 3.011, 8.014
Dosisleistung → 2.063, 3.002, 3.004, 3.007, 3.023, 3.024, 3.034, 3.035, 3.038, 3.041, 8.014
Dosisleistungs-Messung → 3.035, 3.038
Dosismassnahmenkonzept → 3.016
Dreifacher Brandschutz → 2.086, 2.087
Dreifacher Löschangriff → 2.086, 2.089
Dreifachtest → 5.052, 8.014
Druckhöhe → 5.124
Druckreduzier- und Messstation → 5.098
druckverflüssigte Gase → 5.085
Durchbruchzeit → 2.024

E

Eichung / eichen → 3.040, 5.042, 8.014
Einsatzequipe VBS, EEVBS → 7.008
Einsatzfahrt → 1.004
Einsatzpläne → 2.008, 2.098, 2.115, 3.012, 4.005, 5.007, 5.100, 5.109
Einsatztoleranzwert, ETW → 5.055, 5.057
Einwirkzeit → 2.083, 4.020, 4.021
elektrochemische Sensoren → 5.044, 8.014
elektromagnetische Strahlung → 3.006
Elektron → 3.002, 3.006, 5.044, 8.014
Elektrostatik → 5.116, 5.135, 8.014
elektrostatische Aufladung → 5.129, 5.130
Element → 2.002, 5.155, 8.014

© by FKS: 04/2014

Emergency Response Planning Guidelines, ERPG → 5.055, 5.057, 5.060
Emission → 6.034, 8.014
Endemie → 8.014
endotherm → 8.014
Entladung → 5.130, 5.131, 5.132, 5.133, 5.137
Entsorgungsunternehmen → 2.070, 5.030
Entwässerung → 2.096, 2.099, 2.100, 2.101
Epidemie → 8.014
Erdgas → 5.048, 5.074, 5.082, 5.096
Erdung → 5.129, 5.132, 5.134, 5.135, 5.137, 5.138
ERI-Cards → 6.005
Erreger → 2.030, 4.002, 4.011, 4.015, 4.018, 4.020, 4.025, 8.014
Erste Hilfe → 2.073, 3.028, 4.017, 5.025
EUH-Sätze → 6.017
Ex-Gefahr → 1.005, 5.010, 5.101
exotherm → 5.072, 8.014
Explosion, Explosionsgefahr → 1.005, 2.015, 2.036, 5.010, 8.015
Explosionsgeschützte elektrische Steckverbindungen → 5.018, 5.019
Explosionsgeschützte Geräte → 5.016, 5.017
Explosionsgrenzen, UEG, OEG → 5.042, 8.015
Explosionsschutz → 5.010
Explosionszonen → 5.013
Exzenter → 5.065

F

Fachberatung → 2.003, 2.009
falsifizieren → 4.025, 8.015
Fasspumpe → 5.029, 5.128
Feindekontamination → 2.081, 5.028, 8.015
Feststoffproben → 5.037
Feuerwehr 2015 → 2.002
Filteratemschutz → 2.019, 2.020, 2.021, 2.022
Filtrierende Halbmasken → 2.019, 2.022
Flächendesinfektion → 4.019, 8.015
Flammpunkt → 2.038, 5.004, 8.015
Flansch → 2.042, 5.104, 5.123, 5.131
Flüssiger Stickstoff → 4.026
Flüssiggas → 2.045, 5.077, 5.085, 5.087, 5.093, 8.015
Flüssigkeitsproben → 5.037
Flüssigphase → 2.090, 5.085, 5.086
Flusssäure → 5.025, 5.028, 5.071, 5.072, 5.073
Förderhöhe → 5.124
freigestellte Mengen → 2.065, 8.015
Freigrenze → 2.043, 2.045
Freisetzung → 2.041, 2.114, 3.018, 4.002, 6.033, 8.015
Fussschutz → 2.031, 2.032

G

Gamma-Strahlung → 3.002, 8.015
GAMS-Regel → 2.005, 2.008, 2.011
Gas → 5.042, 5.044, 5.048, 5.074
Gasaustritt → 5.101, 5.118
Gaschromatograpf-Massenspektrometer, GC-MS → 5.044
Gasflaschenkennzeichnung → 5.079
Gaspendelung → 5.125, 8.015
Gasspürpumpe → 5.047
Gaswäscher → 5.119
Gebinde → 2.037, 2.038
Gefahrendiamant → 2.037, 2.051
Gefahrenhinweise → 2.052, 2.053, 6.014
Gefahrensymbol → 2.037, 2.053, 2.055, 8.015
Gefahrentafel → 2.037, 2.043, 2.046, 8.015
Gefahrenzone → 1.002, 1.006, 2.008, 2.013, 2.071, 2.072, 2.078, 2.079, 3.034, 5.089, 8.015
Gefahrgut → 2.038, 2.043, 5.033, 8.015
Gefahrnummer → 2.037, 2.043, 2.048, 2.061, 6.030, 8.016
Gefahrstoff → 2.036, 2.043, 2.055, 2.112, 8.016
Gefahrzettel → 2.037, 2.043, 2.057, 3.023, 4.011, 5.078, 8.016
Geruchsschwellenwert, GSW → 5.055, 5.060
geschlossene Quelle → 3.004, 3.014
Gewässerproben → 5.037, 5.039
GHS (Globally Harmonized System) → 2.052, 2.053, 2.055, 6.014, 6.018
Giftigkeit → 2.038, 5.055
Glasverpackungen → 2.038
Glossar → 8.011
Grenzwerte → 5.055
Grobdekontamination → 2.005, 2.008, 2.078, 2.079, 3.030, 4.018, 5.028, 8.016

© by FKS: 04/2014

Guide Orange → 6.004, 6.007
Gully-Ei → 5.063
GVO → 2.006, 4.002, 4.005, 4.007, 4.011, 8.016

H

Halbmaske → 2.019, 2.022, 8.016
Halbwertszeit → 3.003, 8.016
Halogen → 5.052, 5.071, 5.072, 5.073, 5.113, 5.121, 5.155, 8.016
Handmembranpumpe → 5.128
Handschutz → 2.023, 2.024, 2.025
Havariebecken → 2.103
Hazchem-Code → 2.037, 2.050
HazMatID → 4.025, 5.051
Helikopter → 7.009, 7.013
Hochdruckdichtschlauch → 5.064
Hochwasserentlastung → 2.099, 2.101, 2.102, 2.104
Holzkeile → 5.064
Hommel → 6.008
homogen → 8.016
H-Profil → 5.062
H-Sätze → 2.052, 2.053, 6.014
hydrophob → 2.091, 5.068, 5.148, 8.016
hygroskopisch → 5.071, 5.072, 8.016
Hypalon → 2.023, 8.016
Hypothermie-Schock → 5.026, 5.027

I

IGS-Check → 6.006, 8.016
Immediately Dangerous to Life and Health, IDLH → 5.055, 5.057, 5.060
Immission → 6.034, 8.016
Implosion → 8.016
inaktivieren / Inaktivierung → 2.005, 4.022, 8.016
Indikatorpapier → 5.050, 5.051, 5.052
Inertisierung → 5.011, 5.013, 8.016
INES-Skala → 3.018
Infektion → 4.002, 4.016, 8.017
Infrarotspektrometer, IR → 5.044, 5.051
Ingestion → 2.012, 8.017
Inhalation → 2.012, 8.017
Inkorporation → 2.012, 8.017
Inkubationszeit → 8.017
Iod-Prophylaxe → 3.017, 8.017
Iodtablette → 3.027, 8.017
Ion → 3.006, 8.017
Ionenmobilitätsspektrometer, IMS → 5.044
Ionisation → 3.006, 5.044
ionisierende Strahlung → 2.063, 3.002, 3.003, 3.004, 3.006, 8.017
ISO-Klassifizierung → 3.015, 8.017
Isotop → 3.032, 8.017

K

Kalibrierung → 3.040, 8.017
Kampfstoffe → 2.028, 5.022, 5.024, 5.053, 8.017
Kampfstoff-Nachweispapier, KNP → 5.053
Kanalisationspläne → 2.101, 2.102
Kanalisationssysteme → 2.099, 2.100
Kantonale Führungsorganisation, KFO → 7.002
kanzerogen → 5.007, 8.017
Kartonverpackungen → 2.038
Kavitation → 5.125, 8.017
Kemler-Zahl → 2.043, 8.017
Kernkraftwerk → 3.016, 3.017
Kernumwandlung → 3.002
Kesselwagen → 2.045, 2.046, 2.047
Klassifizierungscode → 5.078
Koaleszenzfilter → 2.108
Kofferpumpe → 5.128
Kohlendioxid → 4.026, 5.048, 5.059, 5.071, 5.079, 5.081, 5.112, 5.115
Kohlenmonoxid → 5.048, 5.059, 5.112, 5.115
Kohlenwasserstoffe → 2.092, 5.052, 5.112, 5.113, 8.017
Komprimierte Gase → 5.084
Kontamination → 8.017
Kontaminationsnachweis → 3.034, 3.035
Kontrolle auf Verätzung, Vergiftung und Verbrennung, KVVV → 2.008, 5.025
Konusse → 5.065
Körperschutz → 2.026
Korrosion → 8.018
Kunststoffbrände → 5.116
Kunststoffverpackungen → 2.039

© by FKS: 04/2014

L

Latenzzeit → 5.026, 8.018
Lateral-Flow Assays (LFAs) → 4.025
Latex → 2.023, 8.018
Laugen → 5.025, 5.070, 5.083, 5.154, 8.018
Leckage → 2.042
Leckdichtkissen → 5.064
Leckrate → 2.041, 2.042, 5.127
Lecksuchspray → 5.118
Letale Dosis, LD → 5.055, 5.059
Letalität → 5.059, 8.018
Liquified Petroleum Gases, LPG → 5.087, 5.088, 5.089
Literaturverzeichnis → 10.002
Löschwasser → 2.096, 2.097
Löschwasserrückhaltung → 2.098
Luftproben → 5.037

M

MAK-Wert → 5.055, 5.058, 5.060
Manometer → 5.084, 5.085
Materialbeständigkeit → 6.068
Maul- und Klauenseuche → 4.016
Medium → 8.018
MEMPLEX → 6.009
Messen → 2.005, 2.112, 3.034, 4.025, 5.040
Messgrundsätze → 2.113, 3.034
Metallverpackungen → 2.039
Methan → 5.042, 5.048, 5.082, 5.096, 5.115
Mikroorganismen → 2.022, 4.002, 4.011, 8.018
Mineralölfahrzeuge Notentleerung → 5.139
Mischprobe → 5.039
Mischwasserkanalisation → 2.099
Mittelschaum → 2.093
Mobiler Ölabscheider → 5.151
Modell für Effekte mit toxischen Gasen, MET → 6.033
Molare Masse → 5.003, 8.018
Molekül → 8.018
mutagen → 8.018

N

Nachschlagewerke → 6.003
Nachweispasten → 5.051, 5.052
Nationale Alarmzentrale, NAZ → 3.008, 3.016, 6.006, 7.002, 8.018
Natriumbicarbonat → 5.072
Natriumcarbonat → 5.072, 5.073
Natriumthiosulfat → 5.072
Nennweite → 2.042, 8.018
Neutralisation → 5.028, 5.066, 5.070, 8.018
Neutralisationsmittel → 5.072, 5.073
Niederschlagen von Gasen/Dämpfen → 5.118
Nitril → 8.018
Nitrose Gase → 2.020, 5.048, 5.059, 8.018
Notfallwanne → 5.061
Nuklid → 3.003, 8.018

O

Obere Explosionsgrenze → 5.042
Oberflächenproben → 5.037
Odorieranlagen → 5.098
Odorierung → 5.096, 5.098, 8.018
offene Quelle → 3.004, 3.014
Ölabscheider → 2.105, 2.106, 2.107, 2.108
Ölbindemittel → 5.066, 5.068, 5.148, 5.149
Ölbindevliese → 5.068, 5.148, 5.149
Ölsperre → 5.149, 5.150
Öltestpapier → 5.052
organisch → 8.018
Ortsdosisleistung → 8.019
Oxidation → 8.019
Oxidationsmittel → 8.019
oxidierende Stoffe → 2.061, 5.083

P

Pandemie → 8.019
Partikel → 2.020, 2.022
pathogen → 4.007, 8.019
Patientenleitsystem (PLS) → 2.076

© by FKS: 04/2014

Periodensystem → 5.155
Permeation → 2.025, 8.019
Peroxide → 2.062, 8.019
Personendekontamination → 2.078, 3.030, 4.018, 5.028, 8.019
Personendesinfektion → 4.018, 8.019
Personendosimeter → 3.011, 3.039
Personendosis-Messung → 3.035
Phasenplan „ABC-Wehr-Einsatz" → 2.004
pH-Messung → 5.049
Photoionisationsdetector, PID → 5.044
pH-Papier → 5.050, 5.052, 8.019
pH-Wert → 5.049, 5.070, 8.019
Placard → 2.037, 2.043, 8.019
Pocken → 4.015
polare Brennstoffe → 2.091, 8.019
Polizei → 2.006, 2.009
Polyethylenglycol (PEG) → 5.025
Potentialausgleich → 5.129, 8.019
Pre-Triage → 1.006
Prionen → 8.019
Probenahme → 3.033, 4.023, 5.036
Propan → 5.074, 5.076, 5.077, 5.082, 5.085
Protective Action Criteria, PAC → 5.056, 6.034
Proteinfehler → 4.020
Prüfröhrchen → 5.044, 5.045
P-Sätze → 2.052, 2.053, 6.018
Pump-Effekt → 2.033
Pumpentypen → 5.127
Pyrolyse → 5.110, 8.019

Q

Quadratisches Abstandsgesetz → 3.007
Quarantäne → 4.022, 8.019
Quelle → 3.004, 8.019

R

Radioaktive Stoffe → 2.008, 2.063, 3.006
Radioaktivität → 3.002, 8.020
Radionuklid → 3.003, 6.006, 8.020
Raman-Spektrometer → 5.051
Rauchgase → 5.110
Referenzprobe → 4.010, 5.038, 5.039, 8.020
Regallager → 5.009
Regenklärbecken → 2.104
Regenrückhaltebecken → 2.104
Regenüberlaufbecken → 2.104
Reizungen → 5.027
relative Dichte → 5.004, 5.048, 5.082, 8.020
Retentionsfilterbecken → 2.109
Rohrdichtmanschetten → 5.065
Rohrdichtzylinder → 5.064
Röhrenspeicher → 5.099
Röntgenstrahlung → 3.002, 3.014, 8.020
R-Sätze → 6.023
Rückhaltebecken → 2.103

S

Sammelnummer → 2.048
Sammelplatz → 1.006
Sammeltransport → 2.043
San-Hist → 1.006, 2.075
Sanierung → 2.085, 8.020
Saubermann → 2.034, 8.020
Sauerstoff → 5.040, 5.042, 5.043, 5.079, 5.083, 5.093
Saughöhe → 5.124
Säure → 5.049, 5.070, 5.073, 8.020
Schachtabdeckung → 5.063
Schadenplatzorganisation → 1.006
Schaum → 2.086, 2.091, 2.092, 2.093
Schieberstationen → 5.099
Schlauchquetschpumpe → 5.128
Schmelzpunkt → 5.003, 8.020
Schmutzmann → 2.034, 8.020
Schulterfarbe (Gasflaschen) → 5.079
Schutzausrüstung → 2.012, 3.010, 4.003, 5.005
Schutzgrad/-stufe → 2.015, 3.010, 4.003, 5.005, 8.020
Schwerschaum → 2.091, 2.093
Selbsteinweiser → 2.075, 8.020
Selbstentzündung → 2.060, 2.062
Sensitivität → 4.025, 8.020
Seuche → 4.010, 4.016, 7.016, 8.020
Sicherheitsdatenblätter → 6.013, 8.021
Sicherheitshinweise → 2.052

© by FKS: 04/2014

Siedepunkt → 5.003, 8.021
Siedetemperatur → 8.021
Sievert → 3.004, 8.021
Signalwort → 2.052, 2.053
Simultantest → 5.044, 5.047
Siphon → 2.105
Skimmer → 5.151, 5.152
Sonderabfall → 2.068, 4.010, 4.022, 5.030, 5.033, 6.072, 8.021
Sorbsperren → 5.068, 5.148, 5.149
Sperrzone → 1.006, 2.071, 2.072, 8.021
Spezifisches Gewicht → 5.003, 5.124
Spezifität → 4.025, 8.021
Splittfilter → 2.109
S-Sätze → 6.027
stationäre Anlage → 3.012, 4.005, 5.007
Staub / Stäube → 2.020, 2.022, 5.012, 5.013, 5.017
Staubexplosion → 5.012
Sternpunkt → 5.135, 5.137, 5.138, 8.021
Stickstoff → 4.026, 5.048, 5.077, 5.093, 5.113
Stoffidentifikation → 2.004
Stoffklasse → 2.025, 5.112, 5.113
Stoffnummer → 2.037, 2.043, 2.048, 2.050
Störfallbetrieb → 2.115, 5.007, 8.021
strahlenexponierte Personen → 3.005
Strahlenexposition → 3.018, 8.021
Strahlenquellen → 3.004, 3.014, 3.015
Strahlenschutzverordnung → 3.012, 3.041
Strahlungsarten → 3.002
Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) → 2.109
Stückgut → 2.043, 2.051, 4.010
Summenformel → 5.003, 8.021
Suspension → 8.021

T

Tankfahrzeug → 2.044, 5.077, 5.139
Tankfahrzeuge für Gase → 5.077
Tauchpumpe → 5.128
Teletektor → 3.038
Temperaturfehler → 4.020
Temperaturklassen → 5.015
teratogen → 8.021
Terror → 2.114, 3.025, 4.013, 5.022
Testpapiere → 5.051
Test-Set P → 4.025
Teststäbchen → 5.050
Threshold Limit Values, TLV → 5.055, 5.058
Tiefkalte Gase → 5.093
Tierische „Nebenprodukte" → 4.012
Tierseuchen → 4.010, 4.016
Topografie → 2.040
Toxine → 4.015, 8.021
Transportindex → 3.023
Transportpapiere → 2.067
Triage → 1.006, 2.075, 8.021
Trockeneis → 4.026

U

Übergangsstücke → 5.122, 5.123, 5.143
Umpumpen → 5.122
Umverpackung → 2.054
Umwelteinflüsse → 2.040
Universalbinder → 5.069
Universalindikator → 5.049
UN-Nummer → 2.037, 2.049, 8.022
Untere Explosionsgrenze → 5.042
UN-Verpackung → 2.038

V

Venting → 3.017, 8.022
Verätzung → 5.025, 8.022
Verbrennung → 5.026, 8.022
Verdrängerpumpen → 5.127, 5.128
Verflüssigte Gase → 5.085
Vergiftung → 5.026, 8.022
verifizieren → 4.025, 8.022
Verkehrsumleitzone → 1.006, 2.071, 2.072, 8.022
Vermehrungsfähigkeit → 8.022
Verpuffung → 5.010, 8.022
Verschäumungszahl → 2.093
VeVA-Begleitschein → 4.022, 5.033, 5.034
VeVA-Code → 4.022, 6.072, 8.022
Viren → 8.022

© by FKS: 04/2014

Virostatika → 8.022
Viskosität → 5.124, 5.126, 8.022
Viton → 8.023
Vogelgrippe → 4.016
Vollmaske → 2.023
Vollschutz → 2.029
Volumenabschätzung → 2.041
Vorfluter → 2.099, 2.100, 8.023

W

Wagenpapiere → 2.037, 2.067
Warnzeichen → 2.056, 4.007
Wasserlöslichkeit → 5.121
Wassernachweispaste → 5.051, 5.052
Weg des Patienten → 2.073, 2.074, 2.075
Windrichtung → 2.040
Wischtestsonde → 3.031, 3.036, 3.037

Z

Zentrifugalpumpen → 5.127, 5.128
Zerfall → 3.002, 3.003
Zersetzungsgase → 5.110, 5.115
Zitronensäure → 5.071, 5.072, 5.073
Zollmessstationen → 5.098
Zündenergie → 5.132
Zündpunkt → 5.004, 8.023
Zündquelle → 5.011, 5.129
Zündtemperatur → 5.004, 5.015

© by FKS: 04/2014

10 | Literaturverzeichnis

10.1 | Literaturverzeichnis

- **Bessel Mathias et al.** (2005):
  Dekontamination - Teil 1 Grundlagen;
  Dekontamination - Teil 2 Taktische Hinweise.
  Berlin: Fachverlag Matthias Grimm

- **Bessel Mathias et al.** (2006):
  Fachberater ABC.
  Berlin: Fachverlag Matthias Grimm

- **Brandschutz, Deutsche Feuerwehr-Zeitung** (2012):
  Das Feuerwehr-Lehrbuch.
  2. aktualisierte und erweiterte Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS** (2010):
  Ausbildung im ABC-Schutz (als CD-Rom).
  Bern: BABS

- **Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe** (2007):
  Biologische Gefahren I.
  3. vollständig überarbeitete Auflage.
  Rheinbach: Moser Druck + Verlag GmbH

- **Bundesamt für Gesundheit / Chemsuisse, Kantonale Fachstellen für Chemikalien** (2010):
  Achtung Gefahr!
  Bern: BAG

- **Bützer Peter** (1991):
  Technischer Behelf für den Schutz bei C-Ereignissen.
  Bern: Zentralstelle für Gesamtverteidigung

- **CEFIC** (2010):
  ERI-Cards, Emergency Response Intervention Cards.
  2. überarbeitete und erweiterte Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Chemiewehrschule** (2010):
  Verhalten bei ABC-Ereignissen (Behelf).
  Zofingen: Chemiewehrschule

- **Döbbeling Ernst-Peter, Miska Horst** (2010):
  Strahlenschutz.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, Die Roten Hefte, H. 20.

- **Dräger Safety AG** (2008):
  Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch. 15. Auflage.
  Lübeck: Dräger Safety AG & Co. KGaA

- **Feuerwehr Koordination Schweiz** (2005)
  ABC-Einsatzunterlagen.
  Zürich: GVZ

- **Feuerwehr Koordination Schweiz** (2008)
  ABC-Wehr, Behelf für Einsatzkräfte.
  Zürich: GVZ

© by FKS: 04/2014

- **Feuerwehr Koordination Schweiz** (2011)
  Feuerwehr 2015, Konzeption FW.
  Bern: FKS

- **Gebäudeversicherung Kanton Zürich** (1993):
  Öl-, Chemiewehr (Behelf).
  Zürich: GVZ

- **Geissmann Felix, Ludescher Urs** (2006)
  Chemiewehr für Einsatzkräfte.
  Bern: Simowa Verlag

- **Glembotzki Bernhard et al.** (2010):
  Feuerwehrhandbuch; Gefährliche Güter, Gefahrstoffe und Chemikalien nach GHS.
  Düsseldorf: Verkehrsverlag Fischer

- **Habermaier Frank** (2010):
  Chemie, Grundwissen für die Feuerwehr.
  3. überarbeitete und erweiterte Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Kemper** (2006):
  Grundlagen des ABC-Einsatzes.
  Lansberg: Ecomed Verlagsgesellschaft AG

- **Kemper** (2007):
  Durchführung des ABC-Einsatzes.
  Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft AG

- **Klein Jürgen** (2002):
  Gefahrgut-Einsatz.
  2. überarbeitete Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, Die Roten Hefte, Buch 88

- **Knorr Karl-Heinz** (2010)
  Die Gefahren der Einsatzstelle.
  8. überarbeitete und erweiterte Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Krawczyk B., Simeon O., Deutloff G.** (2010):
  Notfallhelfer Gefahrgut.
  5. überarbeitete Auflage.
  Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft AG

- **Koordinierter Sanitätsdienst, KSD** (2006):
  Konzepte „ABC-Dekontamination von Personen im Hospitalisationsraum"
  und „ABC-Dekontamination von Personen im Schadenraum".
  Ittigen: Geschäftsstelle KSD

- **Kühar Andreas** (2007):
  Dekontamination.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Lustenberger Stefan, Handke Alex** (2010):
  ABC-Ausbildungsunterlagen Berufsfeuerwehrlehrgang.
  Zürich: Schutz & Rettung „Höhere Fachschule für Rettungsberufe"

© by FKS: 04/2014

- **Nüssler Hans-Dieter** (2009):
  Gefahrgut-Ersteinsatz.
  Hamburg: Storck Verlag

- **Rönnfeldt Jens, König Mario** (2010):
  Messtechnik im Feuerwehreinsatz.
  2. überarbeitete und erweiterte Auflage.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer

- **Schweizerischer Feuerwehrverband** (1999):
  Behelf für die Dekontamination nach Chemieereignissen.
  Bern: SFV

- **Schweizerischer Feuerwehrverband** (2001):
  Behelf für das Verhalten von Ortsfeuerwehren bei Chemieereignissen.
  Bern: SFV

- **Schweizerischer Feuerwehrverband** (2006):
  Behelf für das Verhalten von Ortsfeuerwehren bei radiologischen Ereignissen.
  Bern: SFV

- **Schweizerischer Feuerwehrverband; Paul Scherrer Institut** (1996):
  Einsatzbehelf für die Strahlenschutz-Einsatzkräfte der Feuerwehren.
  Bern: SFV und PSI

- **Wick Patrick, Schuler Daniel (2012)**
  Handbuch Persönliche Schutzausrüstung.
  Spiez: Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

- **Wickert Lucia, Holzapfel Bianca** (2008):
  B-Einsatz.
  Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, Die Roten Hefte, Bd. 91

- **Widetschek Otto** (2000):
  Der kleine Gefahrguthelfer.
  4. Auflage.
  Landberg: Ecomed Verlagsgesellschaft AG

- **Widetschek Otto** (2012):
  Der grosse Gefahrguthelfer.
  Graz-Stuttgart: Leopold-Stocker-Verlag

© by FKS: 04/2014

11 | Kantonale Ergänzungen

12 | Persönliche Unterlagen