Institut der Feuerwehr
Nordrhein-Westfalen

Lernunterlage B3-340

Einsatztaktik C-Gefahrstoffe

Dezernat B3: Verbandsführer, ABC-Schutz und Medizinische Rettung

Ausgabe Juni 2025 48 Seiten

Inhalt

Einsätze mit Gefahrstoffen erfordern eine individuelle, auf die jeweilige Substanz angepasste Einsatztaktik und deren teils sehr aufwendige technische Umsetzung. Die vorliegende Lehrunterlage beschreibt die Eigenschaften von einsatzrelevanten chemischen Stoffen, insbesondere ihre Gefahren und geeignete Maßnahmen zu deren Abwehr.
Die Einordnung der Gefahrstoffe orientiert sich an den Transportklassen gemäß ADR.
Dieses Basiswissen soll die Beurteilung der Lage und den Entschluss zu taktisch und technisch richtigen Maßnahmen erleichtern.

Urheberrecht

© IdF NRW, Münster 2025, alle Rechte vorbehalten.

Die vorliegende Lernunterlage darf, auch auszugsweise, ohne die schriftliche Genehmigung des IdF NRW nicht reproduziert, übertragen, umgeschrieben, auf Datenträger gespeichert oder in eine andere Sprache bzw. Computersprache übersetzt werden, weder in mechanischer, elektronischer, magnetischer, optischer, chemischer oder manueller Form.
Der Vervielfältigung für die Verwendung bei Ausbildungen von Einheiten des Brand- und Katastrophenschutzes des Landes Nordrhein-Westfalen wird zugestimmt.

IdF

Anmerkung

Eine Schreibweise, die beiden Geschlechtern gleichermaßen gerecht wird, wäre sehr angenehm. Da aber entsprechende neuere Schreibweisen in der Regel zu großen Einschränkungen der Lesbarkeit führen, wurde darauf verzichtet. So gilt für die gesamte Lernunterlage, dass die maskuline Form, wenn nicht ausdrücklich anders benannt, für beide Geschlechter gilt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 4
2 Allgemeines ... 4
2.1 Kennzeichnung von C-Gefahrstoffen ... 4
3 Einsatztaktik im C-Einsatz ... 6
3.1 Gefahrengruppen ... 6
3.2 Lagefeststellung ... 8
3.3 Gefahrenbereich und Absperrbereich ... 8
3.4 Besondere Lagen ... 9
4 Maßnahmen ... 10
4.1 Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff ... 11
4.1.1 Kennzeichnung ... 12
4.1.2 Gefahren ... 12
4.1.3 Spezielle Maßnahmen ... 13
4.2 Gase ... 15
4.2.1 Kennzeichnung ... 15
4.2.2 Gefahren ... 15
4.2.3 Spezielle Maßnahmen ... 19
4.3 Entzündbare flüssige Stoffe ... 21
4.3.1 Kennzeichnung ... 21
4.3.2 Gefahren ... 21
4.3.3 Spezielle Maßnahmen ... 23
4.4 Feste entzündbare Stoffe ... 25
4.4.1 Kennzeichnung ... 25
4.4.2 Gefahren ... 25
4.4.3 Spezielle Maßnahmen ... 25
4.5 Selbstentzündliche Stoffe ... 26
4.5.1 Kennzeichnung ... 26
4.5.2 Gefahren ... 26
4.5.3 Spezielle Maßnahmen ... 26
4.6 Stoffe, die mit Wasser entzündbare Gase entwickeln ... 27
4.6.1 Kennzeichnung ... 27
4.6.2 Gefahren ... 27
4.6.3 Spezielle Maßnahmen ... 28
4.7 Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe ... 29
4.7.1 Kennzeichnung ... 29
4.7.2 Gefahren ... 29
4.7.3 Spezielle Maßnahmen ... 31
4.8 Giftige Stoffe ... 32
4.8.1 Kennzeichnung ... 33
4.8.2 Gefahren ... 33
4.8.3 Spezielle Maßnahmen ... 35
4.9 Ätzende Stoffe ... 36
4.9.1 Kennzeichnung ... 36
4.9.2 Gefahren ... 37
4.9.3 Spezielle Maßnahmen ... 38
4.10 Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände ... 39
4.10.1 Kennzeichnung ... 39
4.10.2 Gefahren ... 39
4.10.3 Spezielle Maßnahmen ... 39
5 Chemische Kampfstoffe ... 42
5.1 Wirkungsweisen chemischer Kampfstoffe ... 42
5.2 Spezielle Maßnahmen ... 44
6 Zusammenfassung ... 46
I Literaturverzeichnis ... 47

1 Einleitung

Die Zuständigkeit der Feuerwehr bei der Gefahrenabwehr erstreckt sich auch auf den Einsatz mit gefährlichen chemischen Stoffen und Gütern einschließlich der dabei erforderlichen Rettung von Menschen und Tieren (C-Einsatz), bei denen die speziellen Gefahren, die von diesen Stoffen ausgehen können, besonders berücksichtig werden müssen.

Aufgabe der Einsatzkräfte ist es, die von den Stoffen ausgehenden Gefahren zu erkennen, zu bewerten und diesen Gefahren mit geeigneten Maßnahmen entgegen zu wirken.

Diese Lernunterlage gibt hierzu einsatztaktische Hinweise. Sie orientiert sich dabei an den Transportklassen gemäß ADR.

2 Allgemeines

- **Gefahrstoff**

Gefahrstoffe sind Stoffe, Gemische und Erzeugnisse, die bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften, wie

- explosionsgefährlich
- entzündlich
- giftig
- gesundheitsschädlich
- ätzend
- reizend
- sensibilisierend
- krebserzeugend
- fortpflanzungsgefährdend
- erbgutverändernd
- umweltgefährlich

besitzen.

Als gefährlicher Stoff oder als gefährliches Gemisch eingestufte Chemikalien müssen beim Inverkehrbringen mit einer Kennzeichnung versehen werden, um den Menschen und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen. [4] Link

- **Gefahrgut**

Wenn Gefahrstoffe auf öffentlichen Verkehrswegen transportiert werden, spricht man von Gefahrgut [5] Link. Die beiden Begriffe Gefahrstoff und Gefahrgut sind nicht identisch, da die Gefahrstoffkennzeichnung über Gefahren bei Tätigkeiten mit den eingestuften Gefahrstoffen informieren soll. Die Gefahrgutkennzeichnung hingegen ist auf die Transportgefahren abgestellt (z. B. mit Informationen für die Feuerwehr). So unterliegen auch nicht alle Stoffe jeweils beiden Bestimmungen.

2.1 Kennzeichnung von C-Gefahrstoffen

Wie oben beschrieben besteht beim Transport und beim Umgang von C-Gefahrstoffen eine Verpflichtung zur Kennzeichnung der Stoffe, deren Verpackungen, Fahrzeuge oder Gebäude. Den Einsatzkräften soll dadurch ermöglicht

werden, sich einfach und schnell einen groben Überblick über die möglichen Gefahren der Stoffe zu verschaffen und entsprechende sinnvolle Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einzuleiten.

Aufgrund der unterschiedlichen Arten und Eigenschaften der Stoffe und unterschiedlichen Rechtsvorschriften kommen hier unterschiedliche Kennzeichnungen zum Tragen, wie folgendes Beispiel zeigt:

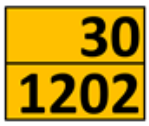
Dieselkraftstoff			
	Transport: Straße/Schiene	Transport: Binnenwasser	Umgang, Tätigkeiten
Regelwerk	ADR/RID	ADN	GefStoffV
Kennzeichnung		keine blauen Kegel oder Lampen	
Sonstiges			Signalwort: „Achtung“ H351: Kann vermutlich Krebs erzeugen

Tabelle 1: Unterschiedliche Kennzeichnung von Dieselkraftstoff in Abhängigkeit von Transportart oder Umgang [Tabelle: IdF NRW]

Notizen:

3 Einsatztaktik im C-Einsatz

3.1 Gefahrengruppen

Bereiche mit C-Gefahrstoffen werden bei der **Einsatzvorbereitung** entsprechend den durchzuführenden Maßnahmen nach der FwDV 500 in drei Gefahrengruppen eingeteilt: [1] Link

Gefahrengruppe IC:

Bereiche, in denen

- mit Haushaltschemikalien in Mengen bis einschließlich 1 000 kg umgegangen wird, oder die dort lagern und wo besondere chemische Gefahren nicht zu erwarten sind;
- mit gefährlichen Gütern, die in die Beförderungskategorie 3 und 4 eingestuft oder der Verpackungsgruppe III nach ADR/RID/GGVSEB zugeordnet sind, umgegangen wird oder die dort lagern.

Gefahrengruppe IIC:

Bereiche, in denen

- C-Gefahrstoffe in Mengen über 1000 kg gelagert werden;
- mit gefährlichen Gütern, die in die Beförderungskategorie 2 eingestuft oder der Verpackungsgruppe II nach ADR/RID/GGVSEB zugeordnet sind, umgegangen wird oder die dort lagern;
- Industriechemikalien in laborüblichen Mengen vorhanden sind;

und Anlagen wie

- Läger mit größeren Mengen handelsüblicher Produkte, von denen bekannt ist, dass sie im Brandfall C-Gefahrstoffe freisetzen können;
- Speditionsläger mit Mischlagerung verschiedener gefährlicher Stoffe;
- Schwimmbäder mit Chloranlage;
- Kühlanlagen mit Ammoniak als Kühlmittel.

Gefahrengruppe IIIC:

Bereiche, in denen

- sehr große Mengen gefährlicher Chemikalien gelagert werden (z.B. Chemikalien- und Pflanzenschutzmittelläger);
- Sprengstoffe erzeugt, gelagert, weiterverarbeitet oder eingesetzt werden;
- mit gefährlichen Gütern, die in die Beförderungskategorie 0 und 1 nach ADR/RID/GGVSEB eingestuft oder der Verpackungsgruppe I nach ADR/RID/GGVSEB zugeordnet sind, umgegangen wird oder die dort lagern;

sowie

- Betriebsbereiche nach der Zwölften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes(Störfall-Verordnung–12.BImSchV);
- militärische Anlagen und Bereiche, in denen Munition und/oder Kampfstoffe vorhanden sind;
- sonstige Bereiche, deren Eigenart im Einsatzfall die Anwesenheit einer fachkundigen Person erforderlich macht.

Für die Zuordnung einer Anlage oder eines entsprechenden Bereiches zu einer Gefahrengruppe ist immer die Gesamtbeurteilung im Hinblick auf eine potentielle Einsatzstelle notwendig.

Es ist daher möglich, dass aufgrund der Gesamtbeurteilung Anlagen oder entsprechende Bereiche einer anderen, in der Regel höheren Gefahrengruppe zugeordnet werden, als dieses nach dem Inventar an C-Gefahrstoffen, wie bei den Gefahrengruppen IC bis IIIC aufgeführt, notwendig gewesen wäre.

keine Kennzeichnung

In der FwDV 500 ist keine Beschilderung für die Kennzeichnung von Bereichen mit oben genannten Gefahrengruppen definiert. Lediglich ein teils vorhandener Feuerwehrplan gibt Hinweise zu Bereichen der Gefahrengruppen (IC), IIC und IIIC.

Notizen:

3.2 Lagefeststellung

Der C-Einsatz erfordert aufgrund der besonderen Vielfalt der Gefahrstoffe wichtige Ergänzungen in der Lageerkundung, die Aussagen zur Art, Menge und Eigenschaften der vorliegenden Stoffe erlauben. Dabei können zum Beispiel folgende Fragen von Bedeutung sein:

Erkundung

- Welche Kennzeichnung der Gefahrstoffe liegt vor?
- Um welche C-Gefahrstoffe handelt es sich?
- Welche Gefahrengruppe liegt vor?
- Welche chemischen und physikalischen Eigenschaften haben die Gefahrstoffe?
- Welche Sonderausrüstung ist einzusetzen?
- Ist eine ausreichende Beständigkeit der Sonderausrüstung gegeben?
- Bestehen besondere Risiken (Hautresorption giftiger Stoffe, explosionsfähige Atmosphären, Druckbehälter, etc.)?
- Wo liegt die Grenze zum Gefahrenbereich?

Sachkundiger bei III C

In jedem Einzelfall sind die Voraussetzungen für das Tätigwerden der Feuerwehren zu überprüfen. So ist in Objekten der Gefahrengruppe III C der Einsatz nur in Anwesenheit einer sachkundigen Person möglich. Beispielhaft können dies sein:

- Betriebsleiter/Laborleiter
- Gefahrstoff- oder Gefahrgutbeauftragte
- Störfallbeauftragte
- …

Sofortmeldung

Bei Schadensereignissen mit der Gefahr einer Freisetzung von Gefahrstoffen nach Anlage 1 (Runderlass des Ministeriums für Inneres und Kommunales NRW vom 16.05.2018) ist eine Sofortmeldung abzusetzen.

Der Einsatzleiter hat zu entscheiden, ob eine großräumige Gefahr für Gesundheit und Leben von Menschen besteht und gegebenenfalls eine Information oder Warnung der Bevölkerung durch die Medien zu veranlassen ist.

[2] Link

3.3 Gefahrenbereich und Absperrbereich

50 m

Entsprechend den Rahmenrichtlinien für den ABC-Einsatz ist zunächst ein Bereich mit einem Radius von 50 m um die Schadenstelle von Mannschaft und Gerät freizuhalten. Im weiteren Einsatzverlauf ist dieser Gefahrenbereich an die tatsächliche Schadenlage anzupassen.

Dabei ist eine Verringerung der Sicherheitsabstände erst nach weitergehender Erkundung und Identifizierung von Art und Menge des Gefahrstoffes und nach Weisung des Einsatzleiters möglich.

Für die Anpassung des Gefahrenbereiches gelten folgende Regeln:

Explosionsfähige Atmosphäre:

Falls ein brennbares Gas/Dampf austritt (Einsatz eines Explosionsgrenzenwarngeräts sinnvoll), ist abzuschätzen, ob ein zündbares Gemisch an der Einsatzstelle vorhanden ist und welche Auswirkungen eine Explosion des zündbaren Gemisches zur Folge hätte. Auf Grundlage dieser Abschätzung definiert sich der Gefahrenbereich.

Munition, Explosionsfähige Stoffe in größerer Menge, Flüssiggastanks:

Möglicher Gefahrenbereich: **500 m**,

Absperrbereich: **1000 m**.

Schadstoffe in Form von giftige Gasen, Dämpfen oder Nebeln:

Anpassung des Gefahrenbereichs nach Messungen der Schadstoffkonzentration. Die Grenze zum Gefahrenbereich ist bei Erreichen der Einsatztoleranzwerte (ETW-4) der vfdb-Richtlinie 10/01 Anlage 1 [3] Link festzulegen.

3.4 Besondere Lagen

Menschenrettung

Zur Rettung von Menschenleben können nach Entscheidung des Einsatzleiters erste Maßnahmen durchgeführt werden, ohne dass die üblicherweise angewendeten Schutzmaßnahmen vollständig getroffen wurden.

Bei den Gefahrengruppen II C und III C ist jedoch in jedem Fall als Mindestschutz die Form 1 zu tragen. Für flüssige Stoffe sind Kontaminationsschutzhandschuhe, die unter den Feuerwehrschutzhandschuhen getragen werden, sinnvoll.

Ausnahme

Bereiche der Gefahrengruppe IIIC, bei denen es sich um militärische Anlagen mit Munition oder chemischen Kampfstoffen handelt, dürfen ohne Anwesenheit eines zuständigen und sachkundigen Militärangehörigen auf keinen Fall - auch nicht zur Rettung von Menschenleben - betreten werden.

Notizen:

4 Maßnahmen

Die Einsatzmaßnahmen sind so zu planen, dass jede unnötige Verbreitung des Gefahrstoffs vermieden wird.

Transportklassen

Zur Einteilung der spezifischen Gefahren werden die Gefahrstoffe in der ADR in verschiedene Transportklassen eingeteilt. Davon werden die Klasse 7 im Kapitel A-Gefahrstoffe und die Klasse 6.2 im Kapitel B-Gefahrstoffe der FwDV 500 gesondert beschrieben.

Die FwDV 500 stellt fest, dass die spezifischen Gefahren für jeden C-Gefahrstoff im Einzelnen unter zur Hilfenahme eines Informationssystems mindestens der Stufe 3 erkundet werden muss.

Das bedeutet, dass nur bei sicheren Erkenntnissen zu den vorliegenden Stoffen der Eigenschutz und weitere Maßnahmen ggf. reduziert werden dürfen. Die grobe Eingruppierung in Stoffgruppen, wie z. B. die Transportklassen der ADR, kann nicht sicher alle Eigenschaften eines Gefahrstoffes abbilden. Daher darf sie für eine Reduzierung von Schutzmaßnahmen nicht verwendet werden. Gleichwohl stellt sie eine erste wichtige Information dar, weshalb im Folgenden auf die wesentlichen Eigenschaften der Transportklassen der ADR eingegangen wird.

4.1 Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff

Zu den explosiven Stoffen und Gegenständen mit Explosivstoff zählen feste oder flüssige Stoffe, Stoffgemische oder Gegenstände, die diese Stoffe enthalten, einzuordnen, die durch chemische Reaktion Gas von solcher Temperatur, solchem Druck und mit hoher Geschwindigkeit entwickeln können, dass durch Temperatur-, Druck- und Splitterwirkung Zerstörungen in der Umgebung auch in großer Entfernung eintreten können.

Nach verschiedenen Rechtsvorschriften werden explosive Stoffe und Gegenstände in 6 Unterklassen unterteilt:

Transport-klasse	Eigenschaften	Beispiele
1.1	Massenexplosionsfähig! Gleichzeitige Reaktion der gesamten Masse.	Schwarzpulver, Nitroglycerin, Trinitrotoluol (TNT), Sprengstoff Typ B (UN 0082)
1.2	Nicht massenexplosionsfähig. Bildung von Splitter und Wurfstücke.	Minen mit Sprengladung
1.3	Nicht massenexplosionsfähig. „Geringe“ Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.	gewerbliche Feuerwerkskörper, Nitrozellulose
1.4	Auswirkungen auf den Nahbereich des Versandstückes beschränkt.	Sylvester-Feuerwerk, Munition für Handwaffen
1.5	Sehr unempfindliche, massenexplosionsfähige Stoffe.	Sprengstoffe Typ B (UN 0331) u. E (UN 0332)
1.6	Extrem unempfindliche, nicht massenexplosionsfähige Stoffe.	Gegenstände mit Explosivstoff, extrem unempfindlich

Tabelle 2: Definition der Transportklassen nach ADR/RID und ihre Eigenschaften [Tabelle: IdF NRW]

4.1.1 Kennzeichnung

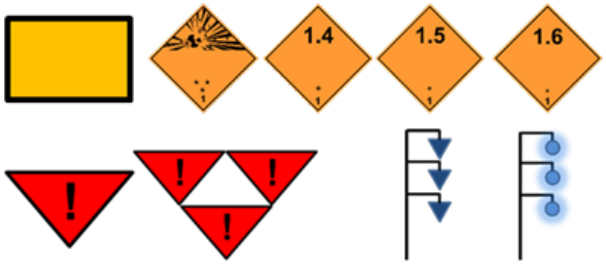
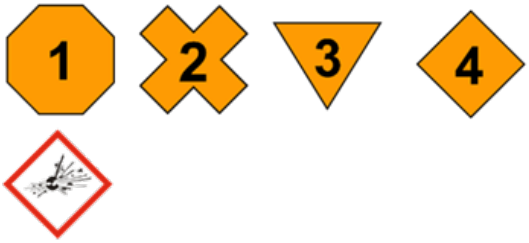
Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 3: Mögliche Kennzeichnung von Explosivstoffen [Tabelle: IdF NRW]

4.1.2 Gefahren

Detonation, Deflagration

Neben der allgemeinen Gefahr einer Explosion in Form einer Detonation oder Deflagration bestehen je nach Art des Stoffes oder Gegenstandes besondere Gefahren, die in Tabelle 4 entsprechend den Unterklassen nach ADR beschrieben sind.

- **Reaktionen von Explosivstoffen**

Der Druckanstieg einer Explosion resultiert aus der plötzlichen Entstehung großer Mengen an gasförmigen Reaktionsprodukten. Die hohe Temperatur sorgt zusätzlich für eine Ausdehnung des Gasvolumens.

Die in der Regel unempfindlichen Stoffe der Unterklassen 1.5 und 1.6 reagieren im Falle einer Explosion ähnlich heftig wie die Stoffe der Klassen 1.1 und 1.2!

Die Gefahren der Transportklasse 1.4 bestehen hingegen in der Regel nur in der Nähe des Versandstückes. Bei einer Zusammenlagerung verschiedener Transportklassen können sich die Gefahren potenzieren!

Transportklasse	Gefahren
1.1 und 1.5	Druck, Splitter, Wurfstücke, Wärmestrahlung
1.2 und 1.6	Splitter, Wurfstücke, Druck, Wärmestrahlung
1.3	Wärmestrahlung, Druck, Splitter, Wurfstücke,
1.4	Wärmestrahlung, Rauch

Tabelle 4: Gefahren der Transportklassen für Explosivstoffe nach ADR/RID [Tabelle: IdF NRW]

Munitionsbrandklassen

Konventionelle Kampfmittel für die militärische Nutzung werden entsprechend ihrer Gefährlichkeit analog den Vorgaben des ADR in die Gefahrenklassen 1.1 bis 1.4 eingeteilt. Die ZDv 34/240 der Bundeswehr, Brandschutzbestimmungen für den Umgang mit Munition, teilt den Klassen 1.1 bis 1.4 die sog. Munitionsbrandklassen 1 bis 4 zu, die durch eigene Gefahrensymbole gekennzeichnet werden. (siehe Tabelle 3: „Anlagen und Behälter“)

4.1.3 Spezielle Maßnahmen

- Bei **entwickelten Bränden** keine Löschversuche unternehmen. Sofort den Rückzug antreten. Ausnahmen sind möglich bei Transportklasse 1.4 und Munitionsbrandklasse 4.
- Bei **Entstehungsbränden**, bei denen die Explosivstoffe (noch) nicht betroffen sind, massivste Brandbekämpfung einleiten.
- Gefahrenbereich anpassen und räumen.

Transportklasse	Gefahrenbereich	Absperrbereich
1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6	**500 m**	**1000 m**
1.4	**50 m**	**100 m**

Tabelle 5: Gefahren- und Absperrbereich in Abhängigkeit von der Transportklasse [Tabelle: IdF NRW]

- Arbeiten aus einer geeigneten Deckung ausführen.
- Minimierung des Personals im Gefahrenbereich.
- Fachkundige Personen zur Abschätzung der Gefahrenlage hinzuziehen.
- Munition nicht berühren, Verpackungen nicht öffnen. Alarmierung von Kampfmittelräumdienst (für Kampfmittel der Weltkriege) oder Bundeswehr (für Nachkriegsmunition) über die Polizei.

Notizen:

4.2 Gase

In die ADR-Klassen 2.1 (brennbare Gase), 2.2 (nicht giftige, nicht brennbare Gase), 2.3 (giftige Gase) sind alle

- **verdichteten** (bei Raumtemperatur nicht zu verflüssigen),
- **druckverflüssigten** (bei Raumtemperatur unter Druck verflüssigt),
- **tiefkalt verflüssigten** (bei niedriger Temperatur verflüssigt),
- **unter Druck gelösten** Gase,

oder Gegenstände, die diese Stoffe enthalten, einzuordnen.

4.2.1 Kennzeichnung

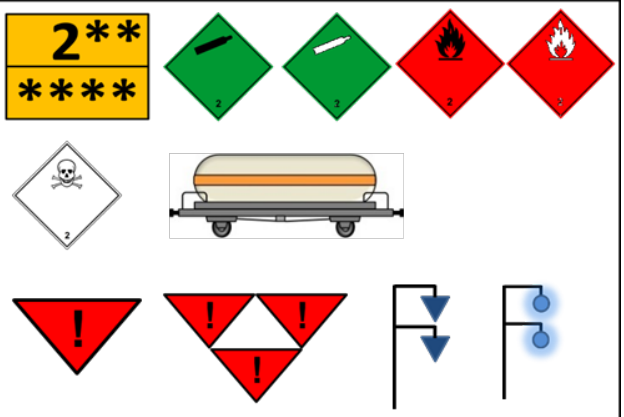
Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 6: Mögliche Kennzeichnung von Gasen [Tabelle: IdF NRW]

4.2.2 Gefahren

Die Gefahren der gasförmigen Stoffe ergeben sich aus dem besonderen physikalischen Zustand und aus den chemischen Eigenschaften. Sie können daher je nach Art des gasförmigen Stoffes stark variieren:

- **Gefahr des Berstens bei Erwärmung oder Schädigung des Behälters**

Bei einem Unfall besteht die Gefahr des Berstens durch mechanische Einwirkungen, die zum Versagen des Behältermantels oder zum Abriss von Armaturen führen können. Die Folgen sind Druck- und Splitterwirkung auf Entfernung und eine schlagartige Gasfreisetzung, sowie eine Gefahr des unkontrollierten Umherfliegens des Druckbehälters.

Im Falle eines Brandes kann ein Bersten durch den Druckanstieg im Behälterinneren und die Materialermüdung (i. d. R. Erweichung des Stahlmantels ab ca. 500 °C) hervorgerufen werden.

Entsprechend dem Gesetz von Amontons für ideale Gase

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = const.$$

wird der Druck im Behälter bereits bei einer Erwärmung auf die doppelte Temperatur, z. B. von 300 K (27°C) auf 600 K (327°C), ebenfalls verdoppelt, beispielsweise von 200 bar auf 400 bar:

Sofern Sicherheitseinrichtungen wie Überdruckventile oder Berstscheiben vorhanden sind, kann zunächst eine Entlastung erfolgen. Bei direkter Beflammung kann der Druckanstieg jedoch so rasch erfolgen, dass es dennoch zum Bersten des Behälters kommt.

- **Explosionsgefahr bei Flüssiggasbehältern: BLEVE** (**b**oiling **l**iquid **e**xpanding **v**apour **e**xplosion = Explosion sich ausdehnender Dämpfe aus einer siedenden Flüssigkeit)

Die Heftigkeit der Explosion resultiert aus der schlagartigen Freisetzung der Flüssigkeit, die spontan verdampft und ein zündfähiges Gemisch mit Luft ergibt, welches dem vielfachen Volumen der ursprünglichen Flüssigkeit entspricht. Das Bersten eines Druckbehälters mit verflüssigten Gasen erfolgt in der Regel im oberen Behälterbereich, wo sich die Gasphase befindet. Dort erwärmt sich der Druckbehälter aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit des Gases stärker als im Bereich der Flüssigkeit. Je nach Behälterinhalt sind Gefahrenbereiche und Absperrbereiche deutlich größer als 50 m erforderlich, um Schutz vor Trümmerteilen und Splittern zu gewähren.

Beispiele für Sicherheitsabstände bei Unfällen mit Flüssiggas (Propan/Butan) nach vfdb-Merkblatt 10-07: [Link]

Art des Behälters	Volumen [m³]	größte Lagermasse [t]	Abstand für Einsatzkräfte unter Wärmeschutzkleidung [m]	Gefahrenbereich [m]	Absperrbereich [m]
Gasbetriebene Kfz	0,1	40	25	100	200
Einzel-Lkw 5 t Ladegewicht	6 - 11	2.500 - 5.000	100	200	400
Eisenbahnkesselwagen	62 - 110	26.000 - 46.000	300	600	1.200

Tabelle 7: Sicherheitsabstände bei Flüssiggasunfällen und -bränden, Quelle: vfdb-MB 10-07 [Tabelle: IdF NRW]

- **Explosionsgefahr durch Bildung zündfähiger Atmosphären bei brennbaren Gasen**

Bei der Freisetzung brennbarer Gase kommt es bei einer Zündung zu einer Explosion mit den Gefahren der Wärmestrahlung und einer Druckwelle auch auf große Entfernungen.

In diesem Zusammenhang sind folgende sicherheitstechnische Kennzahlen des Gases von Bedeutung:

- **UEG** (untere Explosionsgrenze)
  Die untere Explosionsgrenze ist die niedrigste Konzentration von brennbaren Stoffen im Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben, in dem sich nach dem Zünden ein Brennen gerade nicht mehr selbständig fortpflanzen kann. [6]
- **OEG** (obere Explosionsgrenze)
  Die obere Explosionsgrenze ist die höchste Konzentration von brennbaren Stoffen im Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben, in dem sich nach dem Zünden ein Brennen gerade nicht mehr selbständig fortpflanzen kann. [6]
- **Explosionsbereich**
  Der Explosionsbereich ist der Konzentrationsbereich zwischen UEG und OEG. [6]
- **Zündtemperatur**
  Die Zündtemperatur einer explosionsfähigen Atmosphäre ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Oberfläche, an der dieses Gemisch gerade noch zum Brennen mit Flammenerscheinung angeregt wird. [6]

  Die Zündtemperatur eines Stoffes hat direkten Einfluss auf die Anwendbarkeit explosionsgeschützter Geräte im Gefahrenbereich.

Ex-Schutz: Temperaturklasse

- **Tiefkalte verflüssigte Gase**

Der Temperaturbereich tiefkalt verflüssigter Gase beim Transport liegt zwischen -50°C und -268°C.

Treten hier Leckagen auf, so tritt das verflüssigte Gas aus. Ein Teil wird sofort verdampfen und die Umgebungsluft (Sauerstoff) verdrängen. Der restliche Teil wird die Umgebung abkühlen und sich als tiefkalte Flüssigkeit ausbreiten und im weiteren Einsatzverlauf stetig verdampfen.

Bei Berührung der Flüssigkeit oder dem direkten Kontakt zu nicht isolierten Apparaturen besteht die Gefahr von Erfrierungen oder Kälterverbrennungen. Bereits kleinste Spritzer können Augen nachhaltig schädigen.

Viele Werkstoffe neigen unter tiefen Temperaturen zur Versprödung. Dies ist insbesondere für Schutzkleidung und Arbeitsmaterial der Feuerwehr von Bedeutung.

Ein weiterer Effekt ist das Ausfrieren von in der Luft vorhandenem Wasserdampf an Rohrleitungen oder Anlagenteilen. Das hierbei entstehende Eis kann sich ebenfalls negativ auf die Sicherheit auswirken.

- **Reaktionsgefahren**

Weitere Gefahren ergeben sich aus den chemischen Eigenschaften der Gase, wie z.B.:

Sauerstoff: Brandfördernde Wirkung. Starke Brandbeschleunigung bei Freisetzung in Verbindung mit einem Brandereignis.

Acetylen: Exotherme Zerfalls- und Polymerisationsreaktion. Gefahr des Berstens des Druckbehälters.

Chlor: Giftige und ätzende Wirkung. Bei der Inhalation reagiert es mit der Feuchtigkeit der Schleimhäute und es kommt zu einer starken Reizung.

- **Gefahr der großräumigen Ausbreitung**

Das Ausbreitungsverhalten von Gasen hängt unter anderem von ihrer **relativen Gasdichte** im Vergleich zur Luft, der **Temperatur des Gases** und den **Wetterverhältnissen** ab.

relative Gasdichte	Vergleich zur Umgebungsluft
= 1 (~ 1)	gleich schwer
> 1	schwerer
< 1	leichter

Die Ausbreitung **schwerer Gase** mit einer relativen Gasdichte > 1 erfolgt vor allem über deren Ausbreitung in Bodennähe. Schwere Gase „fließen“ ähnlich wie Flüssigkeiten und sammeln sich in Senken.

Ausnahme Heiße schwere Gase steigen aufgrund ihrer geringeren Dichte auf und sammeln sich nicht am Boden. Bei Wind erfolgt eine starke Vermischung auch schwerer Gase mit der Luft und somit eine Ausbreitung mit der Luftströmung.

Leichte Gase mit einer relativen Gasdichte < 1 steigen in Luft auf und breiten sich dann entsprechend den vorherrschenden Windverhältnissen aus.

Ausnahme Leichte Gase, die sich durch die Expansion beim Ausströmen abgekühlt haben, sammeln sich jedoch zunächst am Boden.

Es ist zu beachten, dass manche leichte Gase, wie Ammoniak mit der Luftfeuchtigkeit reagieren, und in diesem Zustand schwerer als Luft sind.

Gas	relative Gasdichte
Wasserstoff	0,07
Methan (Erdgas)	0,55
Acetylen	0,90
Kohlenmonoxid	0,97
Propan	1,55
Kohlendioxid	1,53
Butan	2,11
Chlor	2,49

Tabelle 8: Relative Gasdichte einiger Gase bezogen auf Umgebungsluft, Quelle: IGS-fire [Tabelle: IdF NRW]

Bei Flüssiggasen ist auch eine Ausbreitung der flüssigen Phase zu berücksichtigen. Bei einem Austritt der Gase kann sich das Gas aufgrund der Expansion unter die Siedetemperatur abkühlen, so dass das austretende Gas kondensiert und zeitweise als kalte Flüssigkeitslache am Einsatzort verbleibt. (z.B.: Butan: Siedetemperatur -1 °C)

4.2.3 Spezielle Maßnahmen

Allgemein

- Atem- und Körperschutz tragen.
- Gefahrenbereich anpassen.
- Leck abdichten, absperren; Leckrate verringern.
- Gaswolke mit Sprühstrahl niederschlagen.
- Konzentration durch Verwirbelung mittels Sprühstrahl herabsetzten.
- Nicht in verflüssigtes Gas spritzen.
- Schwere Gase: Kanalisation und tiefer gelegene Räume sichern.
- Ausbreitung an der Luft beachten.
- Messgeräte einsetzen und auswerten.
- Warnung der Bevölkerung erwägen.
- Im Brandfall Kühlung des Behälters und der Umgebung aus der Deckung.

Brennbare Gase

- Explosionsschutz sicherstellen (Temperaturklasse, Explosionsgruppe)
- Ausströmendes brennendes Gas nicht löschen. Gaszufuhr absperren. Kühlung der Umgebung.
- Brandausbreitung durch Wärmestrahlung beachten.
- Merkblatt „Acetylen“ beachten. [7] Link
- Merkblatt „Flüssiggas“ beachten. [10] Link

Giftige Gase

- Merkblatt „Ammoniak“ beachten. [8] Link
- Merkblatt „Chlor“ beachten. [9] Link

Notizen:

4.3 Entzündbare flüssige Stoffe

In die ADR-Klasse 3 sind alle brennbaren flüssigen Stoffe oder Gegenstände, die diese Stoffe enthalten, einzuordnen.

Diese Stoffe bilden sehr leicht brennbare Dämpfe. Viele Gefahren, die in der ADR-Klasse „Gase“ bereits beschrieben wurden, treffen auch auf die Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten zu.

4.3.1 Kennzeichnung

Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 9: Mögliche Kennzeichnung von brennbaren Flüssigkeiten [Tabelle: IdF NRW]

4.3.2 Gefahren

Die Gefahren der Stoffe der ADR-Klasse 3 ergeben sich aus der Brennbarkeit, aber auch weiteren möglichen gefährlichen Eigenschaften (Giftigkeit, Ätzwirkung; siehe ADR-Klasse 6.1 und ADR-Klasse 8):

- **Dampf / Luft-Gemische sind explosionsgefährlich.**

Alle Flüssigkeiten verdunsten auch unterhalb ihres Siedepunktes und können so explosionsfähige Gemische bilden. Diese erreichen in der Regel jedoch nicht so große räumliche Ausdehnungen wie brennbare Gase.

Für die Bildung entzündbarer Dampf-Luft-Gemische ist der Flammpunkt von Bedeutung.

Flammpunkt

Der Flammpunkt einer brennbaren Flüssigkeit ist die niedrigste Flüssigkeitstemperatur, bei der sich unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass über dem Flüssigkeitsspiegel ein durch Fremdzündung entzündbares Dampf-Luft-Gemisch entsteht. [6]

Liegt der Flammpunkt unter der aktuellen Flüssigkeitstemperatur, so ist jederzeit eine Zündung möglich.

Achtung: Bindemittel

Aber auch bei Flammpunkten oberhalb der aktuellen Flüssigkeitstemperatur kann ein Entzünden, z.B. über die Dochtwirkung poröser Materialien (z.B. Bindemittel) begünstigt werden.

- **Ausbreitung des Flüssigkeitsdampfes**

Die Ausbreitung des Dampfes kann über Gefälle, Kanäle, Schächte erfolgen, da außer Blausäure alle Flüssigkeitsdämpfe von brennbaren Flüssigkeiten eine **relative Dampfdichte** zur Umgebungsluft > 1 (schwerer als Luft) besitzen.

Die **Verdunstung** einer brennbaren Flüssigkeit spielt bei der Ausbreitung des Gefahrstoffes ebenfalls eine wesentliche Rolle. Erhöht sich die Temperatur der Flüssigkeit, wird sich die austretende Dampfmenge exponentiell erhöhen.

In einigen Nachschlagewerken wird dieser Zusammenhang unter dem Begriff **Mass Factor** aufgeführt, der angibt, welcher Anteil der ausgetretenen Flüssigkeitsmenge in 60 min. in die Dampfphase übergeht. [13]

Beispiele:

brennbare Flüssigkeit	Flammpunkt [2]	Mass Factor [1]	rel. Dampfdichte [2]
Schwefelkohlenstoff	- 30 °C	0,1	2,63
Isobutanol	27 °C	0,1	2,55
Ethylacetat	- 4°C	0,1	3,04

Tabelle 10: Beispiele von Flammpunkt, Mass Factor und relativer Dampfdichte von brennbaren Flüssigkeiten; Quelle: [1] Gefahrgut-Ersteinsatz [13] und [2] IGS-fire [14]; [Tabelle: IdF NRW]

- **Bersten von geschlossenen Behältern**

Flüssigkeiten sind nahezu inkompressibel. Werden Flüssigkeiten in geschlossenen Behältern/Tanks aufbewahrt, dürfen diese nicht komplett gefüllt werden, da sich bei Erhöhung der Flüssigkeitstemperatur das Volumen ausdehnt. Aus diesem Grund muss über den Flüssigkeiten in geschlossenen Behältern/Tanks immer ein Sicherheitsgaspolster vorhanden sein.

- **Boil over**

Bei offenen Tankbränden ist ein boil over möglich. Dabei befindet sich in dem Tank unterhalb der brennbaren Flüssigkeit eine Wasserschicht (z.B. auch durch eingetragenes Löschwasser). Diese beginnt durch äußere Erwärmung zu sieden, wobei durch die Volumenzunahme schlagartig eine große Menge brennbarer Flüssigkeit aus dem Tank freigesetzt wird, die sich durch das Brandereignis entzündet.

- **Mischbarkeit mit Wasser**

Die meisten organischen Flüssigkeiten (z.B. alle Erdölprodukte) mischen sich nicht mit Wasser. Sie haben, bis auf wenige Ausnahmen, auch eine geringere Dichte als Wasser und breiten sich deshalb sehr gut auf dessen Oberfläche großräumig aus.

Falls sich die brennbare Flüssigkeit (z.B. Alkohol) mit Wasser mischen lässt, sind in der Regel große Wassermengen erforderlich, um ein nicht mehr entzündbares Gemisch aus Wasser und brennbarer Flüssigkeit zu erreichen.

- **Elektrostatische Aufladung**

Viele organische Flüssigkeiten sind schlechte elektrische Leiter, die sich beim Ausfließen aus Behältern oder beim Pumpvorgang in Schläuchen elektrostatisch aufladen. Eine Entladung kann zur Funkenbildung und zur Zündung der Flüssigkeitsdämpfe führen.

- **Ausbreitung durch Überlaufen von Behältnissen beim Löschen mit Wasser**

- **Gefahr der Fettexplosion**

Schlagartiges Verdampfen des Wassers, verbunden mit dem Umherspritzen der heißen brennbaren Flüssigkeit mit der Folge der Zündung der Flüssigkeitstropfen und einer rasanten Brandausbreitung.

- **Gesundheitsgefahren und/oder Umweltgefahren (Wassergefährdungsklassen)**

4.3.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz verwenden.
- Gefahrenbereich anpassen.
- Flüssigkeit mit Schaum abdecken. (ggf. Anwendung von alkoholbeständigem Schaum prüfen)
- Im Brandfall mit Schaum löschen.
- Behälter und Umgebung im Brandfall kühlen.
- Ausbreitung verhindern (auffangen, abdichten, Kanalisation sichern).
- Messgeräte einsetzen und auswerten.
- Explosionsschutz sicherstellen (explosionsgeschützte Geräte einsetzen, Potenzialausgleich in der gesamten Förderkette sicherstellen).

Notizen:

4.4 Feste entzündbare Stoffe

In die ADR-Klasse 4.1 werden alle Stoffe eingeordnet, die durch Funkenflug entzündet werden können oder durch Reibung einen Brand verursachen können.

4.4.1 Kennzeichnung

Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 11: Mögliche Kennzeichnung von festen entzündbaren Stoffen [Tabelle: IdF NRW]

4.4.2 Gefahren

Der Brand kann sich nach Entzündung der Stoffe mit sehr hoher Geschwindigkeit ausbreiten. Falls die Stoffe als Stäube vorliegen, besteht die **Gefahr der Staubexplosion**.

Heiße Schmelze

Es bestehen besondere Gefahren der Ausbreitung und Brandausbreitung bei Stoffen, die als heiße Schmelze in dieser Klasse transportiert werden.

- **Sonderfälle**

Unter dieser Klasse fallen auch **selbstzersetzliche Stoffe**, die meist unter Temperaturkontrolle transportiert werden, da hohe Temperaturen oder selbst Verunreinigungen zu Energiefreisetzung und somit zur Brandgefahr führen.

Auch **desensibilisierte Explosivstoffe** fallen in diese Klasse. Es sind explosive Stoffe, die mit anderen Stoffen wie z.B. Wasser oder anderen Phlegmatisierungsmittel vermengt werden, so dass die explosiven Eigenschaften unterdrückt werden, die Stoffe an sich aber noch leicht entzündlich sind.

4.4.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz tragen.
- Aufwirbelung von Stäuben vermeiden.
- Im Brandfall geeignete Löschmittel verwenden: **Wasser (Netzmittel)**

4.5 Selbstentzündliche Stoffe

In die ADR-Klasse 4.2 werden alle Stoffe eingeordnet, die sich in Berührung mit Luft schon in kleinen Mengen innerhalb von 5 Minuten entzünden. Dazu kommen Stoffe und Gegenstände, die in Berührung mit Luft selbsterhitzungsfähig sind.

4.5.1 Kennzeichnung

Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 12: Mögliche Kennzeichnung von selbstentzündlichen Stoffen [Tabelle: IdF NRW]

4.5.2 Gefahren

Selbstentzündliche Stoffe können sich ohne äußere Erwärmung an Luftsauerstoff entzünden. Die Stoffe entzünden sich an Luft schon in kleinen Mengen innerhalb von wenigen Minuten. Für selbsterhitzungsfähige Stoffe gilt dies erst in großen Mengen (mehrere kg) und innerhalb von Tagen oder Stunden.

- **Zusätzliche Gefahren**

Selbstentzündliche Stoffe werden in der Regel unter Inertgas-Atmosphäre transportiert. Bereits ein Leck im Behälter ohne Austritt des selbstentzündlichen Stoffes kann durch Zufuhr von Luftsauerstoff eine Gefahr darstellen. Da die Behälter geschlossen sind, können sie bei einem Umgebungsbrand bersten.

Einige dieser Stoffe sind flüssig und reagieren heftig mit Wasser.

4.5.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz tragen.
- Im Brandfall geeignete Löschmittel verwenden:
  (Stoffabhängig): **Wasser**, optimal mit Netzmittel (außer bei Stoffen mit **X** auf der Warntafel, siehe 4.3)
- Zutritt von Sauerstoff vermeiden. (Abdichten, Abdecken, Zufuhr von Inertgas).

4.6 Stoffe, die mit Wasser entzündbare Gase entwickeln

In die ADR-Klasse 4.3 werden alle Stoffe eingeordnet, die die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln.

4.6.1 Kennzeichnung

Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 13: Mögliche Kennzeichnung von Stoffen, die mit Wasser entzündbare Gase entwickeln [Tabelle: IdF NRW]

4.6.2 Gefahren

Stoffe dieser Klasse reagieren mit Wasser und setzen dabei entzündliche Gase, wie z.B. Wasserstoff, Acetylen, u.a.m. frei. Dadurch können explosionsfähige Gemische gebildet werden.

- **Heftige Reaktion beim Einsatz von Wasser möglich**

Falls die Reaktion mit Wasser sehr heftig abläuft, wird der Gefahrnummer ein „X“ vorangestellt.

Beispiel:

Fester Stoff, der mit Wasser reagiert und entzündbare Gase bildet.

Entzündbarer fester Stoff, der mit Wasser **gefährlich** reagiert und entzündbare Gase bildet.

- **Zusätzliche Gefahren**

Reaktionswärme

Durch die entstehende Reaktionswärme können die brennbaren Gase entzündet werden.

Die Stoffe können auch im flüssigen Zustand vorkommen.

Es können sich ätzende Gase oder Flüssigkeiten bilden.

4.6.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz tragen.
- Im Brandfall geeignete Löschmittel verwenden:
  Trockener Sand, D-Pulver, Zement. Berührung mit Wasser vermeiden.
- Explosionsschutz sicherstellen (explosionsgeschützte Geräte, Potenzialausgleich).

Notizen:

4.7 Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe

In die ADR-Klassen 5.1 und 5.2 sind alle oxidierenden und brandfördernden Stoffe und Gegenstände, die diese Stoffe enthalten, einzuordnen. Neben der oxidierenden und brandfördernden Wirkung können weitere gefährliche chemische Eigenschaften vorliegen.

Sie werden unterschieden in

brandfördernde Stoffe der Klasse 5.1

und

organische Peroxide der Klasse 5.2.

4.7.1 Kennzeichnung

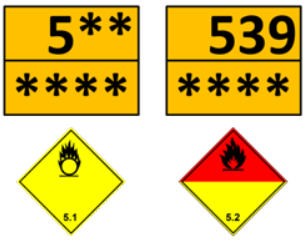
Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 14: Mögliche Kennzeichnung von brandfördernden Stoffen [Tabelle: IdF NRW]

4.7.2 Gefahren

- **Gefahr einer heftigen chemischen Reaktion mit oxidierbaren (brennbaren) Stoffen.**
- **Stoffe sind reaktionsfreudig.**

Brandfördernde Stoffe enthalten große Mengen an chemisch gebundenen Sauerstoff, der bei geringer Energieeinwirkung von außen sehr leicht abgespalten wird und dann für Verbrennungsreaktionen zur Verfügung steht.

Die brandfördernde Wirkung beruht darauf, dass diese Stoffe durch Abgabe von Sauerstoff einen Brand verursachen oder beschleunigen können.

Die Stoffe sind in der Regel selbst nicht brennbar.

Besondere Reaktions- oder Explosionsgefahr besteht bei einer intensiven Vermischung z.B. von brandfördernden pulverförmigen Stoffen mit brennbaren Flüssigkeiten oder von brandfördernden Flüssigkeiten mit Pulvern aus brennbaren Stoffen. Daraus resultieren weitere Gefahren durch Wärme, Stichflammen, Verpuffungen, Verspritzen von Flüssigkeit oder Bersten von Behältern.

Die Stoffe steigern die Verbrennungstemperatur und Verbrennungsgeschwindigkeit und verringern die benötigte Zündenergie bei Mischung mit brennbaren Stoffen.

Diese Stoffe sind unter anderem Bestandteile von Explosivstoffen.

- **Löschen durch Ersticken oder Trennen ist nicht oder nur bedingt möglich.**
- **Brandgase können giftig und ätzend sein.**

Besonderheit: Organische Peroxide

Eine besonders reaktive Stoffgruppe innerhalb der brandfördernden Stoffe sind die organischen Peroxide. Dabei liegt eine äußerst reaktive Verbindung zweier Sauerstoffatome vor, die den Sauerstoff leicht für Reaktionen freisetzt.

- **Organische Peroxide sind bei Erwärmung oder Schlag explosionsfähig.**

Ursache ist die molekulare Zusammensetzung, die gleichzeitig Sauerstoff (oxidierender Anteil) **und** organische Bestandteile (brennbarer Anteil) in einem Molekül enthält.

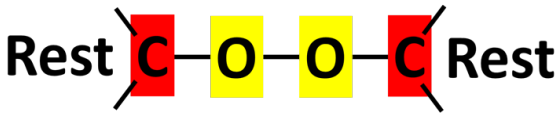


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Moleküls eines organischen Peroxids [Abbildung: IDF NRW]

Die organischen Peroxide können daher unter bestimmten Bedingungen mit sich selbst gefährlich (u.U. explosionsartig) reagieren.

Hinweis

Auch Sauerstoff selbst ist ein Beispiel für einen brandfördernden Stoff.

Der Austritt von reinem Sauerstoff wird als Gefahr oft unterschätzt, da er Bestandteil der Luft ist. So kann sauerstoffangereicherte (Einsatz-) Kleidung leicht entzündet werden oder in einer Wohnung ausgetretener flüssiger Sauerstoff,

z.B. eines Beatmungspatienten, sich noch Stunden in Einrichtungsgegenständen, z.B. Teppichen, in hoher Konzentration halten und die Brandgefahr deutlich erhöhen. Aufgrund seines gasförmigen Zustandes wird er jedoch auch der ADR-Klasse 2.2 zugeteilt.

4.7.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz verwenden.
- Stoffe nicht in Kontakt mit brennbaren Stoffen bringen.
  Kein organisches Bindemittel verwenden! Höchste Reaktionsgefahr aufgrund der hohen Oberfläche und des oxidierbaren Materials!
- Abstand halten und Deckung nutzen.
- Brandbekämpfung mit großen Wassermengen aus der Deckung (Werfer, etc.).
- Im Brandfall Behälter kühlen.
- Temperaturkontrolle fortführen, die beim Transport einiger organischer Peroxide erforderlich ist.

.

Notizen:

4.8 Giftige Stoffe

In die ADR-Klasse 6.1 sind alle festen und flüssigen Stoffe, von denen aus Erfahrung bekannt oder aus tierexperimentellen Untersuchungen anzunehmen ist, dass sie bei Einwirkung in relativ kleinen Mengen zu Gesundheitsschäden oder zum Tode eines Menschen führen, einzuordnen. Gleiches gilt für Gegenstände, die diese Stoffe enthalten.

Ähnlich wie bei den Gasen (ADR-Klasse 2.3), die als Atemgifte auf Blut, Nerven und Zellen wirken, ist die chemische Beschaffenheit und die Wirkungsweise der Giftstoffe der ADR-Klasse 6.1 äußerst unterschiedlich. Aussagen zu den Wirkungsmechanismen der einzelnen Gifte können daher im Rahmen dieser Lernunterlage nicht erfolgen.

„Die Dosis macht das Gift“

Um die Giftigkeit dieser Stoffe miteinander vergleichen zu können, werden Tierversuche unter standardisierten Bedingungen herangezogen. Die häufig angegebene LD_{50} (letale Dosis) gibt an, welche Stoffmenge, bezogen auf das Körpergewicht, bei der Hälfte der Versuchstiere zum Tod führt.

Beispiele:

Substanz	Tierart	LD_{50}
Natriumcyanid	Ratte, oral	6 mg/kg
Ethanol	Ratte, oral	7060 mg/kg
Vitamin C	Ratte, oral	11900 mg/kg

Tabelle 15: Letale Dosis$_{50}$ für einige beispielhaft ausgewählte Stoffe; Quelle: IGS-fire [14] [Tabelle: IdF NRW]

Tödliche Konzentrationen können bereits bei einmaliger und kurzzeitiger Inkorporation auftreten. Ebenso sind Gesundheitsschäden bei wiederkehrender oder langfristiger Einwirkung, auch in unterschiedlichen Dosen, möglich.

4.8.1 Kennzeichnung

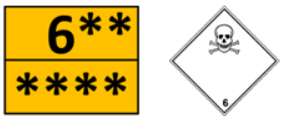
Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 16: Mögliche Kennzeichnung von giftigen Stoffen [Tabelle: IDF NRW]

4.8.2 Gefahren

- **Flüssigkeiten, Dämpfe u. Feststoffe sind auch in geringen Mengen toxisch.**

Art und Grad der möglichen Gesundheitsgefährdung durch diese Stoffe sind sehr vielfältig und hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab. Eine eindeutige Beurteilung der Gefahr ist in der Regel nur von sachkundigen Personen (z.B. Toxikologen) möglich. Besonders schwierig ist die Beurteilung von Gemischen verschiedener giftiger Stoffe, z.B. Brandrauch, da sich die toxischen Effekte verstärken können.

ETW und AEGL

Zur Abschätzung der Gefahren durch das Einatmen giftiger Gase (ADR-Klasse 2.3) und Dämpfe (ADR-Klasse 6.1) wurden - auf die Belange der Feuerwehr zugeschnitten - sogenannte Einsatztoleranzwerte (ETW) ermittelt. [3] Link

Die ETW sind toxikologisch so festgesetzt worden, dass unterhalb dieser Werte die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Einsatzkräften ohne Atemschutz bei etwa vierstündiger (einstündiger) Exposition während eines Einsatzes und in der Folgezeit nicht beeinträchtigt wird.

AEGL-Werte (Acute Exposure Guideline Levels) der Stufe 2 (AEGL-2) für 4 (bzw. 1) Stunde(n) entsprechen definitionsgemäß den ETW-4 (-1).

Die ETW werden in näherer Zukunft durch die AEGL-2-Werte ersetzt, sobald sie final verfügbar sind. Zu finden sind diese Werte auf den Seiten der EPA (United States Environmental Protection Agency). [15] Link

- **Kontaminations- und Inkorporationsgefahr besteht je nach Art des Stoffes und Einsatzsituation über Atemwege, Verdauungstrakt, Schleimhäute, Haut oder Wunden.**

- **Vergiftung kann durch Latenzzeit unbemerkt bleiben.**

Es ist zu beachten, dass diese Stoffe bei Einwirkung im Anfangsstadium keine Symptome von Vergiftungen oder Gesundheitsschäden hervorrufen müssen. Hier spielen unterschiedlich lange Latenzzeiten (z.B. Lungenödem, Krebserkrankung) eine Rolle.

- **Giftige Dämpfe können geruchlos sein oder eine betäubende Wirkung auf den Geruchssinn ausüben.**

Es können gefährliche Vergiftungen hervorgerufen werden, ohne dass eine Inkorporation bemerkt wird. Bei der Stoffdatenerkundung ist hierbei die Geruchsschwelle und beispielsweise der ETW in Relation zu setzen und zu bewerten, um die oben genannte Gefahr für Einsatzkräfte abzuschätzen.

Stoff	Geruchs-schwelle [14]	ETW-1 (1h) [3]	ETW-4 (4h) [3]	G [3]
Ammoniak	< 5 ppm	160 ppm	110 ppm	
Phosgen	1 ppm	0,3 ppm	0,08 ppm	
Schwefelwasserstoff	0,002 ppm	27 ppm	20 ppm	X
Schwefeldioxid	0,62 … 1,2 ppm	0,75	0,75	

G: Gefahr der Geruchsgewöhnung

Tabelle 17: Vergleich von Geruchschwelle, ETW und der Gefahr der Geruchsgewöhnung; Quelle: Anlage der vfdb-RL 10-01 [3] und IGS-fire [14] [Tabelle: IdF NRW]

- **Brandgase und Brandrückstände sind giftig.**

- **Gefahren können nicht nur von den akut toxischen, sondern auch von den gesundheitsgefährlichen Eigenschaften der Stoffe ausgehen.**

Häufig sind dies krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtschädigende Wirkungen.

4.8.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz verwenden.
- Gefahrenbereich anpassen, ggf. Warnung der Bevölkerung erwägen.
- Hautkontakt vermeiden.
- Dampf- und Staubwolken niederschlagen.
- Ausbreitung verhindern (auffangen, abdichten, Kanalisation, tiefere Räume und Gewässer sichern).
- Messgeräte einsetzen und auswerten.
  Bewertungskriterium für Einsatzkräfte und Bevölkerung: Einsatztoleranzwert (ETW) gemäß vfdb-Richtlinie 10/01 [3] oder AGW-Wert.
- Bei Kontaminationsverdacht: Dekontamination durchführen. vfdb-Richtlinie 10/04 beachten. Arzt aufsuchen.
- Informationen über besondere Erstversorgungsmaßnahmen und geeignete Krankenhäuser bei den Giftnotrufzentralen abrufen.
- Löschwasserrückhaltung nutzen.
- Dokumentation des Einsatzablaufes und Erfassung der Einsatzkräfte.

Notizen:

4.9 Ätzende Stoffe

In die ADR-Klasse 8 sind alle Stoffe, die bei Kontamination auf Oberflächen zerstörend wirken oder entzündliche Prozesse in Geweben auslösen, einzuordnen. Gleiches gilt für Gegenstände, die diese Stoffe enthalten.

Im Allgemeinen werden diese Stoffe als Säuren und Laugen bezeichnet.

pH-Wert

Zur Beurteilung der Stärke von Säuren und Laugen dient der pH-Wert. In wässriger Lösung umfasst der pH-Wert üblicherweise einen Bereich von 0 bis 14 und kann im Einsatz mit einem Universalindikatorpapier leicht bestimmt werden.

Indikatorpapier anfeuchten

Ätzende Stoffe können auch als Feststoffe oder gasförmiger Stoffe (ADR-Klasse 2.3) vorliegen. Eine Messung mit Universalindikatorpapier ist in diesem Fall nur dann möglich, wenn es vorher angefeuchtet wird, damit sich die Stoffe im Wasser lösen können.

Stoff	pH-Wert	pH-Bereich
Säuren	0 bis < 7	sauer
Wasser	7	neutral
Laugen	> 7 bis 14	basisch, alkalisch

Tabelle 18: pH-Wert und entsprechender Farbumschlag bei Universalindikatorpapier [Tabelle: IdF NRW]

4.9.1 Kennzeichnung

Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 19: Mögliche Kennzeichnung von ätzenden Stoffen [Tabelle: IdF NRW]

4.9.2 Gefahren

- **Verätzungsgefahr bei Kontamination von Haut, Augen oder Schleimhäuten sowie bei Inkorporation über die Lunge oder den Verdauungstrakt.**

Die physiologische Wirkung von Säuren und Laugen beruht auf der Zerstörung von Zellen. Dadurch kommt es zu Nekrosen des Gewebes (Verätzung, Lungenödem). Zu beachten ist, dass Laugen das Gewebe stärker schädigen als Säuren vergleichbarer Konzentration, da eine Schorfbildung erschwert wird.

Achtung!

Diese Gefahr besteht besonders beim Kontakt mit **Flusssäure**, welche auch in kleinsten Mengen äußerst schmerzhafte, großräumige Gewebe- und Knochenzerstörungen hervorruft. Häufig hat dies tödliche Folgen, da die Flusssäure dem Gewebe und den Knochen das Calcium entzieht. Der Calciumverlust im Körper führt bereits bei geringen Mengen zu irreversiblen Stoffwechselschädigungen.

Dekon

Als allgemeine Erstmaßnahme werden Verätzungen der Haut mit viel fließendem Wasser gespült. Bei Verätzungen der Augen ist es wichtig, dass das Auge lange und mit viel Wasser gespült wird sowie umgehend ein Augenarzt aufgesucht wird. Diese Maßnahme wird **auch bei Stoffen, die ein „X“** auf der Warntafel tragen durchgeführt, da diese Stoffe bereits mit dem Wasser aus dem lebenden Gewebe reagieren.

- **Gefährliche Reaktion beim Verdünnen konzentrierter Säuren und Laugen mit Wasser! Dabei Freisetzung von Wärme. Verspritzen siedender Säure oder Lauge möglich.**

Als Abwehrmaßnahme kann eine Verdünnung kleinerer Mengen der ätzenden Substanz mit Wasser angebracht sein. Der pH-Bereich für die Abwassereinleitung beträgt in der Regel 6,5 bis 9,5. Allerdings erschweren die benötigten Mengen an Wasser diese Maßnahme.

Beispiel:

„Verdünnte Salzsäure“ mit pH 1 soll ausreichend verdünnt werden:

Erforderlicher Verdünnungsfaktor: 100.000

1 Liter verdünnte Salzsäure mit einem pH von 1 ist also mit dem 100.000 Litern Wasser zu verdünnen, um den pH-Wert um 5 Einheiten zu erhöhen.

- **Ausbreitung von Säuren und Laugen als Flüssigkeit.**

Durch einfache Maßnahmen, wie Auffangen in beständige Behältnisse oder Abstreuen von Flüssigkeitslachen mit Chemikalienbindemittel können die Stoffe erfolgreich eingedämmt werden.

An der Einsatzstelle stellt eine Neutralisation von Säuren oder Laugen keine geeignete Maßnahme dar, da eine äußerst heftige Reaktion einsetzen wird. Zu-

dem ist die genaue Einstellung eines unkritischen pH-Wertes durch Zumischung vor Ort aufgrund der Rahmenbedingungen nahezu unmöglich. Zuletzt wäre die Vorhaltung und der Transport von starken Säuren und Laugen, mit den damit verbundenen Risiken, notwendig, um sie im seltenen Einsatzfall verfügbar zu haben.

- **Bildung ätzender Gase oder Dämpfe.**

Bei der Reaktion ätzender Stoffe mit anderen Stoffen entstehen Gase, wie z.B. Wasserstoff (brennbar), Schwefelwasserstoff (giftig), Nitrose Gase (ätzend), die sich in Räumen sammeln können und gefährliche Atmosphären bilden können.

- **Viele organische Säuren, z.B. Propionsäure, sind auch brennbare Flüssigkeiten, werden aber in der ADR-Klasse 8 geführt.**

4.9.3 Spezielle Maßnahmen

- Atem- und Körperschutz verwenden.
- Ausbreitung verhindern (auffangen, abdichten, Kanalisation, Gewässer und tiefere Räume sichern).
- Dampfwolken mit Sprühstrahl niederschlagen.
- Gefahrenbereich anpassen.
- pH-Papier einsetzen.
- Löschwasserrückhaltung nutzen.
  Für die Einleitung ins Abwassersystem ist i. d. R. der pH-Bereich von 6,5 - 9,5 gerade noch verträglich.
- Bei Kontaminationsverdacht Dekontamination durchführen. vfdb-Richtlinie 10-04 [11] beachten. Betroffene einem Arzt vorstellen.

Notizen:

4.10 Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände

In die ADR-Klasse 9 sind alle Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften, die nicht den anderen ADR-Klassen zugeordnet werden können, oder Gegenstände, die diese Stoffe enthalten, einzuordnen. Die Gefährdungen sind aufgrund der unterschiedlichen Stoffe und Gegenstände vielfältig. Entsprechend sind die besonderen Maßnahmen an den jeweiligen Stoff anzupassen.

4.10.1 Kennzeichnung

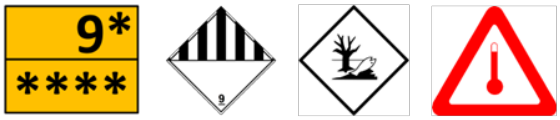
Rechtssystem	Kennzeichnungsmöglichkeiten
Transport	
Anlagen und Behälter	
Arbeitsschutz	

Tabelle 20: Mögliche Kennzeichnung von verschiedenen gefährlichen Stoffen und Gegenständen [Tabelle: IdF NRW]

4.10.2 Gefahren

- **Die spezifische Gefährdung ist abhängig von dem vorliegenden Stoff!**

- **Die Stoffe können nicht den anderen ADR-Klassen zugeordnet werden.**

4.10.3 Spezielle Maßnahmen

Die speziellen Maßnahmen dieser Maßnahmengruppe lassen sich nicht verallgemeinern, sondern sind, wie die Gefahren, stoffspezifisch!

Beispiele:

- **Stoffe, die beim Einatmen als Feinstaub die Gesundheit gefährden können**

Beispiel: Asbest. Die Gefahr dabei ist, dass die Inhalation mikroskopisch kleiner Asbest-Fasern eine chronische Entzündung des Lungengewebes hervorrufen kann. Es kommt zur Asbestose.

Spezielle Maßnahmen: Atemschutz und Schutzkleidung Form 2 verwenden. Kontaminierte Schutzkleidung unter Atemschutz ablegen und entsorgen. Dekontamination durchführen.

- **Stoffe, die entzündbare Dämpfe abgeben**

Beispiel: Schäumbare Polymer-Kügelchen

Die Gefahr ist die Freisetzung brennbarer Gase und Dämpfe, zum Teil erst über längere Zeiträume.

Spezielle Maßnahmen: Atemschutz und Schutzkleidung Form 1 verwenden. Brandschutz sicherstellen. Explosionsgrenzenwarngerät einsetzen.

- **Lithiumbatterien**

Gefahren: Gefahr des thermischen Durchgehens („Thermal Runaway“) mit sich selbst verstärkender exothermer Reaktion bis zum Abbrand der Zelle.

Gefahr der explosionsartigen Zündung bei thermischer Belastung.

Gefahr der Freisetzung von ätzenden, giftigen, krebserregenden und brennbaren Stoffen (z.B. Flusssäure, Wasserstoff) bei mechanischer Beschädigung oder thermischer Belastung der Zelle.

Spezielle Maßnahmen: Umluftunabhängiger Atemschutz und Schutzkleidung Form 1. Ex-Messungen durchführen. Niederschlagen von entstehenden Gasen mit Sprühstrahl. Sicherheitsabstände zu spannungsführenden Teilen beachten. Kühlung von thermisch belasteten Zellen mit Wasser über einen ausreichend langen Zeitraum (mehrere Stunden).

Zusätzliche Hinweise: vfdb-MB 10-17 Link

- **Rettungsmittel**

Beispiele: Airbag-Module, Notrutschen für Flugzeuge

Gefahren: Schlagartige Freisetzung von Stickstoff als Treibgas. Initiierung durch Schlag oder Stoß.

Spezielle Maßnahmen: Erschütterungen vermeiden. Sichern durch Unterbau und Abstützen. Aufenthalt im Gefahrenbereich vermeiden.

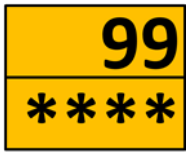
- **Umweltgefährdende Stoffe**

Beispiele: Desinfektionsmittel

Gefahren: Umweltgefährdend. Wassergefährdend entsprechend den Wassergefährdungsklassen 1-3. Zusatzgefahren sind möglich.

Spezielle Maßnahmen: Ausbreitung verhindern. Zusatzgefahren beachten

- **Erwärmte Stoffe**



Beispiele: Flüssige Metalle oder Salze, Bitumen

Gefahren: Ausbreitung erwärmter Flüssigkeiten, Ausbreitung der Wärme, Folgebrände und Verbrennungen.

Spezielle Maßnahmen: Ausbreitung verhindern. Schutzkleidung (Wärmeschutz) verwenden.

5 Chemische Kampfstoffe

Chemische Kampfstoffe umfassen alle militärisch einsetzbaren Stoffe und Systeme, die aufgrund ihrer Toxizität oder Reiz- und Ätzwirkung zum Tod oder zur Schädigung von Menschen, Tieren oder Pflanzen führen können.

Einteilung von chemischen Kampfstoffen

Die Einteilung von Kampfstoffen kann nach verschiedenen Kriterien, wie physikalischen, chemischen und toxikologischen Daten oder nach der Zielsetzung, als militärisch-taktische Überlegung erfolgen.

Bei den physikalischen Eigenschaften spielt der Aggregatzustand eine wesentliche Rolle, da gasförmige und flüssige Stoffe in der Regel eine bessere Verteilung ermöglichen als Feststoffe. Der Dampfdruck erlaubt eine Aussage zur Flüchtigkeit der Stoffe. Man unterscheidet flüchtige, wenig und nicht flüchtige Kampfstoffe.

Militärisch von Bedeutung kann sein, ob die Stoffe tödlich wirken oder nur zeitweilig außer Gefecht setzen und wie schnell, nach der Aufnahme in den Körper, die Wirkung einsetzt. Es können folgende Wirkungen unterschieden werden:

- Nervenkampfstoffe
- Lungenkampfstoffe
- Hautkampfstoffe
- Blutkampfstoffe
- Reizstoffe
- Psychokampfstoffe
- Pflanzenschädigende Kampfstoffe

5.1 Wirkungsweisen chemischer Kampfstoffe

Nervenkampfstoffe

Nervenkampfstoffe sind häufig Verwandte von Pestiziden und Insektiziden. Sie gehören zu den wirkungsvollsten Kampfstoffen, deren Toxizität nur von wenigen Vertretern der Toxinkampfstoffe übertroffen wird.

Nervenkampfstoffe sind Verbindungen, die zwischen der G-Reihe (Tabun, Sarin, Soman) und der V-Reihe (z. B. VX) unterschieden werden. Die G-Kampfstoffe haben einen hohen Dampfdruck und sind wasserlöslich, so dass sie inhalativ als Aerosol, aber auch über den Verdauungstrakt und die Haut aufgenommen werden können. V-Kampfstoffe sind wenig flüchtig und werden durch Kontamination des Geländes übertragen.

Die Wirkungsweise der Nervenkampfstoffe beruht auf der Hemmung der Reizweiterleitung des Nervensystems. Die Zeichen der Vergiftung sind sehr mannigfaltig, da das vegetative Steuersystem außer Kontrolle gerät. Auffällig sind eine Sehschwäche und Pupillenerweiterungen, starke Sekretabsonderungen, Muskelkrämpfe und Lähmungen.

Lungenkampfstoffe

Die Lungenkampfstoffe sind langsam wirkende, häufig tödliche Kampfstoffe bei kurzer Einwirkzeit. Wichtigster Vertreter dieser Kampfstoffklasse ist das Phosgen. Viele dieser Kampfstoffe oder ihrer Vorstufen sind Grundstoffe der chemischen Industrie.

Lungenkampfstoffe werden als Gas ausgebracht oder besitzen als Flüssigkeiten einen sehr hohen Dampfdruck. Die Wirkung von Phosgen und verwandten Stoffen beruht auf der Schädigung der Lungenkapillaren, wodurch ein toxisches Lungenödem entsteht. Eine Nebenwirkung des Phosgens ist die Reiz- und Ätzwirkung durch Freisetzung von Salzsäure auf der Haut und den Schleimhäuten. Hohe Konzentrationen können auch innerhalb von Minuten durch Verkrampfung der Muskulatur des Kehlkopfes und Bronchialbaumes zum Tode führen.

Hautkampfstoffe

Hautkampfstoffe sind mit wenigen Ausnahmen Kampfstoffe mit einer Langzeitwirkung auf Haut und Schleimhäute, die auch zu tödlichen Verletzungen führen. Hautkampfstoffe lassen sich 4 Stoffklassen zuordnen: S-Lost, N-Lost, Lewisit und Oxime.

Die Stoffe werden über Atemwege, Augenschleimhäute, oral oder perkutan aufgenommen. Ihr Wirkungsmechanismus beruht auf der Schädigung bzw. Hemmung von Enzymsystemen und Proteinen, wodurch es zu Blasenbildungen, Entzündungen oder zur systemischen Infektion kommen kann. Die Hautkampfstoffe werden in flüssiger oder viskoser Form eingesetzt. Bei einer Kontamination ist zu berücksichtigen, dass die Stoffe in der Regel gut fettlöslich sind und so nicht nur die Haut, sondern auch Schutzanzüge in kurzer Zeit durchdringen können.

Blutkampfstoffe

Blutkampfstoffe zeichnen sich durch eine besonders rasche, häufig tödliche Wirkung aus. Sie sind häufig Zwischenprodukte der chemischen Industrie. Vertreter der Blutkampfstoffe sind Cyanwasserstoff (HCN) und andere Verbindungen, die eine hohe Toxizität besitzen, wie Metallwasserstoff- und Metall-Kohlenmonoxid-Verbindungen sowie Chlorcyan.

Cyanwasserstoff und Chlorcyan sind leicht flüchtig. Ihre Aufnahme vollzieht sich über die Atmungsorgane oder den Verdauungstrakt. Cyanwasserstoff kann auch über die Haut aufgenommen werden, wobei durch Reaktion mit Wasser Blausäure entsteht. Cyanide blockieren die Zellatmung. Cyanid-Vergiftungen äußern sich in krampfartigen Zuständen und akuter Atemnot bei einer rosigen Hautfarbe.

Reizstoffe

Reizstoffe sind chemische Verbindungen, die schon in geringer Konzentration zur Reizung der Augenschleimhäute sowie der Schleimhäute der oberen Atemwege führen. Ihre Wirkung beruht auf der Hemmung enzymatischer Prozesse durch Blockierung von Fermenten und Proteinen. Als Folge treten starker Tränenfluss, Brennen der Augen, Niesen, Husten und Erbrechen auf, wobei die Symptome auch nach der Einwirkung noch erhalten bleiben können (Ätzwirkung).

Psychokampfstoffe

Diese Verbindungen rufen bei Menschen oder Tieren psychische Anomalien oder zentralnervöse Störungen hervor. Militärisch interessanter Vertreter ist das LSD. Die Aufnahme kann über die Atemwege, den Verdauungstrakt und teilweise über die Haut erfolgen.

Psychokampfstoffe verändern die Reizübertragung zwischen den Neuronen. Dadurch werden psychische oder physische Störungen hervorgerufen. Diese äußern sich in der Veränderung der Gemütsverfassung, Halluzinationen, verfälschtem Zeitgefühl, Persönlichkeitsstörungen, Schwindel, Schwäche, Zittern oder Schläfrigkeit.

Pflanzenschädigende Kampfstoffe

Die Vertreter dieser Kampfstoffklasse werden in ähnlicher Form in der Land- und Forstwirtschaft angewendet. Sie greifen in den Stoffwechsel der Pflanze ein. Für militärische Zwecke wurden einige Stoffe modifiziert bzw. in erhöhten Konzentrationen angewendet. Vertreter sind Herbizide, Wachstumsregulatoren und Entlaubungsmittel, z. B. Agent Orange.

Die Pflanzen werden je nach Kampfstoff in ihrem Wachstum gehemmt bzw. in Teilen oder als ganze Pflanze abgetötet. Die Kampfstoffe sollen die Lebensmittelversorgung eines Gegners beeinträchtigen oder die Tarnung durch Blattwerk und Vegetation nehmen.

5.2 Spezielle Maßnahmen

- Zuständige Stellen alarmieren (Polizei, Kampfmittelräumdienst für Kampfmittel der Weltkriege, Bundeswehr für Nachkriegsmunition).
- Militärische Anlagen mit chemischen Kampfstoffen nur mit fachkundiger Person betreten.
- Einsatztaktisches Vorgehen wie bei giftigen oder ätzenden Gasen oder Flüssigkeiten (ADR-Klasse 2.3, ADR-Klasse 6.1, ADR-Klasse 8).
- Munition nicht bewegen und Maßnahmen der ADR-Klasse 1.nn beachten.
- Gefahrenbereich anpassen.
- Messmöglichkeiten des ABC-Erkundungsfahrzeuges (IMS) nutzen.
- Warnung der Bevölkerung erwägen.

- Direkten Kontakt mit dem chemischen Kampfstoff vermeiden, da einige Kampfstoffe schwer flüchtig und hautgängig sind. Auch CSA können nach einiger Zeit durchdrungen werden.
- Gaswolke mit Sprühstrahl niederschlagen. Löschwasserrückhaltung nutzen.
- vfdb-Richtlinie 10-04 und Merkblatt „Hochtoxische C-Gefahrstoffe und C-Kmapfstoffe, Erkennung und Erstmaßnahmen“ [12] Link beachten.
- Dokumentation des Einsatzablaufes und Erfassung der Einsatzkräfte.
- Bei Kontaminationsverdacht Arzt aufsuchen.

Notizen:

6 Zusammenfassung

Nach den einschlägigen Vorschriften im Gefahrgutrecht (ADR) kann man Hauptgruppen von Gefahrstoffen unterscheiden, die sich durch besondere Eigenschaften und Gefahrenmerkmale auszeichnen. Diese werden in ADR-Klassen unterschieden.

Diese Lehrunterlage soll dem verantwortlichen Einsatzleiter die Möglichkeit bieten, schnell die wesentlichen Gefahren erkennen und geeignete Abwehrmaßnahmen ergreifen zu können.

In allen ADR-Klassen hat eine angemessene persönliche Schutzausrüstung einen hohen Stellenwert. Nur gesichertes Personal kann im Gefahrenbereich mit einem vertretbaren Risiko tätig werden.

Ein weiterer Aspekt ist die ausreichende Abgrenzung des unmittelbaren Gefahrenbereichs. Bei Explosivstoffen oder großen Gas-Lagerstätten ist das Kriterium „Abstand zur Gefahrenquelle“ lebenswichtig und geht gerade bei Munitionsbränden den Abwehrmaßnahmen vor.

Um den Gefahrenbereich sicher festlegen zu können, muss man wissen, welche räumliche Ausdehnung der Gefahrstoff einnimmt. Mit der Messtechnik der Feuerwehr, wie Gasmessgeräten, Prüfröhrchen aber auch dem ABC-Erkunder, sollten diese Fragestellungen vor Ort soweit wie möglich beantwortet werden.

Im Brandfall wird nicht jedes der klassischen Löschmittel Wasser, Pulver oder Schaum bei jedem Gefahrstoff zum Löscherfolg führen. Im Gegenteil, oft ergeben sich durch das falsche Löschmittel zusätzliche Gefahren. Zu den Einschränkungen bei der Wahl des Löschmittels wird bei den einzelnen ADR-Klassen informiert.

Chemische Kampfstoffe sind vor dem Hintergrund der Sicherheitslage in der westlichen Welt wieder in das Blickfeld der bundesdeutschen Gefahrenabwehr gerückt. Aus diesem Grund ergänzt die Lehrunterlage mit einer kurzen Einführung in die Thematik den Bereich der chemischen Gefahrstoffe.

Diese Lernunterlage enthält sowohl Links als auch QR-Codes zu weiterführenden Informationen.

Falls diese Verlinkungen nicht mehr funktionieren senden Sie bitte eine Nachricht mit einem entsprechende Hinweis an dezernatb3@idf.nrw.de.

I Literaturverzeichnis

[1] FwDV 500 Einheiten im ABC-Einsatz, Kohlhammer Verlag Stuttgart, 2022

[2] Meldungen an die Aufsichtsbehörden über außergewöhnliche Ereignisse im Brand- und Katastrophenschutz („Meldeerlass“) (Runderlass des Ministeriums des Innern – 33 - 52.03.04 / 23.03 –) vom 16. Mai 2018

[3] vfdb-Richtlinie 10/01 „Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Feuerwehreinsatz“, VdS Verlag Köln, Januar 2023

[4] GefStoffV Nov 2010, Stand Juli 2021

[5] Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (ADR) Stand 2021

[6] DIN 14011 Begriffe aus dem Feuerwehrwesen, Beuth Verlag Berlin, 2018-01

[7] vfdb-Merkblatt „Acetylen“, November 2019

[8] vfdb-Merkblatt „Ammoniak“, November 2022

[9] vfdb-Merkblatt “Chlor“, Juli 2022

[10] vfdb-Merkblatt „Flüssiggas“, März 2024

[11] vfdb-RL 10/04, „Dekontamination bei Einsätzen mit ABC-Gefahren“, Stand 2014

[12] vfdb-Merkblatt „Hochtoxische C-Gefahrstoffe und C-Kampfstoffe, Erkennung und Erstmaßnahmen“, November 2022

[13] Dr.-Ing. Nüßler, H.-D., “Gefahrgut-Ersteinsatz“, Storck-Verlag Hamburg 2024

[14] IGS-fire; Informationssystem des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW)

[15] EPA United States Environmental Protection Agency

[16] vfdb-Merkblatt Empfehlung für den Feuerwehreinsatz bei Gefahr durch Lithium-Zellen, -Batterien und -Akkumulatoren September 2020

Weiterführende Literatur:

[17] Rodewald, G. und Heuschen, R., Gefährliche Stoffe und Güter, Kohlhammer Verlag Stuttgart 2000.

[18] Habermaier, F., Chemie - Grundwissen für den Feuerwehrmann, Die Roten Hefte, 59, Kohlhammer Verlag Stuttgart, 1988.

[19] Klingsohr, K., Habermaier, F., Brennbare Flüssigkeiten und Gase, Die Roten Hefte, 41, Kohlhammer Verlag Stuttgart, 2002.

[20] Kemper, Hans; Grundlagen des ABC-Einsatzes; Fachwissen Feuerwehr; Ecomed-Sicherheit Verlagsgruppe Landsberg; 2006