

Verhalten bei Chemie- und Industrieunfällen
Anleitung für vorbeugende Maßnahmen

RATGEBER

STÖRFALLSCHUTZ



ZIVILSCHUTZ

Bundesministerium für Inneres

www.bmi.gv.at

ZIVILSCHUTZ HILFT

STÖRFALLSCHUTZ RATGEBER

Verhalten bei Chemie- und Industrieunfällen
Anleitung für vorbeugende Maßnahmen



Dieser Ratgeber entstand unter Mitarbeit von:

Dipl.Ing. Michael STRUCKL, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten
Dr. Gottfried GIDALY, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
Johann WRUSS, Bundesministerium für Inneres
Dipl.Ing. Kurt FINK, Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Dipl.Ing. Karl SCHMID, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband
Walter SCHWARZL, Österreichischer Zivilschutzverband

Impressum: Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Inneres, Abteilung für Zivilschutz, Herrengasse 7, 1014 Wien,
Redaktion Amtsdirektor Johann Wruß, Telefon: 01/53126/2703, Fax: 01/53126/2706
Photos: Flaga Flüssiggas VertriebsgesellschaftmbH., Neubauzeile 117, 4034 Linz; Contrast; Votava
Grafische Gestaltung: Rotter, Herstellung: Druckberatung Demczuk

Zweite ergänzte und berichtigte Auflage September 2000

VORWORT

Wir verbinden viel mit ihnen. Sie lösen Emotionen und Erinnerungen aus und ganze Industriezweige leben davon. Die Rede ist von Ortsnamen. Karibik steht für Urlaub, Monte Carlo für Reichtum und Wohlstand und Paris für Lebensfreude. Leider gibt es aber auch andere Synonyme. Wer Tschernobyl sagt, meint Kernkraftwerksunfall und wer den Ort Seveso zitiert, spricht eigentlich von Chemiekatastrophen. So unterschiedlich diese beiden Katastrophen auch waren, sie haben doch eine für das Schadensausmaß ganz entscheidende Gemeinsamkeit - die uninformierte und daher auch schutzlose Bevölkerung. Die Giftgaskatastrophe von Seveso war aber schließlich auch Auslöser für eine Wende im internationalen Katastrophenschutz.

1982 wurde von der Europäischen Gemeinschaft die erste Richtlinie zur besseren Beherrschung solcher Industrieunfälle erlassen. Ihr folgte 1996 eine neue und schärfere Regelung. Bezeichnenderweise werden diese Gesetzeswerke im internen Sprachgebrauch auch „Seveso I“ und „Seveso II“ genannt. Sie bilden letztendlich die Grundlage für eine darauf aufbauende österreichische Gesetzgebung.

Dabei verfolgt der Gesetzgeber immer stärker das Ziel, das Unfallrisiko durch umfangreiche Auflagen und strengere Kontrollen deutlich herabzusetzen und die möglichen Unfallfolgen durch eine bessere Information der Öffentlichkeit zu minimieren. Diese Informationspflicht kommt aufgrund der derzeitigen Gesetzeslage primär den Betreibern solcher „gefahren geneigten Anlagen“ zu. Der Inhalt dieser Informationen ist daher immer betriebsbezogen.

Dem Trend der einschlägigen Gesetzgebung folgend, geht dieser Ratgeber aber bereits über den gesetzlichen Behördenauftrag hinaus. Er beinhaltet eine allgemeine vorsorgliche Information über Störfälle und wie man sich davor schützen kann. Keinesfalls sollen damit aber die Betriebe von ihrer Informationspflicht entbunden werden.

INHALT



TEIL I: GEFÄHRLICHE STOFFE - NUTZEN UND RISIKO

Gefahren, die uns umgeben	6
Gefährliche Stoffe	6
Mögliche Gefahrenquellen	8
Großunfälle der Vergangenheit	10
Gefährliche Stoffe und deren Anwendung	12
Industriezweige mit erhöhtem Gefahrenpotential	12
Gefahrgeneigte Anlagen im Überblick	13
Die Wirkung gefährlicher Stoffe auf den Menschen	14
Verschiedene Gefährdungsmöglichkeiten	14
Belastungspfade und gesundheitliche Folgen	14
Die fünf Belastungspfade	14
Verätzungen	16
Vergiftungen	16
Maßeinheiten, Grenzwerte	18
Mechanische Einwirkungen	18
Thermische Einwirkungen	18
Toxische Einwirkungen	19
Maximale Arbeitsplatzkonzentration - MAK	19
Technische Richtkonzentration - TRK	19
Letale Dosis - LD	20
Unfallgrenzwert	21
Unfälle	22
Unfallursachen	22
Was passiert bei einem Industrieunfall?	23
Unfallarten	24
Explosionen	24
Brände	26
Toxische Gaswolken	26
Ausbreitungsmodelle und Katastrophenschutzplanung	29
Unfall ist nicht gleich Unfall	30
Zusammenhang zwischen Sicherheitseinrichtungen und Opferbilanz	32
Warnung und Information	33
Störfallinformation der Betriebe	33
Warn- und Alarmsystem	33
Die Bedeutung der Sirensignale	34
Die Warnung bei Störfällen	35
Information der Bevölkerung	35



TEIL 2: SCHUTZMÖGLICHKEITEN

Schutz durch behördliche und betriebliche Maßnahmen .....	.36
Sicherheitsbestimmungen .....	.36
Behördliche Schutzvorkehrungen .....	.36
Betriebliche Schutzvorkehrungen .....	.37
Evakuierung .....	.38
Schutz durch persönliche Maßnahmen (Selbstschutz) .....	.39
Bevorratung .....	.39
Schutz in den eigenen vier Wänden .....	.40
Sicher in der eigenen Wohnung .....	.41
Notwendige Adaptierungsmaßnahmen .....	.42
Die Schutzraumproblematik .....	.43
Verhalten bei einem Unfall mit gefährlichen Stoffen .....	.45
Selbstschutzmaßnahmen vor dem Durchzug der Schadstoffwolke .....	.45
Selbstschutzmaßnahmen während des Durchzugs der Schadstoffwolke oder während eines chemischen Unfalls .....	.46
Selbstschutzmaßnahmen nach dem Durchzug der Schadstoffwolke bzw. Klärung der Situation .....	.46
Gefahrensymbole, Warnzeichen .....	.50



TEIL 1

GEFÄHRLICHE STOFFE - NUTZEN UND RISIKO

GEFAHREN, DIE UNS UMGEBEN



Wie alle Lebewesen ist auch der Mensch in seiner Existenz einer Vielzahl von Bedrohungen ausgesetzt. Er hat gelernt, mit vielen dieser Bedrohungen zu leben und sich gegen zerstörende Einwirkungen der Natur bestmöglich zu schützen. Die enormen Fortschritte der Medizin und der Wissenschaft haben Gefahren, denen wir noch vor wenigen Generationen hilflos ausgeliefert waren, aus unserem heutigen Leben verbannt. Viele Gefahren gehören daher der Vergangenheit an, andere sind durch die Entwicklung neuer Technologien, wengleich im Bemühen um eine bessere Lebensqualität, hinzugekommen. Seit in Seveso, Bhopal und Basel Giftstoffe aus Industrieanlagen ausgetreten sind, stehen die Namen dieser Städte als Symbole für das Bedrohungspotential unseres technischen Zeitalters.

Um solchen Gefahren wirkungsvoll begegnen zu können, ist der Zivilschutz heute stärker gefordert denn je. Die besten Hilfsmannschaften und die umfangreichsten behördlichen Vorkehrungen werden aber nicht ausreichen, wenn sie nicht durch sinnvolle Selbstschutzmaßnahmen jedes einzelnen von uns ergänzt werden.

Sollte es aber trotz aller Risikominimierung dennoch zu bedrohlichen Situationen oder Schadstofffreisetzungen kommen, so darf nicht vergessen werden: Es gibt die Möglichkeit sich vor solchen Gefahren weitestgehend zu schützen. Je besser man auf solche Situationen vorbereitet ist, desto effektiver wird man sich auch schützen können.

Gefährliche Stoffe

Weltweit sind derzeit ca. 10 Millionen verschiedene chemische Verbindungen bekannt. Etwa 50.000 bis 70.000 davon werden in großen Mengen erzeugt, gehandelt, transportiert und verwendet. Viele dieser Stoffe können, wenn sie bei Unfällen freigesetzt werden, zu einer Gefährdung von Leben und Umwelt führen. Zum leichteren Verständnis werden diese Substanzen hier unter dem Sammelbegriff „Gefährliche Stoffe“ zusammengefasst.



Hinsichtlich ihres Schadensverlaufes können gefährliche Stoffe beim Freiwerden grob in zwei Gruppen eingeteilt werden:

1. Schadstoffe, die in eher geringer Konzentration, aber über einen längeren Zeitraum frei werden. Diese Schadstoffe werden heute auch oft mit dem Überbegriff „Umweltgifte“ bezeichnet.

Beispiele dafür sind:

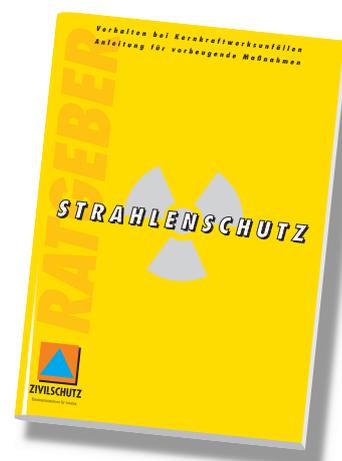
- Kohlenstoffdioxid, Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff und Nitrose-Gase aus Industrieverbrennungsanlagen, kalorischen Kraftwerken und dem Hausbrand.
- Kohlenstoffdioxid und teilweise unverbrannte Kohlenwasserstoffe aus Verbrennungskraftmaschinen und
- Insektizide, Fungizide und Pestizide sowie Düngemittel in der Landwirtschaft.

2. Schadstoffe, die spontan und unerwartet in hoher Konzentration frei werden und eine unmittelbare Gefahr darstellen.

Beispiele dafür sind:

- freiwerdende Chemikalien bei Störfällen in Betrieben,
- austretende Gase bzw. verflüssigte Gase bei Transportunfällen
- giftige Gase bei Kunststoffbränden oder Bränden von Chemikalien.

Der vorliegende Ratgeber befasst sich ausschließlich mit der zweiten Gruppe. Auf radioaktive Stoffe und auf das richtige Verhalten bei Kernkraftwerksunfällen wird in diesem Ratgeber nicht eingegangen. Dieses Thema wird in einem eigenen „Strahlenschutzratgeber“ des Bundesministeriums für Inneres behandelt.





MÖGLICHE GEFAHRENQUELLEN

Gefährliche Stoffe sind in unserer heutigen Industriegesellschaft sehr häufig anzutreffen. Oft treten sie dort auf, wo man deren Existenz nicht vermuten würde, oft wird aber auch die Gefährlichkeit bekannter Standorte nicht richtig eingeschätzt.

Die folgende Aufstellung soll einen kurzen Überblick über die möglichen Gefahrenquellen geben:

Betriebe

Gefährliche Stoffe werden nicht nur von Betrieben der Chemieindustrie sondern auch von zahlreichen anderen Betrieben verwendet, verarbeitet und gelagert. Trotz umfangreicher betrieblicher Sicherheitsvorkehrungen kann es zu Störfällen kommen, bei denen solche Stoffe freigesetzt werden. Diese Stoffe können sich bei Unfällen bzw. Zwischenfällen auch über die Betriebsgrenzen hinaus ausbreiten und so eine Gefahrenquelle für Mensch und Umwelt in der Umgebung des Betriebes darstellen.

Industriestandorte und Verkehrsrouten mit erhöhtem Gefahrenpotential



Transporte

Auf Österreichs Straßen rollen jährlich etwa 35 Millionen Tonnen gefährlicher Güter. Diese Summe entspricht etwa 15% des gesamten Transportvolumens. Bei einer durchschnittlichen Tankwagenladung von 20 Tonnen ergibt dies 1,7 Millionen LKW-Gefahrguttransporte pro Jahr. Jährlich finden bei etwa 15 bis 25 dieser Transporte auch schwere Unfälle statt.

Zusätzlich zu den Straßentransporten werden jährlich rund 7,5 Millionen Tonnen Gefahrgüter mit der Bahn transportiert. Das entspricht etwa 130.000 Bahnwaggons pro Jahr.



Ein sehr wesentlicher Aspekt bei Transportunfällen ist, dass kaum vorsorgliche Planungen möglich sind, da alle entscheidenden Parameter wie Unfallort, Umgebung, Stoffart und freigesetzte Menge nicht vorhersehbar sind. Dadurch erhöht sich auch das Risiko für die entlang solcher Routen wohnende Bevölkerung erheblich.

Hausanlagen

Bei Hausanlagen gehen die Gefahren in erster Linie von Flüssiggastanks aus, die mit Propangas oder Butangas gefüllt sind. Die meisten Tanks haben ein Fassungsvermögen von 5.000 Litern. Sie dienen zur Energieerzeugung für Heizung und Warmwasser. Bei Gebrechen können große Mengen dieser brennbaren Gase freigesetzt werden und auch noch in größerer Entfernung zu Bränden und Explosionen führen.

Nicht zu unterschätzen sind auch die bereits fast überall verwendeten Kunststoffe, die im Brandfall zur Freisetzung giftiger Brandgase führen.

Sport- und Freizeiteinrichtungen

Auch in diesen Bereichen kommen immer größere Mengen an gefährlichen Stoffen zur Anwendung. Zwei häufige Anwendungsbereiche sind:

■ Kälteanlagen

Sie dienen hauptsächlich zur Eisherzeugung auf Kunsteislaufplätzen und bei Bobbahnen. Als Kältemittel wird dafür sehr oft Ammoniak (giftig, ätzend und brennbar) verwendet. Auch Kühlhäuser für Lebensmittel arbeiten nach diesem Prinzip.

■ Chlorierungsanlagen

Chlor (giftig und ätzend) wird in Schwimmbädern zur Wasseraufbereitung verwendet. Durch das dem Badewasser beigemengte Chlor wird die Ausbreitung von Krankheitserregern verhindert.

Landwirtschaft

In landwirtschaftlichen Betrieben, insbesondere in Lagerhäusern und bei den Genossenschaften, lagern große Mengen an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Im Brandfall können Zersetzungsprodukte frei werden, die sich dann als „Giftgaswolke“ ausbreiten.

Terror/Chemische Waffen

Das Sarin-Attentat im Jahr 1995 in der U-Bahn von Tokio hat gezeigt, dass auch dieser Bereich nicht vernachlässigt werden darf. Die Gefährlichkeit von Kampfgasen ist erschreckend hoch, von Sarin sind beispielsweise bereits wenige Milligramm tödlich. Hinzu kommt, dass manche Kampfgase oder gefährliche Stoffe relativ einfach hergestellt werden können, wobei jedoch auch das Risiko für den „Hersteller“ relativ hoch ist. Ziele solcher terroristischen Anschläge können alle Arten von Menschenansammlungen auf öffentlichen Plätzen, in Bahnhöfen, Flughäfen und bei Veranstaltungen sein.





GROSSUNFÄLLE DER VERGANGENHEIT

Die folgenden Beispiele einiger großer Industrieunfälle der letzten 25 Jahre sollen bewusst machen, welche Auswirkungen Unfälle mit gefährlichen Stoffen haben können. In der Datenbank der EU, die derartige Unfälle erfasst, sind seit 1984 etwa 350 Vorfälle registriert. Bekannte Industrieunfälle, wie in Bhopal oder Mexico City sind in dieser Aufzählung nicht enthalten, um deutlich zu machen, dass auch bei der hochentwickelten europäischen und nordamerikanischen Sicherheitstechnik Großunfälle möglich waren und sind.

1974 Flixborough, England

50.000 t Cyclohexan - eine rasch verdampfende, leicht entzündbare Flüssigkeit - entweichen nach einem Rohrleitungsbruch und explodieren. Das 24 ha große Werksgelände wird verwüstet, die Flammen des nachfolgenden Brandes erreichen Höhen bis zu 100 m. 28 Tote und 89 Verletzte sind die Folge. Im Umkreis von 3,5 km werden 90 % der Wohnungen beschädigt. Die unmittelbare Ursache ist der Bruch eines provisorischen Verbindungsrohres, welches ohne vorhergehende Berechnungen als Notbehelfsmaßnahme installiert wurde.

1976 Seveso, Italien

Ein unvorhergesehener Druckanstieg in einem Reaktor zur Produktion von Trichlorphenol, einem Vorprodukt zur Erzeugung von Kunststoffen und Insektenvernichtungsmitteln, führt zu einem Austritt einer Aerosolwolke. Als Sicherheitsmaßnahme ist für einen derartigen Fall eine Berstscheibe installiert, welche allerdings nur die Ableitung des Überdruckes gewährleistet. Da kein Auffangbehälter zur Zurückhaltung der ausgetretenen Substanzen vorgesehen ist, gelangen diese in die Umgebung. In der Aerosolwolke sind Verunreinigungen an 2, 3, 7, 8 - Tetrachlordibenzo-p-Dioxin (TCDD), kurz Dioxin genannt, enthalten. Die Gesamtmenge des ausgetretenen hochgiftigen Dioxins beträgt ca. 600 g.

Es ist bis heute unmöglich, die Auswirkungen dieses Unfalles genau abzuschätzen. 736 Personen wurden aus einem 95 ha großen Gebiet evakuiert. Die gesamten Einrichtungen des Betriebes und die oberste Bodenschicht der Umgebung mussten an eine eigens eingerichtete und speziell abgedichtete Deponie verbracht werden.

1986 Basel, Schweiz

In einer Lagerhalle entsteht aufgrund von Brandstiftung oder eines schadhafte Folien-schrumpfgerätes ein Brand. In der Halle befinden sich 1.250 t Lagergüter, zum Großteil Pestizide. Als Folge gelangen große Brandgasmengen, bestehend aus teilweise verbrannten und unverbrannten Chemikalien, mehrere hundert Meter in die Luft. Die Bewohner der Umgebung klagen über Geruchsbelästigung, Reizung der Augen und der Atemwege. Das Feuer wird mit erheblichen Wassermengen gelöscht, was allerdings dazu führt, dass das Kanalsystem vollständig überfordert ist. Ca. 10.000 m³ des mit hochtoxischen Stoffen verschmutzten Löschwassers werden in den Rhein geleitet. In den folgenden Tagen wurde sichtbar, dass der größte Teil der Fauna des Flusses zerstört war. 500 km des Rheins waren von dieser Umweltkatastrophe betroffen.





1993 Frankfurt, Deutschland

Bei der Produktion von o-Nitroanisol kommt es zu einer Fehlreaktion. Durch Ausfall eines Rührwerks steigt der Druck im Reaktor so stark an, dass das vorhandene Sicherheitsventil anspricht und ein Teil des Kesselinhalts in die Atmosphäre gelangt. Weite Bereiche der angrenzenden Stadtteile von Frankfurt werden mit einem staubförmigen Niederschlag überzogen, welcher nach ersten Mitteilungen als „mindergiftig“ bezeichnet wird, dann aber mit großem Aufwand von Kinderspielplätzen, Balkonen usw. entfernt wird.

1994 Zürich, Schweiz

Die Entgleisung und anschließende Explosion eines Güterzuges mit 20 benzingefüllten Tankwaggons verwandelt am 8. März 1994 den kleinen Quartierbahnhof von Zürich-Affoltern in ein Flammeninferno und die Umgebung in eine Brandwüste. 320.000 Liter Benzin laufen aus, versickern im Erdreich oder verbrennen. Benzindämpfe breiten sich in der Kanalisation aus. Aufgrund von Explosionen werden Kanaldeckel auch noch in Entfernungen von einigen Kilometern in die Luft geschleudert. Ein mit durchschnittlich 20 Kesselwagen zusammengestellter Zug befördert ca. 1,5 Millionen Liter Benzin.

1996 Weyauwega, USA

Ein Güterzug mit 81 Waggons entgleist während der Durchfahrt durch Weyauwega, Wisconsin, USA. Ursache des Unfalles ist eine defekte Gleisanlage. Der Unfall bedeutet eine unmittelbare Gefahr für die lokale Bevölkerung. Von den 31 entgleisten Waggons geraten sechs Flüssigpropangaswaggons sofort in Brand. Weitere 8 Waggons mit gleichem Inhalt sind umgestürzt. Insgesamt sind diese 14 Waggons mit etwa 750 Tonnen Flüssigpropangas gefüllt. Neben den Gleisanlagen befindet sich eine Käsefabrik, die für ihre Zwecke einen Lagertank mit 7,5 Tonnen Ammoniak gefüllt hatte. Dieser Lagertank ist durch die in der Nähe liegenden, beschädigten und brennenden Waggons extrem gefährdet. Aufgrund der Explosionsgefahr müssen etwa 1.800 Menschen aus der Gefahrenzone (2,5 km Radius) evakuiert werden. Die Sanierungsarbeiten dauern 14 Tage.

1997 Hochstraß, Österreich

Auf der Wiener Außenringautobahn gerät bei Hochstraß ein Tankwagen durch einen technischen Defekt in Brand. Der Tankwagen ist mit 21 Tonnen Isobutyraldehyd - einem hochexplosiven und giftigen Stoff - gefüllt. Insgesamt werden 26 Feuerwehrfahrzeuge und 136 Mann zur Gefahrenbekämpfung eingesetzt. Die Autobahn wird gesperrt und die Bewohner angrenzender Ortschaften aufgerufen, ihre Fenster geschlossen zu halten und die Häuser nicht zu verlassen. Erst 19 Stunden später kann die Autobahn wieder für den Verkehr freigegeben werden. Der Unfall brachte den Verkehr in weiten Teilen Wiens zum Erliegen.





GEFÄHRLICHE STOFFE UND DEREN ANWENDUNG

Gefährliche Stoffe wie explosive, brennbare, giftige oder ätzende Substanzen nehmen in vielen Industriezweigen einen wichtigen Stellenwert ein. Obwohl die Gefährdungen durch den Umgang mit gefährlichen Stoffen bekannt sind, lassen sich Störfälle bei Gefahrguttransporten oder in Industrieanlagen trotz großer Sicherheitsvorkehrungen nicht gänzlich ausschließen.

Industriezweige mit erhöhtem Gefahrenpotential

Chemieindustrie

In Österreich konzentriert sich die produzierende Chemieindustrie hauptsächlich auf den Raum Linz. Dazu kommen noch etwa 10 Standorte großer produzierender Chemiebetriebe, die auf ganz Österreich verteilt sind. Der allergrößte Teil der anderen Chemiebetriebe sind reine Lagerstätten mit großen Unterschieden in den Lagerkapazitäten.

Papier- und Zellstofferzeugung, Spanplatten- und Schaumstofferzeugung

Betriebstypen dieser Art zählen aufgrund der in großen Mengen verwendeten gefährlichen Substanzen (Schwefeldioxid, Methanol, Formaldehyd) zu den besonders gefährdeten Industriezweigen.

Lebensmittelindustrie, Kühlhäuser, Sportstätten

Diese Anlagen gehören zur Gruppe der Ammoniakverwender und sind deshalb als potentielle Großunfallverursacher zu nennen.

Düngemittellager

Düngemittellager, speziell für den landwirtschaftlichen Gebrauch, findet man an vielen Standorten in Österreich. Die Lagerkapazitäten sind jedoch sehr unterschiedlich. Düngemittel (Ammoniumnitrat) gelten wegen der im Brandfall entstehenden giftigen Brandgase als „sensible Substanzen“.

Sprengstoff- und Munitionserzeugung

In Österreich gibt es mehrere Lagerstätten und Erzeugungsbetriebe für zivile Sprengstoffe und Munition. Prinzipiell sind auch diese Betriebe geeignet, einen großen Schaden in der Nachbarschaft hervorzurufen, allerdings ist, durch eine sehr lange, seit dem Jahr 1938 bestehende Gesetzgebung, die Bebauung in der Umgebung derartiger Betriebe stark eingeschränkt worden.

Raffinerien und Lagerstätten für brennbare Flüssigkeiten

Auch hier sind große Unterschiede in den Lagerkapazitäten vorhanden, die von der einzigen Raffinerie Österreichs in Schwechat bis zu oberirdischen Lagerstätten mit nur



einigen tausend Litern Inhalt reichen. Eine Gefahr für die Bevölkerung ist jedoch nur bei einem Brand vergleichsweise großer Mengen gegeben.

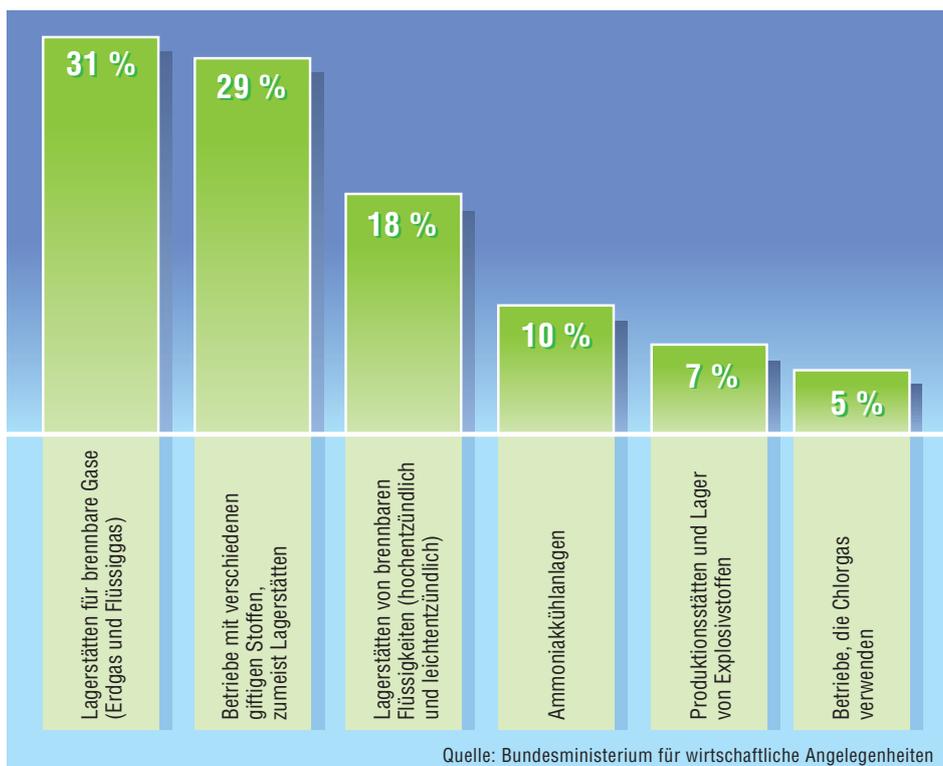
Flüssiggashandel und Lagerung

Die Lagerstätten für Flüssiggas und Erdgas sind die größte Gruppe der gefährlichen Stoffe in Österreich, wobei es sich bei den oberirdischen Lagerstätten (nur diese sind wirklich von Bedeutung) zumeist um Flüssiggas (Propan / Butan) handelt. Hier gilt sinngemäß das gleiche wie für brennbare Flüssigkeiten, allerdings sind hier die Gefährdungsabstände bei Unfällen mit Flüssiggasanlagen geringer.

Gefahreneigte Anlagen im Überblick

Die Statistik der gefahreneigten Anlagen Österreichs, das sind jene Anlagen, die unter die Bestimmungen der Störfallverordnung fallen, stellt zugleich auch einen Überblick über die im Wesentlichen verwendeten Produktgruppen dar. Die Verteilung hat überblicksmäßig folgendes Aussehen:

Gefahreneigte Anlagen nach Produktgruppen



Eine weitere Unterteilung der Betriebe mit giftigen Stoffen wäre sehr detailliert und umfangreich. Typische Stoffe sind etwa Methanol, Ethylenoxid, Propylenoxid, Phosgen oder Toluylendiisocyanat. In die Gruppe der Explosivstoffe fallen nicht nur Stoffe wie etwa Schieß- und Sprengmittel, sondern auch Lagerstätten für Ammoniumnitrat (Düngemittel), falls dieses aufgrund seines Stickstoffgehaltes zur Detonation fähig ist.

Gasen kommt insofern eine ganz besondere Bedeutung zu, da sie aufgrund ihrer raschen Ausbreitungsfähigkeit auch ein großes Schadensgebiet zur Folge haben können. Das Gefahrenpotential eines Gases hängt nicht nur von der Giftigkeit des Stoffes, sondern auch davon ab, ob das Gas schwerer oder leichter als Luft ist.



DIE WIRKUNG GEFÄHRLICHER STOFFE AUF DEN MENSCHEN

Verschiedene Gefährdungsmöglichkeiten

Unfälle mit gefährlichen Stoffen können Leben und Gesundheit auf verschiedene Art gefährden. Meist treten mehrere Gefahren gleichzeitig auf. Nachstehende Beispiele sollen einen Überblick über die verschiedenen Gefährdungsmöglichkeiten geben.

(E)



Explosionsgefahr

(C)



Ätzend



Warnung vor explosionsgefährlichen Stoffen

EXPLOSIONSGEFAHR	Gefahr durch Druckwelle und Trümmerflug.
VERGIFTUNGSGEFAHR	Aufnahme von giftigen Stoffen in den Körper durch Einatmen, Verschlucken oder über die Haut.
ERSTICKUNGSGEFAHR	Gefahr durch Sauerstoffmangel, Verdrängung des Sauerstoffes durch Brand- oder Gärgase.
BRANDGEFAHR	Gefahr durch Hitze und Flammen bei Entzündung von brennbaren Gasen, Flüssigkeiten und Stäuben (z.B. Flüssiggas, Benzin, Kohlestaub).
BRANDFÖRDERUNGSGEFAHR	Gefahr durch entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe. Verbrennungsgeschwindigkeit und Hitze können stark ansteigen.
VERÄTZUNGSGEFAHR	Verletzungen der Haut, Augen und Schleimhäute bei Kontakt mit Säuren und Laugen.
ERFRIERUNGSGEFAHR	Gefahr von Erfrierungen und Unterkühlungen durch ausströmende tiefkalte Gase oder Flüssiggase.
ANSTECKUNGSGEFAHR	Aufnahme von Krankheitserregern in den Körper.
UMWELTGEFAHR	Gefahr der Verunreinigung von Wasser, Boden und Luft.

Belastungspfade und gesundheitliche Folgen

Die fünf Belastungspfade

Die Belastung der Bevölkerung kann auf folgende Weise erfolgen:

■ Belastung durch Gewalteinwirkung

Aufgrund von Bränden oder ungewollter chemischer Reaktionen kann es zu Explosionen kommen. Die dabei auftretenden Druckwellen können Schäden an Gebäu-



den (Fensterbruch, Einstürze etc.) aber auch körperliche Schäden (Trommelfellriss) zur Folge haben. In besonders ungünstigen Fällen kann es auch zu einem oft mehrere hundert Meter weit reichenden Trümmerflug kommen.

Mögliche gesundheitliche Folgen: Verletzungen aller Art.

■ **Belastung durch Brand, Hitzestrahlung und Kälte**

Unfälle mit gefährlichen Stoffen bergen meist auch eine große Brandgefahr in sich. Diese Gefahr besteht aber nicht nur am Ort des eigentlichen Unfallgeschehens, sondern durch Austreten brennbarer Flüssigkeiten und Gase/Dämpfe auch noch in größerer Entfernung. Bei Großbränden kann es durch Hitzestrahlung auch zu Selbstentzündungen in der Umgebung kommen. Ausströmende tiefkalte Gase oder Flüssiggase können in unmittelbarer Umgebung zu teilweisen Erfrierungen führen.

Mögliche gesundheitliche Folgen: Brandverletzungen, Erfrierungen und Unterkühlungen.

■ **Belastung durch Einatmen verunreinigter Luft (Inhalation)**

Als Folge solcher Unfälle können sich toxische (giftige) Stoffe über mehrere Kilometer in der Atmosphäre ausbreiten. Der Gefährdungsbereich kann mehrere Quadratkilometer betragen und ist damit wesentlich größer als jener, der durch Gewaltwirkung, Brand und Hitzestrahlung entsteht. Die Gefährdung ist nur während des Durchzuges der Schadstoffwolke gegeben, also über einen Zeitraum von mehreren Stunden. Geruchsbelästigung, Nebelschwaden oder körperliche Reaktionen, wie Brennen der Schleimhäute (Augen, Hals) oder Atembeschwerden können ein erster Hinweis auf freigesetzte Schadstoffe sein. Nicht alle dieser Stoffe sind jedoch durch unsere Sinnesorgane wahrzunehmen.

Mögliche gesundheitliche Folgen: Vergiftungs-, Verätzungs- und Ansteckungsgefahr

■ **Belastung durch Aufnahme kontaminierter Nahrungsmittel (Ingestion)**

Nahrungsmittel, die bei einem Unfall mit gefährlichen Stoffen verunreinigt (kontaminiert) wurden, können beim Verzehr schwere gesundheitliche Schäden hervorrufen. Der Verzicht auf solche Nahrungsmittel, insbesondere Obst und Gemüse aus dem Garten, ist daher in solchen Situationen unbedingt erforderlich. Auch im Haus oder der Wohnung offen gelagerte Nahrungsmittel können kontaminiert sein und müssen daher ersetzt werden. Produkte, die in Gläsern, Dosen, Flaschen etc. verpackt sind, sind davon nicht betroffen.

Mögliche gesundheitliche Folgen: Vergiftungs-, Verätzungs- und Ansteckungsgefahr

■ **Belastung durch oberflächliche Verunreinigung von Personen und Sachen (Kontamination)**

Dieser Belastungspfad stellt die zeitlich betrachtet längste Belastungsart dar. Die bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen freierwerdenden Substanzen können sich mit Hilfe der Thermik oder des Windes über größere Entfernungen ausbreiten und an Personen, die sich zu diesem Zeitpunkt im Freien aufhalten und an allen im Freien befindlichen Oberflächen ablagern. In weiterer Folge können solche Schadstoffe über offene Wunden oder in besonderen Fällen auch direkt über die Haut (Resorption) in den Körper aufgenommen werden und gesundheitliche Schäden hervorrufen.



Warnung vor feuergefährlichen Stoffen oder hoher Temperatur



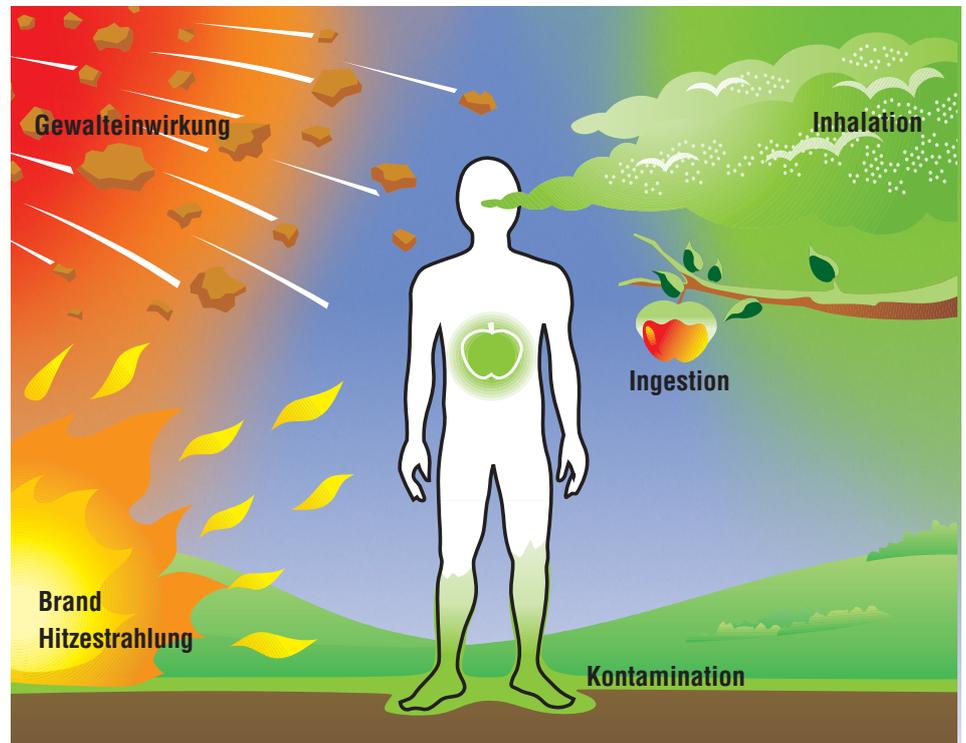
Warnung vor giftigen Stoffen



fen. Die Gefahr besteht auch noch nach dem Durchzug der Schadstoffwolke. Solange diese Verunreinigungen von Straßen und Wegen nicht entfernt wurden, ist vor allem auf besondere Reinlichkeit zu achten.

Mögliche gesundheitliche Folgen: Vergiftungs-, Verätzungs- und Ansteckungsgefahr

Die 5 Belastungspfade



Verätzungen

Verätzungen sind Schädigungen der Haut und Schleimhäute, die nach Kontakt mit einem Schadstoff, in erster Linie mit Flüssigkeiten (Säuren, Laugen u.a.), auftreten.

Aber auch Feststoffe oder Gase können sich im Feuchtfilm der Haut oder in feuchter Bekleidung lösen und ätzende Flüssigkeiten bilden. Während die normale Haut eine - wenn auch geringe - Widerstandsfähigkeit gegen ätzende Stoffe besitzt, sind Augen, Schleimhäute und offene Wunden besonders empfindlich.

Abhängig von der Art des Stoffes und dessen Konzentration kann die Schädigung der (Schleim-)Haut von einer leichten Reizung (Rötung) bis zur völligen Zerstörung der (Schleimhaut) und des darunter liegenden Gewebes führen. Verätzungen heilen - wenn überhaupt - nur sehr langsam und hinterlassen hässliche und meist auch schmerzende Narben.

Vergiftungen

Eine Reihe von Substanzen rufen bereits bei der Aufnahme kleinster Mengen chemische Veränderungen im Körper hervor, die zu schweren Schäden der Gesundheit führen und auch tödlichen Ausgang haben können. Solche Stoffe werden allgemein als Gifte bezeichnet.



Sie werden wie folgt definiert:

„Gifte sind Stoffe, von denen aus Erfahrung bekannt oder nach tierexperimentellen Untersuchungen anzunehmen ist, dass sie bei der Aufnahme durch die Atemwege, durch die Verdauungsorgane oder durch die Haut bei einmaliger oder kurzdauernder Einwirkung in relativ kleiner Menge zu Gesundheitsschäden oder zum Tod eines Menschen führen können.“

Aufgrund der Wirkung kann folgende grobe Einteilung getroffen werden:

■ Reiz- und Ätzgifte

Das Einatmen oder Verschlucken solcher Gifte führt zu schweren Verätzungen der Schleimhäute, der Speiseröhre und der Atemwege. Viele dieser Substanzen führen bereits in geringer Konzentration zu einer Reizung der Atemwege (Hustenreiz). In diesen Fällen können - bevor es zu größeren Schädigungen kommt - geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Manche Gase und Dämpfe bewirken jedoch beim Einatmen Schädigungen, deren volles Ausmaß nicht sofort erkennbar ist. Oft kommt es erst nach mehreren Stunden zu einem Lungenödem mit ernstesten und mitunter tödlichen Folgen.

Vertreter der Reiz- und Ätzgifte sind:

Nitrose Gase (NO_x)
Chlorwasserstoffgas (HCl)
Ammoniak (NH_3)
Phosgen (COCl_2)
Chlor (Cl_2)

■ Blut-, Nerven-, Zellen-, Leber-, Nierengifte

Diese Gifte werden vom Blut im Körper verteilt und gelangen so zu allen Organen.

Vertreter dieser Gruppe sind:

Kohlenstoffmonoxid (CO)
Blausäure (HCN)
Benzol



MASSEINHEITEN, GRENZWERTE

Um das Schadensausmaß bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen beurteilen bzw. vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung von Gefährdungen treffen zu können, sind - wie in anderen Lebensbereichen auch - vergleichende Maßstäbe und die Einführung von Grenzwerten notwendig. Aber auch Grenzwerte stellen grundsätzlich keine Grenze zwischen „gefahrlos“ und „gefährlich“ dar, sie sollen aber das Anwachsen der Gesamtbelastung über ein bestimmtes Ausmaß verhindern.

Mechanische Einwirkungen

Verletzungen durch mechanische Einwirkungen (Brüche, Quetschungen, Blutungen) können durch Splitter- und Druckwirkung nach Explosionen oder Behälterzerknall entstehen.

Einige Grenzwerte für Druckwellen

Folgen	Überdruck (mbar)
intensiver Lärm (Düsenflugzeug)	3
Fensterbruch möglich, wie starker Windstoß	9
Beschädigung leichter Konstruktionen	100
Trommelfellriss möglich	200
Gebäudeschäden	300
Überschlagen schwerer Teile, z.B. Zugwaggon	700
Lungenriss	1000

Thermische Einwirkung

Verletzungen durch thermische Einwirkungen werden hervorgerufen durch:

- Flammen und Wärmestrahlung = Verbrennungen
- überkochende Flüssigkeiten = Verbrühungen
- ausströmende verflüssigte oder verdichtete Gase = Erfrierungen

Einige Grenzwerte für Hitzestrahlung

Folgen	kW/m ²
Zerstörung von Kunststoffoberflächen beginnt	3
Blasenbildung auf der Haut	5
Feuerwehr benötigt Spezialanzüge	8
Verbrennungen 1. Grades nach 10 Sekunden, Tanks benötigen Kühlung	12,5
Zündung von Holz ohne Flammen, Verbrennungen 2. Grades nach 10s	25
Verbrennungen 3. Grades nach 10s Spontanzündung von Textilien nach 10 min, Explosion von Tanks mit Flüssiggas oder Treibstoffen trotz Kühlung möglich	36
Schäden an stählernen Konstruktionen	50
Versagen von stählernen Konstruktionen	100



Toxische Einwirkungen

Kein Stoff ist entweder giftig oder ungiftig. Allein die eingenommene Menge ist entscheidend für die schädliche oder nützliche Wirkung. Eine genaue Abschätzung der Giftwirkung eines Stoffes auf den Menschen ist nur bedingt möglich, da die Wirkung von verschiedenen Faktoren wie Gewicht, allgemeine Konstitution, bestimmten Gewöhnungseffekten sowie der Art und Dauer der Einwirkung beeinflusst wird und naturgemäß kaum praktische Versuche am Menschen durchgeführt werden können. Als Grenzwerte für die Konzentration eines Luftschadstoffes am Arbeitsplatz wurden der MAK - und der TRK-Wert eingeführt.

Maximale Arbeitsplatzkonzentration - MAK

Der MAK-Wert dient dem Schutz der Arbeitnehmer/innen vor Gesundheitsschäden durch Gefahrstoffe. Er wird wie folgt definiert:

„Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich achtstündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt.“

Eine kurzzeitige Überschreitung des MAK-Wertes z.B. bei einem Schadstoffaustritt, muss nicht unbedingt zu einer Vergiftung führen.

Längere Expositionen können aber bereits bei einer 5 bis 10-fachen Überschreitung des MAK-Wertes akute Vergiftungserscheinungen zur Folge haben. Aber auch die Langzeitwirkung verschiedener Stoffe darf nicht außer Acht gelassen werden.

Technische Richtkonzentration - TRK

Der TRK-Wert dient dem Schutz der Arbeitnehmer/innen vor Gesundheitsschäden beim Umgang mit krebserzeugenden und krebverdächtigen Stoffen. Er wird wie folgt definiert:

„Unter der Technischen Richtkonzentration eines gefährlichen Stoffes versteht man diejenige Konzentration als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann und die als Anhalt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die messtechnische Überwachung am Arbeitsplatz heranzuziehen ist.“

Die Einhaltung der Technischen Richtkonzentration am Arbeitsplatz soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit vermindern, vermag dieses jedoch nicht vollständig auszuschließen.



Letale Dosis - LD

Die akute toxische Gefahr eines Stoffes wird in der wissenschaftlichen Literatur mit Hilfe der sogenannten „halbletalen Dosis“, dem LD₅₀-Wert, angegeben. Er wird wie folgt definiert:

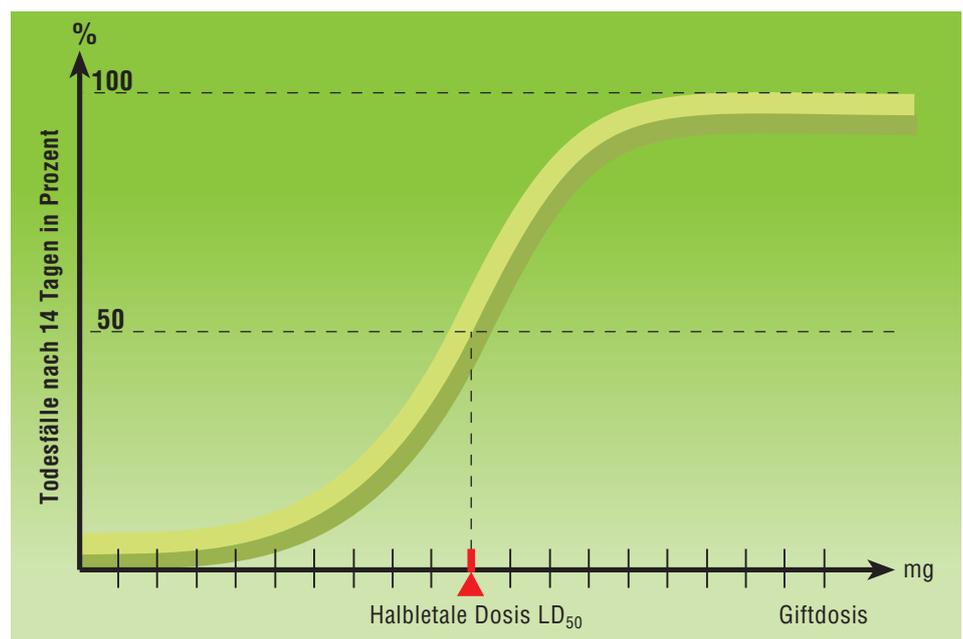
„Der LD₅₀-Wert gibt jene Stoffmenge an, bei deren Aufnahme 50 Prozent der Versuchstiere innerhalb von 14 Tagen getötet werden.“

Da die Aufnahme der Giftstoffe auf drei verschiedene Arten erfolgen kann, muss folgende Unterscheidung getroffen werden:

Aufnahmeart und Bezeichnung	Belastungszeitraum	Maßeinheit
LD ₅₀ -Wert für Verschlucken akute orale Toxizität	einmalige orale Einnahme	mg Stoff / kg Körpergewicht
LD ₅₀ -Wert für Hautkontakt akute dermale Toxizität	kontinuierlicher Haut- kontakt über 24 Stunden	mg Stoff / kg Körpergewicht
LC ₅₀ ^{*)} -Wert für Einatmen akute inhalatorische Toxizität	kontinuierliches Einatmen über 4 Stunden	mg Stoff / Liter Luft oder ppm ^{**)}

^{*)} LC = Letal concentration
^{**)} ppm = parts per million (Teile von einer Million)
1 ppm eines Gases bedeutet, dass in 1m³ Luft 1 cm³ des Gases enthalten ist
ppm entspricht ungefähr mg/m³ Luft

Halbletale Dosis





Unfallgrenzwert

Der Unfallgrenzwert, ausgedrückt in ppm, gibt jene Dosis an, bei deren einmaliger Aufnahme keine irreversiblen Schäden der menschlichen Gesundheit zu erwarten sind. Bei den vom Verband der deutschen chemischen Industrie (VCI) festgelegten Werten wurde von einem Belastungszeitraum von 60 Minuten ausgegangen. Da im Realfall die Belastungsdauer auf Grund von Alarmplänen und Sicherheitsvorkehrungen darunter liegen wird, kann somit von einer sicheren Grenze gesprochen werden.

Einige Beispiele:

Substanz	MAK		TRK		Unfallgrenzwert ppm
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	
Acrylnitril			4,5	2	30
Ammoniak	18				500
Benzol			1,6	5	500
Blausäure	11	10			35
Chlor	1,5	0,5			20
Chlorwasserstoff	7	5			90
Ethylenimin			0,9	0,5	30
Ethylenoxid			5	3	400
Fluorwasserstoff	2	3			30
Formaldehyd	0,6	0,5			10
Methylisocyanat	0,025	0,01			3
Phosgen	0,4	0,1			2
Phosphorwasserstoff	0,15	0,1			5
Propylenoxid			6	2,5	1000
Schwefeldioxid	5	2			30
Schwefelkohlenstoff	30	10			500
Xylol	440	100			1000

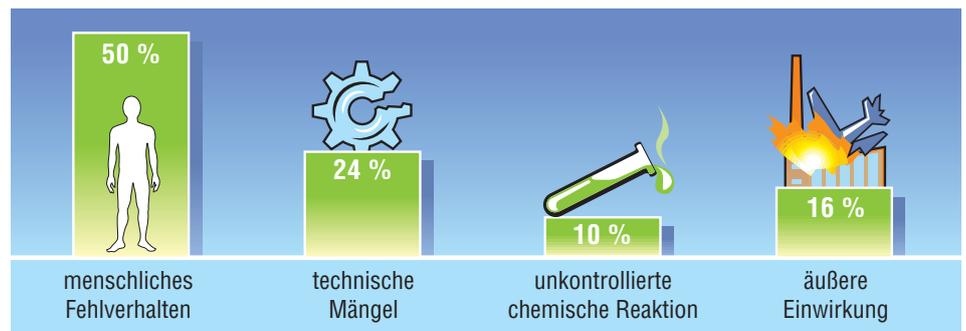


UNFÄLLE

Unfallursachen

Wie der nebenstehenden Tabelle entnommen werden kann, ist „menschliches Fehlverhalten“ die Hauptursache für Industrieunfälle. Die dort genannte Häufigkeit von 50 % ist allerdings mit Vorbehalt zu betrachten, da auch die anderen Ursachen zumindest teilweise mit dem „Faktor Mensch“ zusammenhängen dürften. So sind bestimmte technische Mängel oft auf Planungsfehler oder mangelhafte Instandhaltung zurückzuführen. Auch unkontrollierte, oder besser gesagt unkontrollierbar werdende chemische Reaktionen entstehen nicht von selbst, sondern werden durch Planungsfehler, mangelnde Kontrolle, Fehler im Organisationsablauf etc. verursacht.

Hauptunfallursachen



Der Reaktorunfall von Three Mile Island war zwar ein Nuklearunfall, er wurde aber sehr eingehend untersucht und kann durchaus auch als Beispiel für andere Industriezweige dienen. In dem Buch „Normale Katastrophen“ von Charles Perrow wird er auch als „ganz normaler Unfall“ bezeichnet. Die entscheidende Phase des Unfallverlaufes wird so beschrieben:

„Durch das Ausfallen der Dampfturbine musste die Wärme im Reaktorkern abgeführt werden. Deshalb sprangen die Notspeisewasserpumpen an, um den Sekundärkreislauf des Reaktors jenes Wasser neu zuzuführen, das verdampft, wenn es nicht zirkulieren kann. Die zugehörigen Leitungen waren jedoch gesperrt: Zwei Tage zuvor erfolgten Wartungsarbeiten, die Verschlussventile wurden versehentlich nicht wieder geöffnet. Am riesigen Steuerpult der Anlage gab es zwei Messanzeiger, denen man hätte entnehmen können, dass diese Ventile geschlossen waren. Der eine wurde allerdings durch einen Reparaturzettel verdeckt, der über ihn an einem Schalter hing. Acht Minuten später als dem Bedienungspersonal das Verhalten der Anlage mysteriös erschien, kamen sie dahinter. In dieser kurzen Zeitspanne war der größte Schaden bereits geschehen.“

Der in Österreich leider bestens bekannte Absturz des Lauda Air-Jets „Mozart“ im Jahr 1991 hat die Probleme des Bedienungspersonals mit moderner Technik ebenfalls auf tragische Weise verdeutlicht. Nachdem mehrere Theorien über die Absturzursache aufgestellt und wieder verworfen wurden, gilt derzeit das Vorliegen eines Computerfehlers als wahrscheinlichste Ursache, zumal der Hersteller zwei Monate nach dem Absturz Umbauten verfügte und die Betriebs- und Wartungsanweisungen änderte. Dieser Absturz



ist für die Bewertung des „Faktors Mensch“ bei Industrieunfällen von grundsätzlicher Bedeutung. Es lassen sich daraus mehrere Erkenntnisse ableiten:

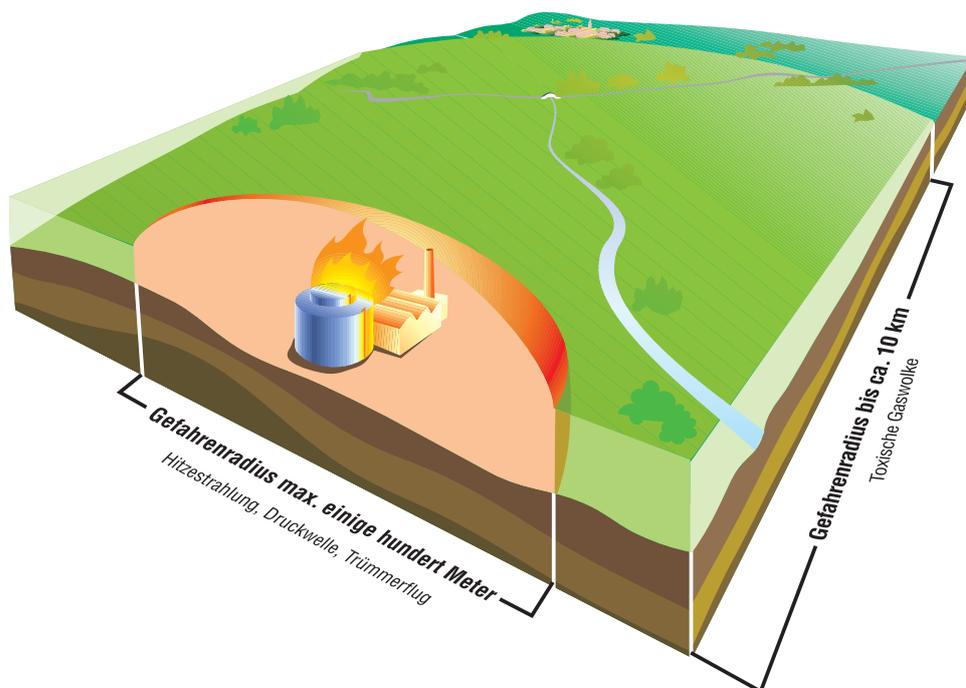
- Selbst modernste technische Großgeräte, vom besten Hersteller und Betreiber, sind nicht gegen interne, von der Umwelt unabhängige Störfälle gefeit.
- Die vorhandenen Sicherheitssysteme, mit Erfahrung gestaltet und in scheinbar perfekten Simulatoren erprobt, können gegen bestimmte Störfälle wirkungslos sein.
- Moderne Technik ist dermaßen komplex geworden, dass bei gewissen Störsituationen weder die Bedienungsmannschaft, noch die nach solchen Katastrophen eingesetzten Untersuchungskommissionen die technischen Vorgänge völlig durchschauen können.
- Letzteres gilt erhöht für elektronische Hard- und Software. Diese ist schwer kontrollierbar und wegen ihrer Miniaturisierung prinzipiell störanfällig.
- Die laufende Verringerung des Bedienungs- und Instandhaltungspersonals war und ist für die Sicherheit schädlich.

Was passiert bei einem Industrieunfall?

Schwere Unfälle mit gefährlichen Stoffen treten meist in Zusammenhang mit Bränden, Explosionen oder dem Austritt giftiger Chemikalien auf. Solche Unfälle sind in der Regel Folgeerscheinungen des Freiwerdens einer gefährlichen Substanz aus einer vermeintlich sicheren Umschließung.

Typische Auslöseereignisse sind etwa:

- Ein Leck in einem Behälter für brennbare Stoffe.
Es kommt zum unkontrollierten Austreten dieses Stoffes und zur Vermischung mit Luft. Die so entstandene zündfähige Wolke driftet zu einer Zündquelle ab, was zum Brand oder einer Explosion führt.
- Ein Leck in einem Behälter für giftige Substanzen.
Es kommt zur Bildung einer toxischen Gaswolke und ihrer unkontrollierten Ausbreitung in bewohnte Gebiete außerhalb des Betriebes.





Beim Austreten brennbarer Stoffe ist die Gefahr dann am größten, wenn es sich um flüchtige Flüssigkeiten oder Gase handelt, die in verhältnismäßig kurzer Zeit in großer Menge freierwerden und ein zündfähiges Gemisch bilden. Die Gefährlichkeit solcher explosiven Wolken hängt aber von vielen Faktoren, wie etwa der Windgeschwindigkeit oder der Konzentration der Gefahrstoffe in der Wolke ab. Gefährdungen für Menschen und Gebäude entstehen durch Hitzestrahlung und Druck, in bestimmten Ausnahmefällen auch durch Trümmerflug nach Explosionen. Diese Auswirkungen sind allerdings in den allermeisten Fällen auf Distanzen von einigen 100 Metern beschränkt. Demgegenüber sind toxische Gaswolken imstande, die Gesundheit von Menschen in einer weit größeren Distanz zu gefährden. Theoretisch könnten derartige Wolken - entsprechende Wetterbedingungen vorausgesetzt - auch noch in einigen Kilometern Entfernung tödliche Konzentrationen aufweisen.

Die meisten Industrieanlagen können beide beschriebenen Unfallabläufe hervorrufen. Eine eindeutige Zuordnung zu einer bestimmten Anlagenart ist daher kaum möglich. Auch Sekundärauswirkungen sind möglich. Beispielsweise kann als Folge einer Explosion ein nahegelegener Behälter für giftige Substanzen leck werden.

Unfallverursachende Stoffgruppen	Anteil in %
Gase	54
Lösungsmittel	12
Feststoffe	16
nicht definiert	18

Unfallarten

Explosionen

Unter dem allgemeinen Begriff Explosion, auch Deflagration genannt, wird die exotherme (Wärme abgebende) Reaktion in explosionsfähigen Gemischen oder in explosionsfähiger Atmosphäre verstanden. Im Regelfall handelt es sich dabei um eine Reaktion mit Sauerstoff.

Abhängig von der Verbrennungsgeschwindigkeit (VG), unterscheidet man folgende Begriffe:

VERBRENNUNG Verbrennungsgeschwindigkeit im Bereich Millimeter pro Minute
Beispiel: Massives Holz je nach Art ca. 1 mm/min.

VERPUFFUNG Verbrennungsgeschwindigkeit im Bereich Zentimeter pro Sekunde
Beispiel: Erdgas

EXPLOSION Verbrennungsgeschwindigkeit im Bereich Meter pro Sekunde
Beispiele: Benzindampf - Luftgemisch VG 20-25 m/s
Schießpulver VG ca. 300 m/s

DETONATION Verbrennungsgeschwindigkeit im Bereich Kilometer pro Sekunde
Beispiel: Militärische Sprengstoffe

Weiters ist grundsätzlich zwischen Raumexplosion und Sprengexplosion zu unterscheiden.



Bei einer Raumexplosion reagieren brennbare Stoffe in fein verteilter Form vorgemischt mit dem Sauerstoff der umgebenden Luft.

Beispiele: Erdgas (Methan), Benzindampf, Mehlstaub

Bei der Sprengexplosion reagieren Sprengstoffe, das sind Stoffe, die den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff in chemisch gebundener Form enthalten.

Beispiele: Nitroglyzerin, Schwarzpulver

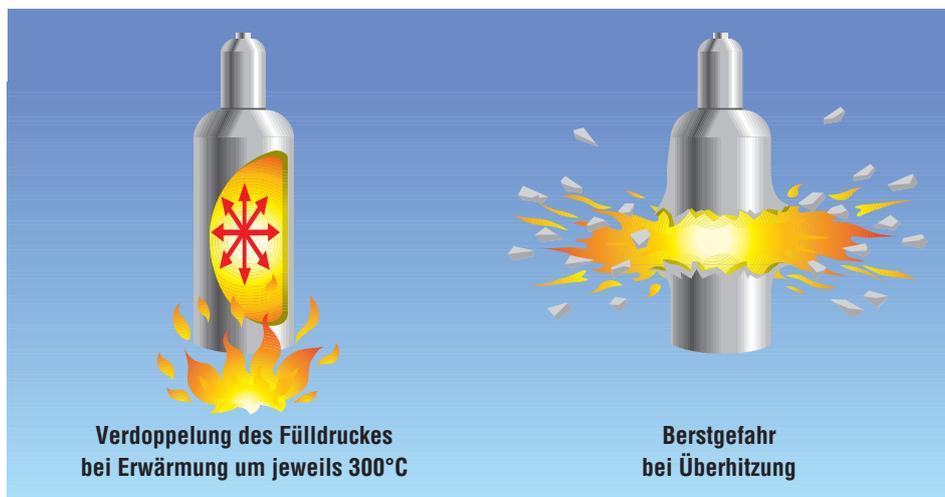
Gas- und Staubexplosionen

Gasexplosionen mit katastrophalen Auswirkungen treten dann auf, wenn große Mengen brennbarer Gase austreten und sich mit Luft vermischen. Staubexplosionen sind möglich, wenn brennbare Feststoffe intensiv mit Luft vermischt werden. Voraussetzung ist jedoch ein sehr geringer Durchmesser der beteiligten Partikel. Sie treten sehr oft als Sekundärexplosionen auf, wobei durch Brände oder Erstexplosionen abgelagerte Stäube aufgewirbelt werden und sich mit Luft vermischen. Es ist zu beachten, dass auch vermeintlich harmlose Stoffe, wie Getreide, Milchpulver oder Mehl brennbar sind und Staubexplosionen mit diesen Stoffen möglich sind.

Kesselberstung, Druckgefäßzerknall

Das Platzen von Kesseln und Druckgefäßen (Gasflaschen) ist keine Explosion im eigentlichen Sinne, da solche Vorgänge ohne Zündquelle ablaufen. Aufgrund thermischer oder mechanischer Einwirkung kann es in geschlossenen Gefäßen zu einem starken Druckanstieg kommen, der zu einem explosionsartigen Bersten des Behälters führt. Die Auswirkungen sind mit jenen einer Explosion (Druckwelle, Trümmerflug) vergleichbar, auch wenn nur ungefährliche Stoffe, wie Luft oder Wasserdampf an diesem Vorgang beteiligt sind.

Druckanstieg aufgrund thermischer Einwirkung



Auswirkungen von Explosionen bzw. Detonationen

Explosionen sind charakterisiert durch eine deutlich hörbare Druckwelle, die in Extremfällen auch in mehreren 100 Metern Entfernung Gebäudeschäden und Glasbruch verursachen kann. Sekundärwirkungen sind auch durch Trümmerflug möglich. Verletzungen von Menschen kommen in erster Linie durch Druckwellen zustande, sie können auch tödlich sein. Mit solchen Auswirkungen ist allerdings nur in geringer Distanz zum Entstehungsort und somit höchstwahrscheinlich nur innerhalb des Betriebsgeländes zu



rechnen. In größerer Entfernung können ungeschützte Personen durch den Luftdruck umgestoßen oder durch Sekundärwirkungen (Trümmer, zusammenstürzende Häuser, zerbrochene Fensterscheiben) verletzt werden. Der Explosionsverlauf ist von der Stoffart und -menge sowie der „Verdämmung“ abhängig. Der Überdruck kann am Entstehungsort zwischen einigen Zehntelbar und einigen mbar differieren und nimmt mit der Entfernung rasch ab. Bei den hohen Verbrennungsgeschwindigkeiten einer Detonation können hingegen sehr hohe Überdrücke und sehr viel größere Schäden entstehen.

Brände

Brände sind die historisch am längsten untersuchten Unfalltypen in Industrieanlagen. Dementsprechend kann bei der Festlegung von Brandschutzmaßnahmen auf eine reichliche Erfahrung zurückgegriffen werden. Es ist allerdings auch zu beachten, dass Brände üblicher Art kaum katastrophale Auswirkungen auf die Betriebsumgebung haben.

Ausführliche Informationen über

- Vorbeugenden Brandschutz
- Betriebsbrandschutz
- Verhalten im Brandfall
- Erste und erweiterte Löschhilfe
- Umgang mit Handfeuerlöschern

entnehmen Sie bitte dem vom Bundesministerium für Inneres herausgegebenen Brandschutzratgeber.

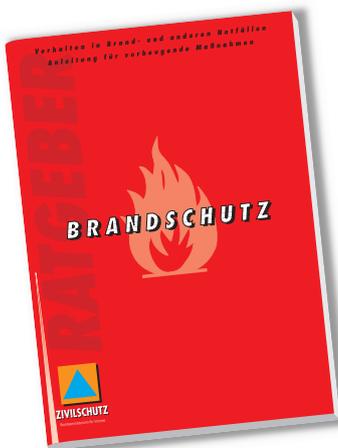
Bleve

Großflächige Auswirkungen oder katastrophale Schäden mit einer großen Anzahl von Verletzten oder Toten hat es vor allem mit explosionsartig auftretenden Feuerbällen gegeben. Diese werden auch BLEVE genannt (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Die sich sehr rasch ausbreitende Flammenfront oder Feuerkugel hat verheerende Wirkung. Dieses Phänomen kann bei katastrophal und plötzlich versagenden Wandungen von Druckbehältern mit verflüssigten Gasen auftreten. Die Auswirkungen der Druckwelle treten gegenüber jenen der Hitzestrahlung deutlich in den Hintergrund. Die enorme Hitze kann auch noch in einigen 100 Metern Entfernung schwere Hautverbrennungen verursachen. Der BLEVE ist in vielen Fällen ein typisches Sekundärereignis, welches durch Brände im Nahebereich eines derartigen Druckbehälters verursacht wird.

Erhebliche Schadenswirkungen entstehen bei Bränden aber auch durch Brandgase. Die meist unvollständig verbrannten Stoffe lassen oft giftige Reaktionsprodukte entstehen, die mit dem Brandrauch über weite Strecken in die Umgebung gelangen. Die Art dieser giftigen Substanzen ist abhängig vom brennenden Lagergut, allerdings sind diese Stoffe meist nicht akut toxisch. Das weit größere Problem bei derartigen Industrieunfällen ist die anschließende Reinigung des Bodens und der Vegetation, um eine weitere Aufnahme dieser Stoffe durch Körperkontakt, Verzehr von Früchten oder Einschweben ins Grundwasser zu verhindern.

Toxische Gaswolken

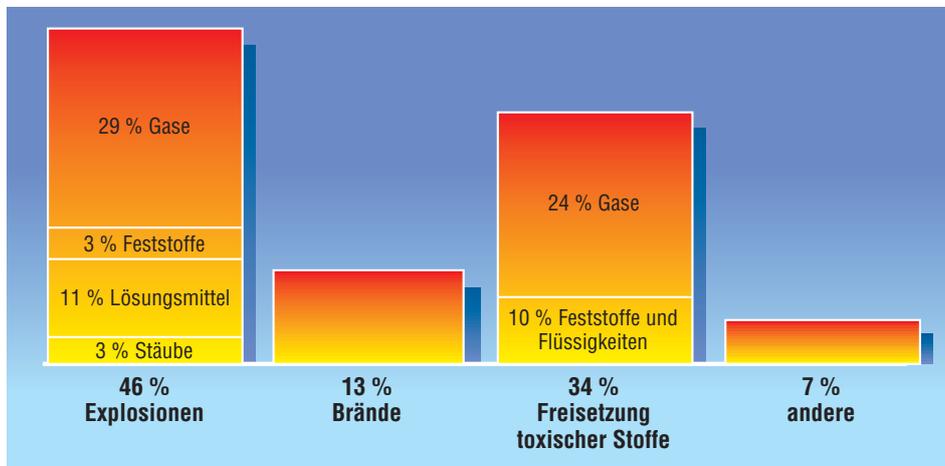
Die Freisetzung toxischer Gaswolken führt generell nur zu einer kurzzeitigen Belastung, deren Intensität aber sehr von der Art des beteiligten Stoffes abhängt. Die toxische





Wirkung kann sowohl vom freigesetzten Stoff, als auch von unerwünschten Reaktionsprodukten, die bei dem Unfall entstehen, ausgehen. Bedeutend sind auch die Lagerungsbedingungen, da die ausgetretene Menge nicht nur von der Größe der Leckage sondern auch von Druck, Temperatur usw. abhängt. Aufgrund der etwa 100.000 Substanzen, die bei der industriellen Verarbeitung hauptsächlich verwendet werden, ist eine genauere Beschreibung des möglichen Unfallgeschehens praktisch nicht möglich. Grundsätzlich muss aber gesagt werden, dass dieser Unfalltyp sicherlich der mit den potentiell größten Gefährdungsdistanzen ist.

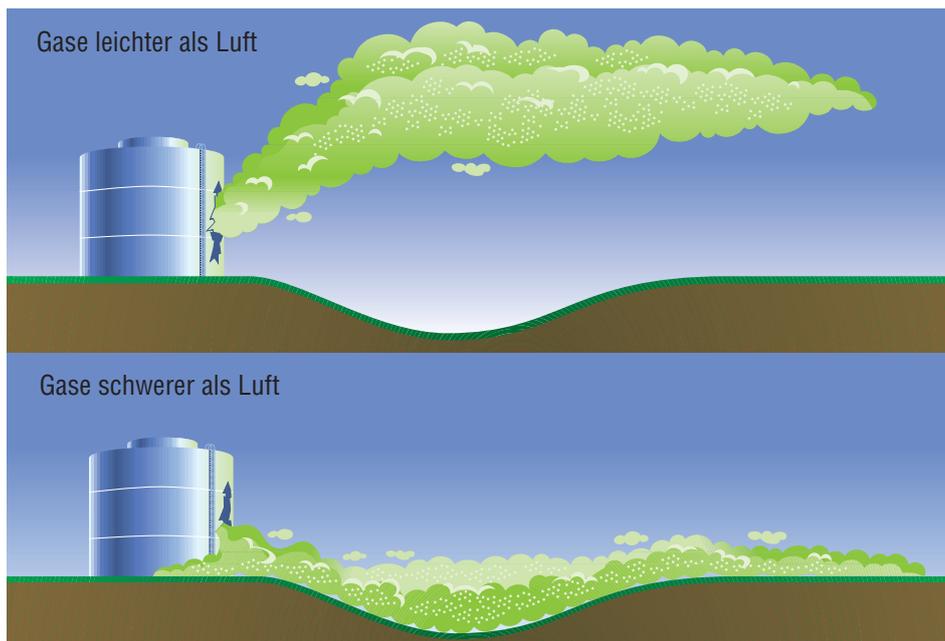
Unfallarten (Anteil in %)



Ausbreitungsverhalten von Gaswolken

Der Austritt einer giftigen Gaswolke und deren Ausbreitung über bewohntem Gebiet ist sicher der Unfalltyp mit der größten Gefährdung für die Bevölkerung. Der Ereignisablauf hängt vor allem von den Lagerungs- bzw. Transportarten und den physikalischen Eigenschaften der Gase ab. Die meisten industriell eingesetzten Gase sind schwerer als Luft (Schwergase), bleiben daher nach Freiwerden in Bodennähe liegen und folgen den Gefällsverhältnissen.

Problem Schwergas





Bei der industriellen Verarbeitung häufig vorkommende Gase (Dämpfe):

		relative Dampfdichte, bezogen auf Luft (=1)	Ausbreitungs- verhalten	Gefahr im Freien	Gefahr in geschlossenen Räumen
Leichter als Luft	Wasserstoff	0,0695			
	Helium	0,136			
	Methan (Erdgas)	0,5543		vorwiegend am Entstehungsort gefährlich,	
	Ammoniak	0,597			
	Acetylen	0,9107	steigen nach oben	steigen schnell auf und werden durch Ver- mischung mit der Luft verdünnt	besonders gefährlich
	Blausäure (Cyanwasserstoff)	0,9359			
	Stickstoff	0,967			
	Kohlenmonoxid	0,967			
	Ethin	0,974			
	Luft	1			
Schwerer als Luft	Ethan	1,0488			
	Formaldehyd	1,1			
	Methanol	1,1			
	Schwefelwasserstoff	1,191			
	Chlorwasserstoff	1,27			
	Ethylenoxid	1,5			
	Kohlenstoffdioxid	1,5			
	Propan	1,5617			
	Ethanol	1,6	sammeln		
	Butadien	1,8832	sich ähnlich wie Flüssigkeiten am	besonders gefährlich,	besonders gefährlich,
	n - Butan	2,0665	Boden und ins- besondere in	insbesondere in	insbesondere im
	Aceton	2,0	Vertiefungen wie	Tieflagen, geringe	Keller, geringe
	Acrolein	2,0	Kellern, Kanälen, Senken, usw. an	Verflüchtigung	Verflüchtigung
	Vinylchlorid	2,17			
	Chlor	2,486			
	n - Pentan	2,5			
	Diethylether	2,6			
	Schwefelkohlenstoff	2,6			
	Benzen	2,77			
Phosgen	3,43				
n - Heptan	3,5				
o-Xylol	3,7				
n - Oktan	4				



Nach der Lagerungsart, die Einfluss auf das Ausbreitungsverhalten hat, unterscheidet man:

- **Unter Druck gelagerte oder gelöste Gase**
Nach Austritt aus einem Leck entspannt sich das Gas auf den Umgebungsdruck der Luft, wodurch es zu einer Volumsvergrößerung kommt. Das weitere Verhalten hängt ausschließlich von den örtlichen klimatischen Bedingungen ab (Windrichtung, Luftfeuchtigkeit usw.)
Beispiel: Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Azetylen (besondere Gefahr im Brandfall)
- **Tiefkalt verflüssigte Gase**
Diese sind im Behälter auf oder unter dem Siedepunkt des Gases abgekühlt und bilden beim Auslaufen eine Lache. Sie verdampfen durch Wärmezufuhr des Bodens oder aus der Umgebung.
Beispiel: Luft, Helium, Sauerstoff
- **Unter Druck verflüssigte Gase (häufigster Fall)**
Beim Austritt verdampft ein Teil des verflüssigten Gases spontan (Flash-Verdampfung), ein weiterer Teil zerstäubt sich in Form feiner Tröpfchen (Aerosol), der Rest bildet eine Lache am Boden und dampft dort langsam ab. Dieser Fall ist der gefährlichste Unfalltyp, da die spontane Verdampfung zu einer sehr schnell auftretenden Spitzenkonzentration des giftigen Stoffes führt.
Beispiel: Propan, Butan, Chlor
- **Unter Druck verflüssigtes Ammoniak**
Ammoniak verhält sich zwar ähnlich wie andere unter Druck verflüssigte Gase, gleichzeitig kommt es aber zu einem frühzeitigen Verdunsten der Aerosoltropfen. Es entsteht eine sehr kalte Mischwolke mit einer höheren Dichte als Luft. Der Austritt von Ammoniak zählt auch deshalb zu den gefährlichsten Fällen, da das Austrittsverhalten nur sehr schwer prognostizierbar ist.

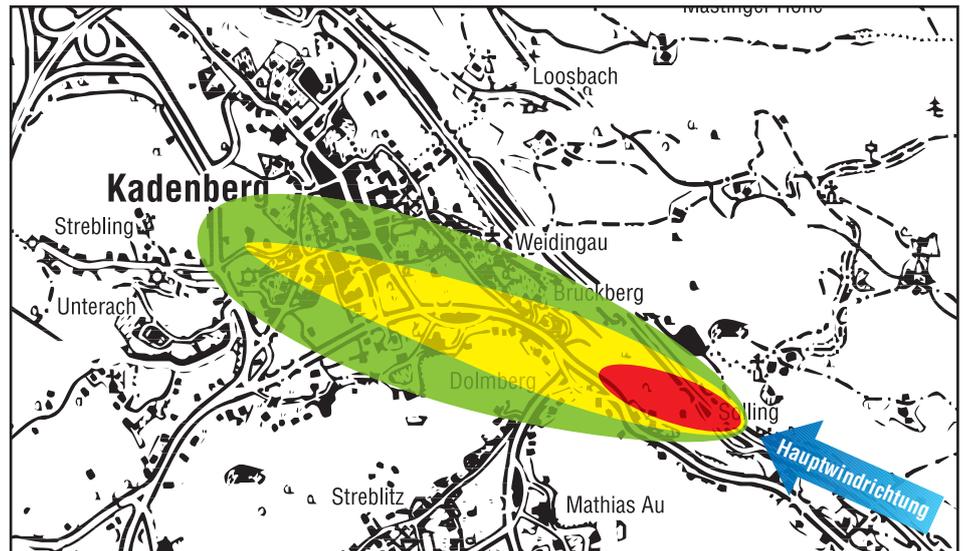
Die Gefährlichkeit von Gaswolken ist auch im hohen Ausmaß von der Freisetzungsgeschwindigkeit abhängig. Geht man von einer momentanen Freisetzung einer großen Menge eines besonders giftigen Stoffes (z.B. Chlor) aus, so können bereits nach wenigen Minuten in Entfernungen von einigen 100 Metern in der Hauptwindrichtung tödliche Konzentrationen auftreten. Da aber nach einigen Minuten auch mit dem Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen zu rechnen ist, bzw. bei den meisten Gasen der oben beschriebene Verlauf einer Flash-Verdampfung auftreten wird, nimmt die Konzentration an der Austrittsstelle wieder rasch ab.

Ausbreitungsmodelle und Katastrophenschutzplanung

Im Rahmen der Katastrophenschutzplanung versucht man, gefährdete Gebiete planerisch abzugrenzen. Dies geschieht in der Regel anhand von Ausbreitungsmodellen, die das Ausbreitungsverhalten solcher Gaswolken so gut wie möglich nachbilden sollen. Da es unmöglich ist, nach dem Austritt einer giftigen Gaswolke noch rechtzeitig Messungen vorzunehmen, um das gefährdete Gebiet zu bestimmen, muss bei der Katastrophenschutzplanung für die Umgebung von Industrieanlagen auf bestehende Ausbreitungsmodelle zurückgegriffen werden.



Gefahrenzonenabschätzung anhand von Ausbreitungsmodellen



Die gebräuchlichsten Ausbreitungsmodelle beruhen auf der sogenannten Gauß'schen Formel. Sie haben den Vorteil eines vergleichsweise kleinen Rechenaufwandes, aber den Nachteil einer sehr vereinfachenden Nachbildung der Realität. Bei Verwendung verschiedener Sicherheitsfaktoren sind diese Ausbreitungsmodelle allerdings nach wie vor geeignet, als Basis für Katastrophenschutz- und Alarmierungspläne zu dienen. Das Ergebnis der Rechnung ist ein elliptisches Ausbreitungsgebiet, wobei die Hauptwindrichtung in der Längsachse verläuft.

Hindernisse, unterschiedliche Bebauungshöhen und Windverteilungen lassen sich mit den einfacheren Ausbreitungsmodellen nur schwer oder gar nicht nachvollziehen, da sich Schadstoffe in der Atmosphäre meist nicht gleichmäßig verteilen, sondern „Ausfransungen“ an den Rändern und im Höhenprofil auftreten.

Es existieren auch sogenannte „numerische Ausbreitungsmodelle“, welche realitätsnäher rechnen können, aber auch wesentlich komplexer zu bedienen sind. Grundlage für diese Ausbreitungsrechnungen sind Strömungsprogramme, die von einer technischen Anwendung abgeleitet werden, z.B. Strömungsberechnungen von Flüssigkeiten in vorgegebenen Profilen. Allerdings benötigt man für die Anwendung die genaue Eingabe der Boden- und Bebauungsformen und der Windverteilung (Geschwindigkeit, Richtung und Auftrieb). Diese Daten sind nur in besonderen Fällen ausreichend vorhanden, sodass sich die Katastrophenschutzplanung derzeit auf die einfacheren Modelle stützt und sie durch Erfahrungswerte und Vergrößerung der anzunehmenden Abstände absichert.

Unfall ist nicht gleich Unfall

Die Auswirkungen eines schweren Industrie- oder Transportunfalles auf die Umgebung hängen von verschiedenen Faktoren ab:

- Von den Eigenschaften und der Menge des Stoffes
Brennbare und/oder explosionsfähige Stoffe sind vor allem für die unmittelbare Umgebung des Betriebes oder des Unfallortes gefährlich. Toxische Gaswolken kön-



nen hingegen auch noch in einigen Kilometern Entfernung Schaden anrichten. Gase die leichter als Luft sind, verflüchtigen sich nach oben, Gase die schwerer als Luft sind, sammeln sich am Boden und in Vertiefungen an.

- Von der Freisetzungsart und der Freisetzungsdauer
Schadstoffe, die in großer Höhe (z.B. über hohe Schornsteine) freigesetzt werden, sind für die unmittelbare Umgebung weniger gefährlich, als Schadstoffe die aus bodennahen Anlagen austreten. Spontan und in großer Menge austretende Schadstoffe (z.B. Platzen eines Großtanks) sind wegen der Plötzlichkeit des Ereignisses und des damit verbundenen geringen Handlungsspielraumes sowie wegen der hohen toxischen Konzentration ungleich gefährlicher als eine kontinuierliche Freisetzung der gleichen Stoffmenge über einen längeren Zeitraum (Leckage).
- Von der Geländeform, der Art der Bebauung und der Bebauungsdichte
Die Freisetzung von Schwergasen ist in engen Tälern und Becken viel problematischer als in freien Lagen. Hohe Gebäude können darüber ziehende Schadstoffwolken ablenken und durch Verwirbelungen zu Boden transportieren. Eine große Bodenrauigkeit (Büsche, Bäume, Häuser) verlangsamt das Windfeld und führt zu einer stärkeren Ablagerung. Dichte Massivbauten bieten besseren Schutz als undichte Holzbauten. Das Schadenausmaß ist auch ganz entscheidend von der Bebauungsdichte (Siedlungsdichte) abhängig.
- Von den Sicherheitseinrichtungen des Betriebes
Gut gewartete und ständig überprüfte Sicherheitseinrichtungen sowie ein gut geschultes Personal sind die Grundvoraussetzung für eine sichere Betriebsführung. Ständige Risikominimierung muss daher an oberster Stelle stehen.
- Von der Wetterlage und Jahreszeit
Winde können gefährliche Stoffe auf Siedlungsräume zutreiben oder im positiven Fall von solchen Gebieten fernhalten. Windstille (stabile Luftverhältnisse, z.B. am Abend und in der Nacht) führt zu einem rascheren Konzentrationsanstieg rund um den Unfallort, Wind und Turbulenzen (starke Tageserwärmung) führen zu einer stärkeren Durchmischung und Konzentrationsabnahme. Inversionswetterlagen können über mehrere Tage jeden Luftaustausch verhindern und zu einer Verschärfung der Situation führen. Die Luftfeuchte sowie die Luft- und Umgebungstemperatur können chemische Reaktionen in der Wolke hervorrufen und so die Bildung aber auch den Abbau eines (Schad-)stoffes fördern. Nasse oder trockene Ablagerungen (Depositionen) während der Wachstums- oder Erntezeit haben einen größeren Schaden zur Folge als während der Wintermonate.
- Von der Entfernung des Unfallortes
Grundsätzlich gilt: je größer die Entfernung zum Unfallort, desto niedriger die Gefährdung und Belastung. Generell kann davon ausgegangen werden, dass außerhalb einer Zone von 7-10 Kilometern um den Unfallort keine akute toxische Gefährdung mehr besteht. Lokale meteorologische Verhältnisse können aber auch zum Anheben, Weitertransport und Absenken toxischer Luftmassen führen, sodass es in Ausnahmefällen auch vorkommen kann, dass vom Unfallort weiter weg liegende Gebiete stärker belastet werden als näher gelegene.



Zusammenhang zwischen Sicherheits- einrichtungen und Opferbilanz

Die verbesserte Kenntnis von Stoffeigenschaften, die Optimierung von Sicherheitseinrichtungen und damit in Zusammenhang die Begrenzung der Freisetzungsdauer eines gefährlichen Stoffes haben in den letzten Jahrzehnten in Europa und Nordamerika zu einem deutlichen Rückgang der Opferbilanz von Industriekatastrophen geführt. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gab es vergleichsweise noch ausgesprochen verheerende Ereignisse, z.B.

- 1921 in Oppenau / Deutschland die Explosion eines Großlagers für Ammoniumnitrat (der Stoff war vorher für ungefährlich erklärt worden) mit 600 Toten,
- 1947 in Texas City / USA die Explosion eines mit Ammoniumnitrat beladenen Schiffes mit 500 Toten und
- 1948 in Ludwigshafen / Deutschland die Explosion von 30 Tonnen Dimethylether, die sich aus einem Waggon verflüchtigt hatten, mit 200 Toten.

Nach den einschlägigen Versicherungsrichtlinien wird ein Ereignis mit mehr als 20 Todesopfern oder mit einem Sachschaden von mehr als 25 Millionen Schweizer Franken als katastrophaler Großunfall definiert. Diese willkürlich scheinende, aber allgemein weitgehend akzeptierte Vergleichszahl zeigt, dass speziell in Europa und Nordamerika große Katastrophen mit gefährlichen Stoffen kaum mehr auftreten. Die diesbezüglichen Statistiken werden geprägt von Ereignissen außerhalb von Ländern mit hochentwickelter Sicherheitstechnik, wie z.B. die Unfälle in Mexiko City und Bhopal/Indien im Jahre 1984.

Für Mexiko City werden 542 Tote und 4.248 Verletzte genannt, für Bhopal 3.135 Tote und bis zu 200.000 in verschiedenster Intensität Vergiftete. In Mexiko City handelte es sich um das explosionsartige Versagen mehrerer Großbehälter für Flüssiggas, wodurch es zu einer BLEVE-Bildung kam, in Bhopal um die Freisetzung eines sehr giftigen Gases (Methylisocyanat). Wenn auch der schlechte Betriebszustand der Anlagen und das Fehlen einfachster Sicherheitseinrichtungen die Hauptgründe für die Auslöseereignisse waren, so hat die große Opferbilanz doch einen deutlichen Bezug zu zwei Punkten der obigen Aufzählung, die für die Folgen eines Industrieunfalls entscheidend sind, nämlich die Entfernung zum Unfallort und die Bebauungsdichte um die Anlage. In beiden Fällen gab es im Umkreis der Anlagen eine teilweise unregelmäßige, slumartige Verbauung in geringer Distanz zum Werksgelände, wodurch es zu der großen Anzahl von Todesopfern kam. Die Lehren aus diesen Ereignissen sind auch für österreichische Verhältnisse von Bedeutung.

Wie in dem Kapitel „Unfallursachen“ bereits dargestellt, sind der Optimierung von Sicherheitseinrichtungen praktische Grenzen gesetzt. Dies gilt auch für den Ersatz gefährlicher Stoffe durch andere Stoffe mit geringerem Gefährdungspotential. Sicherheitsabstände sind daher der beste Schutz gegen die Folgen von Industrieunfällen. Ist ein ausreichender Sicherheitsabstand durch planerische „Sünden der Vergangenheit“ nicht gewährleistet, so ist auf die bestmögliche Alarmierung und Information zu achten.



WARNUNG UND INFORMATION

Störfallinformation der Betriebe

Unfälle in der Industrie mit der Freisetzung von giftigen Stoffen können für die umliegende Bevölkerung gefährliche, möglicherweise sogar lebensgefährliche Folgen haben oder die Umwelt schädigen. Seit November 1995 sind sogenannte „gefahrengeneigte Betriebe“ verpflichtet die möglicherweise betroffene Bevölkerung sowie die zuständigen Behörden über Gefahren und Auswirkungen von Störfällen sowie über die notwendigen Verhaltensmaßnahmen vorsorglich zu informieren. Die Grundlage für diese rechtliche Informationspflicht sind das Umweltinformationsgesetz und die Störfallinformationsverordnung.

Was hat eine Störfallinformation zu beinhalten ?

Die Störfallinformation hat insbesondere Angaben über die am Standort ausgeführten Tätigkeiten, die möglichen Gefahrenquellen und die Auswirkungen von Störfällen auf Leben und Gesundheit von Menschen und die Umwelt zu beinhalten. Desweiteren sind Angaben über das richtige Verhalten der Bevölkerung bei einem Störfall, über inner- und außerbetriebliche Auskunftspersonen sowie über die am Standort der Anlage getroffenen Sicherheitsvorkehrungen unter Einschluss der Abstimmungsmaßnahmen mit den Katastrophenschutzbehörden und -einrichtungen Bestandteil der Störfallinformation.

Auf welche Art und Weise erfolgt die Störfallinformation ?

Die Information muss kurz und allgemein verständlich sein. Sie kann auf verschiedene Arten erfolgen:

- Anschlag am oder in der Nähe des Betriebstores
- Anschlag an der Amtstafel der betroffenen Gemeinden
- Anschlag in Wohnhäusern
- Verteilung von Flugblättern
- Postwurfsendungen (Info-Blätter, Folder, Broschüren etc.)
- „Tag der offenen Tür“ mit Verteilung von schriftlichen Störfallinformationen
- Inserate in Gemeinde- und Bezirkszeitungen
- Verlautbarungen über lokale oder regionale Radio- oder Fernsehsender
- Andere Informationsmedien

Warn- und Alarmsystem

Um die rasche Warnung der Bevölkerung zu gewährleisten, haben Bund und Länder ein gemeinsames Warn- und Alarmsystem aufgebaut. Die Warnung erfolgt über die in allen Orten vorhandenen rund 7.000 Feuerwehrsirenen - in Wien über spezielle Zivilschutzsirenen - wobei die gemeinsame Auslösung dieser Sirenen nicht nur auf Gemeinde und Bezirksebene, sondern auch auf Landesebene möglich ist. Eine zentrale Auslösung für ganz Österreich durch die Bundeswarnzentrale des Bundesministeriums für Inneres





**1. Samstag im
Oktober:
Zivilschutz-
Probealarm
in ganz
Österreich**

wird bei Unfällen dieser Art zwar nicht notwendig sein, wäre aber technisch möglich. Die Bundeswarnzentrale ist aber auch Österreichs Kontaktstelle für alle Unfallmeldungen aus dem Ausland. Ein permanenter Dienstbetrieb garantiert die verzugslose Weitergabe dieser Meldungen an die lokalen Behörden zur Einleitung der erforderlichen Hilfs- und Informationsmaßnahmen.

Die Bedeutung der Sirensignale

Das in ganz Österreich einheitliche akustische Warn- und Alarmsystem unterscheidet zwischen drei verschiedenen Signalen:

1. Warnung



3 Minuten
gleichbleibender Dauerton



Herannahende Gefahr!

Ein gleichbleibender Dauerton von 3 Minuten bedeutet „Warnung“. Es besteht zur Zeit noch keine akute Gefährdung. Sie müssen sich aber auf eine herannahende Gefahr einstellen. Schalten Sie Ihr Radio- oder Fernsehgerät (ORF) ein, und informieren Sie sich über die weiteren Verhaltensmaßnahmen.

2. Alarm



1 Minute
auf- und abschwellender Heulton



Gefahr!

Ein auf- und abschwellender Heulton von 1 Minute bedeutet „Alarm“. Verlassen Sie die Straße und suchen Sie schützende Räumlichkeiten auf. Informieren Sie sich unbedingt über Radio oder TV, welche Schutzmaßnahmen Sie ergreifen sollen. Die weiteren Verhaltensmaßnahmen werden Ihnen bekanntgegeben werden.

3. Entwarnung



1 Minute
gleichbleibender Dauerton



Ende der Gefahr!

Ein gleichbleibender Dauerton von 1 Minute bedeutet „Entwarnung“. Die Gefahr ist vorbei. Beachten Sie weiterhin die Durchsagen im Radio oder TV, da es vorübergehend bestimmte Einschränkungen im täglichen Lebensablauf geben kann.



Da durch diese Signale nicht auf die Art der Gefahr und auf die richtigen Verhaltensmaßnahmen hingewiesen werden kann, müssen nähere Informationen über Radio (Lokalsender) oder Fernsehen eingeholt werden.

Das Signal für den Einsatz der Feuerwehr ist von den Zivilschutzsignalen aufgrund seiner kurzen Tonfolge leicht zu unterscheiden. Mit einem dreimaligen Dauerton von 15 Sekunden werden die Feuerwehrkräfte zu einem Einsatz zusammengezogen. Die Bedeutung der Sirensensignale finden Sie auch im öffentlichen Telefonbuch.

Die Warnung bei Störfällen

Bei kleineren und örtlich sehr begrenzten Unfällen, wie es auch Transportunfälle oder Unfälle in Industrieanlagen sein können, kann diese Warnung und Information auf mehrere Arten erfolgen:

- Sirensensignal durch firmeneigene Sirenen
- Sirensensignal durch Feuerwehirsirenen
- Lautsprecherdurchsagen durch die verursachende Firma
- Lautsprecherdurchsagen durch Feuerwehr, Polizei oder Gendarmerie.

Gerade bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen ist ein sofortiges Handeln der betroffenen Bevölkerung unbedingt erforderlich, da bereits der Vorgang von der Unfallfeststellung, über die Unfallmeldung bis zur Auslösung der Warnung und Alarmierung unvermeidbarerweise eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Wenn sie daher einen solchen Unfall sehen oder hören, bzw. Gerüche wahrnehmen, die einen solchen Unfall vermuten lassen, warten sie nicht auf die Alarmauslösung sondern ergreifen sie sofort ihre persönlichen Schutzmaßnahmen. Dies gilt umso mehr, wenn sie in der Nähe gefährlicher Betriebe oder von Hauptverkehrsverbindungen wohnen.

Information der Bevölkerung

Nur wer rasch, sachgerecht und umfassend informiert ist, hat in Katastrophenfällen gute Voraussetzungen für eine persönliche Schadensbegrenzung. Nach einer Alarmierung über das Warn- und Alarmsystem ergehen deshalb über Hörfunk und Fernsehen wichtige Informationen, die sowohl einen genauen Bericht über die Störfallsituation als auch Empfehlungen und Anweisungen für das richtige Verhalten beinhalten.

Die behördlichen Empfehlungen und Schutzmaßnahmen werden bei größeren Ereignissen durch ein Behördliches Krisenmanagement auf Bezirks-, Landes- oder Bundesebene koordiniert. Damit Informationen rasch an die Öffentlichkeit weitergegeben werden können, sind der ORF und die Austria Presse Agentur in dieses Krisenmanagement eingebunden.

Neben der Information über Rundfunk und Fernsehen, der in solchen Fällen wegen der Möglichkeit einer sofortigen Berichterstattung die größte Bedeutung zukommt, können im Bedarfsfall noch zusätzliche Einrichtungen, wie eine Auskunftsstelle oder ein Tonbanddienst aktiviert werden. Die Telefonnummern, unter denen diese Einrichtungen zu erreichen sind, werden im Anlassfall ebenfalls über Hörfunk und Fernsehen bekanntgegeben.





TEIL 2

SCHUTZ- MÖGLICHKEITEN

SCHUTZ DURCH BEHÖRDLICHE UND BETRIEBLICHE MASSNAHMEN

Sicherheitsbestimmungen

Schwerpunkt des zweiten Teiles dieses Ratgebers sind zwar die persönlichen Schutzvorkehrungen, denen in Störfallsituationen besondere Bedeutung zukommt. Sie sollten aber wissen, dass auch die Behörden und Betriebe umfangreiche Maßnahmen ergreifen, um eine Gefährdung der Bevölkerung zu verhindern.

Behördliche Schutzvorkehrungen

Zu den wichtigsten behördlichen Schutzvorkehrungen zählen:

- Ausarbeitung gesetzlicher Bestimmungen für den Umgang mit chemischen Stoffen
 - Chemikaliengesetz
 - Internationale Transportvorschriften (z.B. ADR, RID, ADN, ...)
 - Gewerbeordnung
 - Abfallwirtschaftsgesetz
 - Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)
- Sicherheitsanalysen und Maßnahmenpläne für gefahrgeneigte Betriebsanlagen
 - StörfallVO
 - StörfallinformationsVO
- Festlegung externer Notfallpläne
- Behördliche Überwachung und Überprüfung von gefährlichen Betriebsanlagen
- Verstärkte Kontrollen von Lebensmitteln im Anlassfall
- Überprüfung der Immissionen im Anlassfall durch amtseigene Messungen
- Information der Bevölkerung im Anlassfall zur Vermeidung von Vergiftungen (Aufenthaltsbeschränkungen, besondere Hygiene, Waschen von Obst, Gemüse und anderen Lebensmitteln)



Externer Notfallplan

Externe Notfallpläne sind Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, die von der Behörde in Zusammenarbeit mit einem betroffenen (gefährlichen) Betrieb erstellt werden müssen. Sie müssen insbesondere enthalten:

- die Erreichbarkeit sämtlicher Ansprechpersonen
- Vorkehrungen zur Alarmauslösung
- die Benachrichtigungswege zur Information der Bevölkerung
- die im Anlassfall von den Einsatzorganisationen (Feuerwehr, Rettung) zu treffenden Hilfs- und Rettungsmaßnahmen
- die Erreichbarkeit der ausländischen Hilfs- und Rettungsdienste für den Fall eines schweren Unfalles mit grenzüberschreitenden Folgen.

Betriebliche Schutzvorkehrungen

Zu den wichtigsten betrieblichen Schutzvorkehrungen zählen:

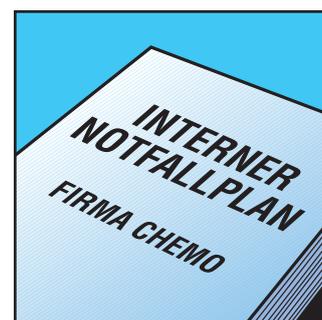
- Einhaltung aller behördlichen Bestimmungen und Auflagen beim Umgang mit chemischen Stoffen
- Einhaltung aller Sicherheitsauflagen, insbesondere des Brandschutzes
- Periodische Überprüfung der Betriebsanlage nach § 82b Gewerbeordnung in Abständen von fünf bzw. sechs Jahren
- Festlegung interner Notfallpläne
- Vorsorgliche Information der Bevölkerung nach der Störfallverordnung.
- Information der Bevölkerung im Anlassfall.

Interner Notfallplan

Interne Notfallpläne sind Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, die von Inhabern von Betrieben, die der Störfallverordnung unterliegen, erstellt werden müssen. Sie müssen insbesondere enthalten:

- interne Benachrichtigungswege
- alle Ansprechpersonen des Betriebes bei Störfällen
- alle vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung von Störfällen
- alle abwehrenden Maßnahmen zur Verminderung und Begrenzung von Störfällen
- Vorsorgen zur Information und Ausbildung des Betriebspersonals.

Wegen der meist sehr rasch auftretenden und eher kurz andauernden Belastung von chemischen Kontaminationen kommt aber den persönlichen Schutzvorkehrungen die größere Bedeutung zu.





Evakuierung

Wegen des großen Schutzwertes der Wohnungen und der kurzzeitigen Immissionsbelastung durch Schadstoffe (wenige Stunden) wäre eine Evakuierung im Regelfall mit einem höheren Risiko verbunden als der Aufenthalt in den eigenen vier Wänden. Eine Evakuierung erscheint nur dann sinnvoll, wenn sich ein Industrieunfall längere Zeit vorher ankündigt (z.B. wenn mit Explosionen gerechnet wird und noch ausreichend Zeit für ein geordnetes Verlassen des Gefahrenbereiches vorhanden ist). Eine nicht rechtzeitig abgeschlossene Evakuierung würde hingegen zu einer Erhöhung des gesundheitlichen Risikos führen.



SCHUTZ DURCH PERSÖNLICHE MASSNAHMEN (SELBSTSCHUTZ)

Unfälle mit gefährlichen Stoffen können sehr unterschiedliche Schadensbilder zur Folge haben. Die in diesem Ratgeber ausgesprochenen generellen Empfehlungen sind daher nur als erste Hilfsmaßnahme zu verstehen. In jedem Fall sind aber die nach einem solchen Unfall verlautbarten behördlichen Empfehlungen, die gezielt auf das Unfallgeschehen abgestimmt sind, unbedingt einzuhalten. Selbstverständlich kommt auch bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen, der Prävention als erstes Mittel zur Schadensminimierung besondere Bedeutung zu.

Dies gilt umso mehr, wenn Sie Ihren Wohn- oder Arbeitsplatz in der Nähe eines Betriebes haben, in dem mit gefährlichen Stoffen gearbeitet wird. Betriebe mit besonderem Gefahrenpotential sind verpflichtet, die umliegende Bevölkerung mittels sogenannter „Störfallinformationen“ über Gefahren und das richtige Verhalten bei Betriebsunfällen zu informieren. Solche Informationen sollten Sie nicht unbeachtet lassen, sie könnten im Falle eines Unfalles von lebenswichtiger Bedeutung sein. Aber auch Betriebe, die aufgrund ihres niedrigeren Gefahrenpotentials nicht zur Störfallinformation verpflichtet sind, sollten Sie über Risiken und mögliche Folgen befragen.

Bevorratung

Für Unglücksfälle und Katastrophen mit gefährlichen Stoffen ist eine Lebensmittelbevorratung grundsätzlich nicht notwendig.

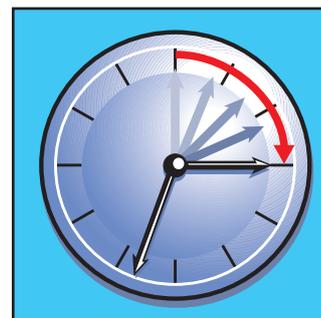
Warum erscheint eine Bevorratung nicht notwendig?

- Die chemische Kontamination dauert meist nur sehr kurze Zeit (wenige Stunden), daher ist ein mehrtägiger Aufenthalt in den Wohnungen nicht erforderlich.
- Versorgungsengpässe werden nicht auftreten, da Lebensmittel sehr schnell aus nicht kontaminierten Gebieten zugeführt werden können (chemisch kontaminierte Gebiete werden nur kleinräumig auftreten).

Im Sinne des Vorsorgegedankens und im Hinblick auf andere Notfälle, sollten Sie jedoch immer auf einen Lebensmittelvorrat für mehrere Tage achten.

Auf jeden Fall sollten Sie aber folgende Sachmittel bereithalten:

- Breite Klebebänder zum Abdichten der Türen und Fenster
- Kunststofffolien zum Abdichten von Lüftungsöffnungen
- Zivilschutzapotheke
- Medikamente, die ständig gebraucht werden
- Hygieneartikel
- Radio, das mit Batterien betrieben werden kann
- Ersatzbatterien
- Fluchtfiltermaske





Schutz in den eigenen vier Wänden

Rasches und richtiges Reagieren kann bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen ganz entscheidend zum persönlichen Schutz beitragen. Natürlich wäre, wie bei allen Bedrohungen, auch in solchen Fällen das Verlassen der Gefahrenzone der beste Schutz. Aufgrund der Plötzlichkeit des Ereignisses, der zu erwartenden außergewöhnlichen Verkehrsverhältnisse und der damit verbundenen familiären und sozialen Probleme scheidet eine solche Fluchtmaßnahme aber oft aus. Sie kann auch von behördlicher Seite in Gebieten mit dichter Verbauung und einer großen Bevölkerungszahl wegen der unweigerlich auftretenden sekundären Unfallfolgen meist nicht empfohlen werden. Dem Schutz in der eigenen Wohnung kommt daher gerade bei einem solchen Szenario ganz besondere Bedeutung zu.

Grundsätzlich kann ein Unfall mit gefährlichen Stoffen das Austreten toxischer (giftiger) Stoffe und/oder Explosionen zur Folge haben. Diese freigesetzten Stoffe sind insbesondere dann gefährlich, wenn es sich um Schwergase handelt, die schwerer als Luft sind (z.B. Propan, Chlor) und sich am Boden fließend ausbreiten. Sie dringen wie Flüssigkeiten in alle tiefer gelegenen Räume ein und sammeln sich in allen Bodenmulden an.

Ein ähnlich hohes Risiko besteht auch für explosive Gase, die bereits durch den kleinsten Funken (z.B. Lichtschalter, Telefon, Eiskasten) gezündet werden können. Die Gefahr bei Explosionen ist auch außerhalb des eigentlichen Explosionsherdes, vor allem durch den oft hunderte Meter weit reichenden Trümmerflug gegeben, der große mechanische Schäden anrichten kann.

Ein weiteres Gefahrenmoment stellt der Niederschlag aus Schadstoffwolken dar. Dieser Niederschlag kann sich als Asche, Staub oder in Tröpfchenform auf allen Oberflächen der Unfallumgebung ansammeln und bei Körperkontakt eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen.

Für die Anforderungen, die an einen Gebäudeschutz gestellt werden, ergeben sich daher drei Konsequenzen:

- 1. Der zum Schutz ausgewählte Raum sollte möglichst dicht sein.**
- 2. Die Lage des ausgewählten Raumes sollte möglichst hoch gelegen sein.**
- 3. Die Gebäudehülle sollte möglichst massiv sein.**

Den ersten beiden Punkten kommt insofern die größere Bedeutung zu, als der Gefährdungsbereich durch austretende Gase räumlich gesehen ein wesentlich größerer ist, als jener lokal begrenzte Bereich, in dem es zu Schäden durch Druckwelle, Trümmerflug und Hitzestrahlung kommen kann. Die richtige Raumauswahl ist daher in solchen Katastrophensituationen besonders wichtig. Solche Entscheidungen und eventuell notwendige Adaptierungsmaßnahmen sollten vor allem von all jenen bereits vorsorglich getroffen werden, deren Wohnung oder Haus im Nahbereich von Betrieben liegt, die mit gefährlichen Stoffen arbeiten. Eine zahlenmäßige Festlegung des unmittelbaren Gefährdungsbereiches ist wegen der unterschiedlichen Gefährlichkeit der Produkte, der vorhandenen Stoffmengen, des Unfallablaufes und der unterschiedlichen topographischen und meteorologischen Verhältnisse generell nicht möglich. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass außerhalb einer Zone von 7-10 Kilometern um den Unfallherd keine akute toxische Gefährdung mehr besteht.

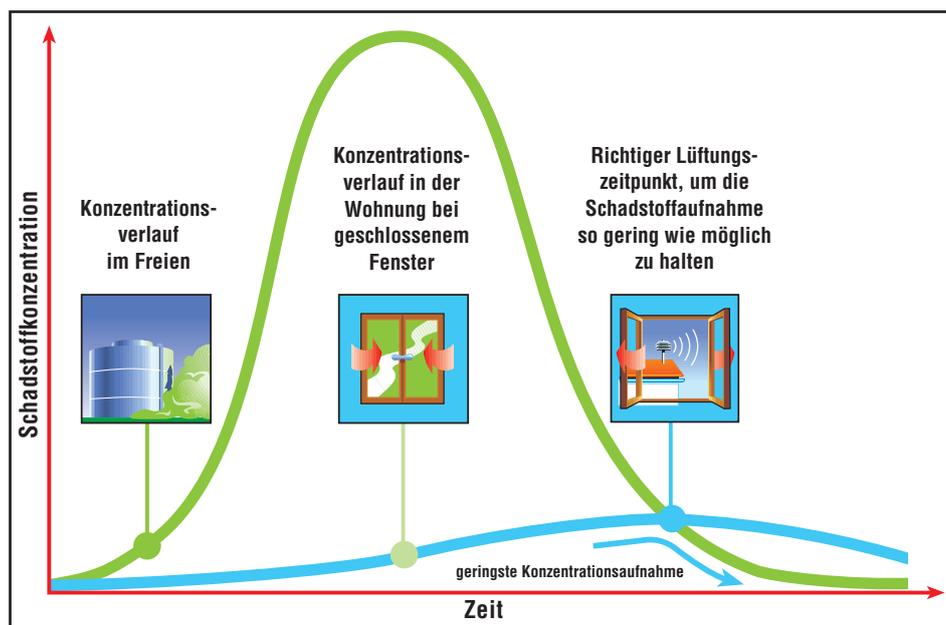


Sicher in der eigenen Wohnung

Bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen bieten alle geschlossenen Räume einen sehr hohen Schutz, wenn verhindert wird, dass chemisch belastete Luft in Aufenthaltsräume eindringen kann. Das Eindringen von kontaminierter Luft kann nämlich sehr rasch zu gesundheitsgefährlichen Immissionskonzentrationen führen. Da bei manchen chemischen Stoffen die Letaldosis sehr niedrig ist, kann auch schon bei kurzzeitiger Belastung eine Gesundheitsschädigung auftreten. Die Schutzwirkung einer Wohnung hängt daher in erster Linie von der Dichtheit der Fenster und Türen ab. Durch rechtzeitiges Schließen der Türen und Fenster wird das Eindringen verunreinigter Außenluft weitestgehend unterbunden. Bei modernen energiesparenden Fenstern kann mit einer Reduzierung der Schadstoffbelastung um etwa 90 %, bei älteren Bauten nur um etwa 50 % gerechnet werden. Die Prozentangaben beziehen sich auf eine Aufenthaltszeit von einer Stunde.

Ebenso wichtig wie das rechtzeitige Schließen der Fenster ist aber auch das rechtzeitige Lüften nach dem Durchzug der Schadstoffwolke. Nur so ist gewährt, dass eingedrungene Schadstoffe möglichst rasch wieder abgeführt werden.

Geringste Schadstoffaufnahme bei richtigem Lüftungsverhalten



Eine massive Bauweise bietet guten Schutz vor größeren und kleineren Trümmern, die nach großen Explosionen oft einige hundert Meter weggeschleudert werden können. Veranden, ausgebaute Dachgeschoße oder andere Räume deren Außenwände und Decken aus leichten Baustoffen (Holz, Dämmstoffe, Gipskarton etc.) bestehen, sind daher für einen geschützten Aufenthalt ungeeignet.

Ein Verlassen der Wohnung ist nicht möglich, da Schadstoffwolken toxische Gase enthalten können, die bereits in geringen Mengen für Ihre Gesundheit gefährlich sind. Da solche chemischen Störfälle kaum länger als einige Stunden dauern, ist dieser Umstand hinsichtlich der Versorgung und Bevorratung aber nicht von Bedeutung. Sie können die Schutzwirkung Ihrer Wohnung aber wesentlich erhöhen, wenn Sie bereits vorsorglich einige einfache Adaptierungsmaßnahmen vornehmen.

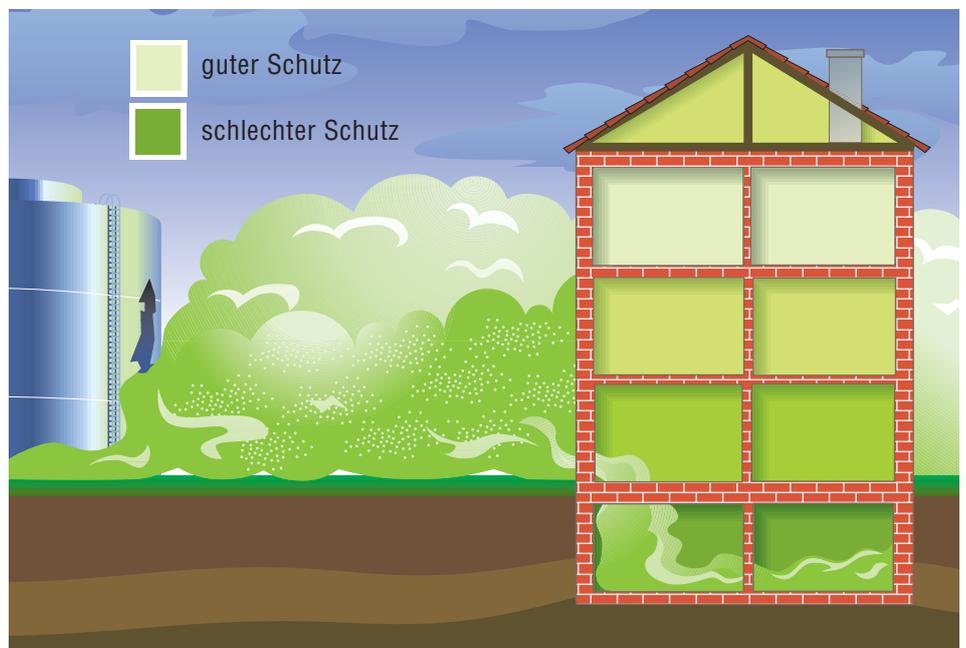




Die beste Schutzlage bei Gewalteinwirkung



Die beste Schutzlage bei toxischer Gefahr



Notwendige Adaptierungsmaßnahmen

Die hier angeführten Adaptierungsmaßnahmen sind vor allem jenen Personen zu empfehlen, deren Wohnung im Nahbereich von

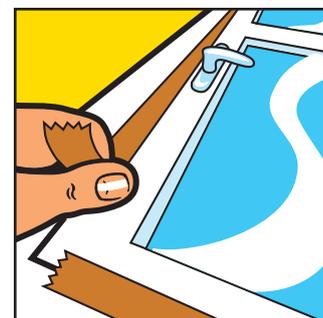
- Betrieben mit gefährlichen Stoffen,
- Durchzugsrouten für den Schwerverkehr sowie
- Eislaufplätzen, Bobbahnen, Kühlhäusern und manchen Wärmekraftwerken liegt.



Nach Möglichkeit wählen Sie einen Raum aus,

- der nicht im Keller und nicht im Erdgeschoß sondern in einem höher gelegenen Stockwerk liegt,
- der möglichst wenige, dafür aber besonders dichte Türen und Fenster hat,
- der keine sonstigen Raumöffnungen wie Kamin- und Lüftungsöffnungen aufweist und
- dessen Fenster auf der der gefahrenabgewandten Seite liegen.

Überprüfen Sie diesen Raum an einem Tag mit starkem Wind auf Undichtheiten. Achten Sie besonders auf Spalten und Risse unter dem Fensterbrett und entlang des Fenster- oder Türstockes, sowie auf Leitungsdurchbrüche in Nachbarräume. Auch aus Steckdosen und Lichtschaltern kann Zugluft austreten. Solche Undichtheiten lassen sich sehr einfach mit einer Kerzenflamme oder einer brennenden Zigarette feststellen. Dichten Sie diese Spalten und Risse ab. Entsprechende elastische Dichtmaterialien sind in allen Baumärkten und Baufachgeschäften erhältlich. Sie reduzieren dadurch auch Ihren Heizenergieverbrauch. Neue Wärmeschutzfenster schließen wesentlich dichter als alte Holzfenster, erwägen Sie daher auch im Sinne Ihrer Sicherheit einen Fenstertausch. In jedem Fall sollten Sie jedoch ausreichend breite Klebebänder bereithalten, mit denen Sie im Anlassfall Fenster, Türen, Steckdosen und andere Öffnungen abdichten können.



Erstickungsgefahr besteht auch in sehr gut abgedichteten Räumen nicht. Ein erwachsener Mensch benötigt ungefähr 1m³ Luft pro Stunde. Das ergibt bei einem 20m² großen Raum mit 2,5m Raumhöhe 50m³ Luft. Da sich solche Schadstoffwolken aber meist nach einigen Stunden (3-5 Stunden) verflüchtigt haben, reicht dieser Luftvorrat auch für mehrere Personen. Nötigenfalls ist der Luftvorrat durch Öffnen der Türe in (auch abgedichtete) Nachbarräume aufzufrischen.

Die Schutzraumproblematik

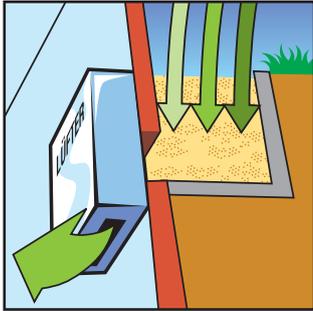
Ein Schutzraum ist ein baulich besonders ausgebildeter Kellerraum, dessen Wände und Decken aus Stahlbeton errichtet wurden. Mit Hilfe eines Lüfters und eines Sandfilters kann von außen Luft angesaugt, gereinigt und in den Schutzraum, der mit einer besonders massiven Türe abgeschlossen ist, eingeblasen werden. Aufgrund dieser massiven Bauweise und des vorhandenen Lüfters bietet ein solcher Raum guten Schutz bei einer großräumigen Verstrahlung, sowie vor Splitter- und Trümmerflug. Er ist so ausgelegt, dass er dem Einsturz des darüber befindlichen Hauses Stand halten muss. Aufgrund seiner Bauweise ist er auch als Schutz vor Explosionen bestens geeignet.

Die Benützung eines Schutzraumes ist bei solchen Unfällen aber aus zwei Gründen dennoch nicht zu empfehlen:

1. Problem Sandfilter

Der Sandfilter des Schutzraumes kann zwar viele chemische Schadstoffe, insbesondere chemische Stäube, ausfiltern, es gibt jedoch keine 100-prozentige Gewähr dafür, dass alle bei einem solchen Unfall freiwerdenden chemischen Gase und Ver-





bindungen zurückgehalten werden können. Mit der Inbetriebnahme des Luftfilters, wie sie generell bei einem Schutzraumaufenthalt empfohlen wird, würde dann genau die gegenteilige Wirkung erreicht werden. Der Schutzraum wäre innerhalb weniger Minuten mit chemisch verunreinigter Luft gefüllt. Um diese Situation zu vermeiden, dürfte der Luftfilter in solchen Fällen - aber nur in solchen Fällen - nicht eingeschaltet werden.

Doch selbst unter der Annahme, dass durch Ausfilterung der Schadstoffe oder durch Nichtinbetriebnahme des Filters die Luft im Schutzraum chemisch unbelastet bleibt, ist noch eine zweite Gefährdungsmöglichkeit zu beachten.

2. Problem Schwergase

Die Tatsache, dass viele bei solchen Unfällen frei werdenden Gase schwerer als Luft sind (Schwergase) könnte für die Benutzer von Schutzräumen zur gefährlichen Falle werden. Solche Gase haben die Eigenschaft, nicht nach oben aufzusteigen und sich durch Vermischung mit der Atmosphäre zu verdünnen, sondern am Boden fließend auszubreiten und in alle tiefer gelegenen Räume abzugleiten. Dieser Fließeffekt schwerer Nebelgase wird oft bei Musikveranstaltungen mit absolut ungefährlichen Mitteln aus dramaturgischen Gründen eingesetzt und ist vermutlich jedermann bekannt. Im Falle freigesetzter, toxischer Schwergase würde dies aber bedeuten, dass sich die vor dem Schutzraum befindlichen Kellerräume mit diesen Gasen auffüllen und sich diese mangels erforderlicher Luftzirkulation auch nur sehr langsam verflüchtigen werden. Auch unter der Annahme, dass im Schutzraum saubere Luftverhältnisse vorhanden sind, würde der Schutzraumbenutzer beim Öffnen der Schutzraumtüre in den sehr konzentrierten Gaseeintauchen und unweigerlich zu Schaden kommen.

In Anbetracht dieser beiden Umstände und im Hinblick darauf, dass eine sofortige 100-prozentig sichere Stoffanalyse nicht möglich ist, kann daher die Benützung eines Schutzraumes bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen generell nicht empfohlen werden. Die Empfehlung kann daher nur lauten, möglichst dichte, möglichst hochgelegene und möglichst gefahrenabgewandte Räume aufzusuchen.

Auch die bei einem Kernkraftwerksunfall sehr effektiven Strahlenschutzfilteranlagen (richtige Bezeichnung Teilschutzbelüftungsanlagen) können - aus den gleichen Gründen wie die Filteranlagen von Schutzräumen - bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen nicht empfohlen werden und dürfen daher nicht in Betrieb genommen werden. Wie bereits erwähnt, ist aber eine externe Luftversorgung auch besonders dichter Aufenthaltsräume wegen der relativ kurzen Belastungsdauer nicht erforderlich.

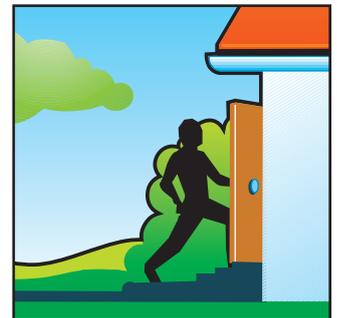


VERHALTEN BEI EINEM UNFALL MIT GEFÄHRLICHEN STOFFEN

Selbstschutzmaßnahmen vor dem Durchzug der Schadstoffwolke

Wenn genügend Zeit vorhanden ist:

- Im Freien befindliche Gegenstände (Spielsachen, Wäsche, etc.) und Haustiere ins Haus bringen
- Nachbarn verständigen, denken Sie an Kinder und Hilfebedürftige
- Glashäuser schließen
- Weidetiere in den Stall bringen
- Wohnung oder andere schützende Räumlichkeiten aufsuchen
- Höher gelegene Räume auf der gefahrenabgewandten Seite des Hauses bevorzugen
- Radio / TV einschalten
- Alle Fenster und Türen (auch Hauseingangstüren) schließen
- Lüftungen abschalten
- Fensterläden und Jalousien schließen (Trümmerflug, Brandgefahr)
- Zugluft vermeiden, auf Kaminöffnungen und Entlüftungssysteme achten, da hier Luft von außen eindringen kann
- Bei den Fenstern und Türen die Fugen mit breiten Klebestreifen verkleben
- Räume mit massiven Wänden aufsuchen (Explosionsschutz und Schutz vor Trümmerflug)
- Notrufnummern nicht für Auskünfte benutzen
- Keine unnötigen Telefonate führen
- Wenn brennbare Gase ausgetreten sind oder ein solcher Verdacht aufgrund der Unfallumstände besteht, sofort Strom abschalten (Explosionsschutz)





Selbstschutzmaßnahmen während des Durchzugs der Schadstoffwolke oder während eines chemischen Unfalls

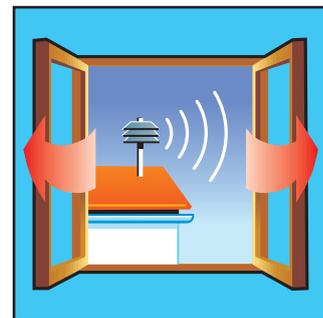
- In der Wohnung oder anderen schützenden Räumlichkeiten bleiben
- Sich nicht in der Nähe von Fensterflächen aufhalten, da bei Explosionen durch Trümmerflug und Druckwelle in diesen Bereichen besondere Gefährdungen auftreten
- Nicht mit den Behörden oder dem Werk telefonieren
- Nicht die Zufahrtswege zum Werk blockieren
- Aufenthalt im Freien meiden, um möglichst wenig mit der Schadstoffwolke in Kontakt zu kommen. Bei unvermeidbarem Aufenthalt im Freien feuchte Tücher vor Mund und Nase halten oder Fluchtfiltermaske verwenden
- Keine Lüftungseinrichtungen einschalten, auch wenn Filter vorgeschaltet sind
- Räumlichkeiten mit massiven Umfassungswänden und wenigen Fenstern und Türen bevorzugen
- Immer Räume benutzen, die über Niveau liegen, da sich Schwergase in Untergeschoßen ansammeln
- Frischluftzufuhr vermeiden
- Radio und Fernsehen abhören (Lokalprogramme)
- Auf Lautsprecherdurchsagen achten

Selbstschutzmaßnahmen nach dem Durchzug der Schadstoffwolke bzw. Klärung der Situation

- Entwarnung über Fernsehen, Rundfunk oder Lautsprecher abwarten
- Nach der Entwarnung alle Räume lüften
- Behördliche Anweisungen befolgen (Radio, Fernsehen, Printmedien, Anschläge, Postwurfsendungen, Lautsprecherdurchsagen)
- Weidetiere im Stall belassen und solange nicht mit Frischfutter aus der Umgebung versorgen, bis eine Entwarnung vorliegt
- Nach dem Durchzug einer Schadstoffwolke, die Schadstoffe auf dem Boden und anderen Flächen abgelagert hat, ist Reinlichkeit in jeder Hinsicht erforderlich:
 - Schuhe vor dem Betreten der Wohnung ausziehen



- Fußböden, Heizkörper, Lampen usw. feucht reinigen. Fenster und Fensterbänke waschen, Teppiche einschäumen und absaugen. Nur Staubsauger mit Feinfiltersystemen verwenden!
- Täglich gründlich duschen, Hände, Haare und Bart besonders gründlich waschen
- Haus- und unmittelbare Umgebung (Zufahrten, Aufgänge, Balkone, Terrassen (etc.) mit Wasserschlauch abspritzen
- Bei allen Reinigungsarbeiten Staubaufwirbelung vermeiden
- Kein Obst und Gemüse aus dem Garten essen
- Nur luftdicht verpackte Lebensmittel verwenden. Möglicherweise kontaminierte Lebensmittel waschen oder entsorgen
- Darauf achten, dass Kleinkinder keine verunreinigten Gegenstände (insbesondere im Freien) in den Mund nehmen!



Weitere Auskünfte erteilen

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten
Abteilung III/6, Referat für Störfallmeldungen
Stubenring 1, 1011 Wien
Tel.Nr.: 71100/5839, Fax.Nr.: 714 27 18
e-mail: michael.struckl@bmwa.gv.at

Bundesministerium für Inneres, Abteilung für Zivilschutz,
Postfach 100, 1014 Wien
Tel.Nr.: 01/53126/2703, Fax.Nr.: 01/53126/2706
e-mail: zivilschutz@mail.bmi.gv.at
homepage: <http://www.bmi.gv.at>

Ämter der Landesregierungen
Katastrophenschutzabteilungen

Österreichischer Zivilschutzverband,
Am Hof 4, 1010 Wien und seine Landesorganisationen
Servicetelefon: 0810/006 306, Fax: 01/533 93 23/20
e-mail: zivilschutz-bundesverband@zivilschutzverband.co.at
homepage: <http://www.zivilschutzverband.co.at/zivilschutz>

GEFAHRENSYMBOLLE ZUR KENNZEICHNUNG

gemäß der 208. Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 16. März 1989 über die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung - ChemV).



Die Gefahrensymbole werden zusätzlich durch entsprechende Gefahrenhinweise (R 1 bis R 48) und Sicherheitsratschläge (S 1 bis S 53a) ergänzt.

Beispiele:	R 1 In trockenem Zustand explosionsfähig	R 45 Kann Krebs erzeugen
	R 17 Selbstentzündlich an der Luft	R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
	R 23 Giftig beim Einatmen	
	R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut	

WARNZEICHEN ZUR KENNZEICHNUNG VON

gemäß der 101. Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales vom 11. April 1997 über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung (Kennzeichnungsverordnung - KennV).



GEFÄHRLICHER STOFFE UND ZUBEREITUNGEN



Leichtentzündlich



Hochentzündlich



Reizend



Ätzend



Umweltgefährlich

- S 1** Unter Verschluss aufbewahren
- S 2** Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
- S 16** Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
- S 20** Bei der Arbeit nicht essen und trinken
- S 45** Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett Vorzeigen)
- S 53a** Von Frauen im gebärfähigen Alter nicht zu verwenden

GEFAHRENBEREICHEN



Warnung vor radioaktiven Stoffen



Warnung vor schwebender Last



Warnung vor Flurförderzeugen



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung



Warnung vor starkem magnetischem Feld



Warnung vor Stolpergefahr



Warnung vor Absturzgefahr



Warnung vor Biogefährdung

Für die ordnungsgemäße Kennzeichnung der Gefahrenbereiche und für die Information und Unterweisung der Arbeitnehmer/innen über die Bedeutung der Kennzeichen und die zu ergreifenden Maßnahmen ist der/die Arbeitgeber/in verantwortlich. Die Kennzeichen müssen regelmäßig gereinigt, gewartet, auf ihre tatsächliche Wirksamkeit überprüft sowie bei Bedarf instandgesetzt oder erneuert werden.

Quellenangaben

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik,
Abteilung für Umweltmeteorologie, 1998:
Voruntersuchungen zur Anwendung eines Schwergasmodells bei
Industrieunfällen im Auftrag des Bundesministeriums für Inneres,
Österreich

Richtlinie Schadensausmaßschätzung, Direktion Inneres,
Kanton Zürich, 1992

Roth/Keller: „Gefährliche chemische Reaktionen“, Verlag ecomed, 1991

Verein deutscher Ingenieure (VDI)
Richtlinie 3783, Bl. 2 / 1990
„Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase“

Trevor Kletz: „What Went Wrong?“
Gulf, 1989

Landesfeuerwehrverband Steiermark, Schriftenreihe „Blaulicht“,
Zeitschrift für Brandschutz und Feuerwehrentechnik