DIE FREIWILLIGE FEUERWEHR



Südtirols Feuerwehrzeitung

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Atemgifte (Teil 1)

Explosion (Teil 9)

Sonderdruck

2b/98

32. Jahrgang

Inhalt

Gefahren der Einsatzstelle

Teil 1: Allgemeines - Atemgifte 3
Teil 2: Angstreaktion 6
Teil 3: Ausbreitung8
Teil 4: Atomare Strahlung 12
Teil 5+6: Chemische Stoffe 16
Teil 7: Erkrankung/Verletzung 27
Teil 8+9: Explosion

Titelbild:

Brand in Tschengls (vgl. Die Freiwillige Feuerwehr-2/98)

Impressum:

Die Freiwillige Feuerwehr - Südtirols Feuerwehrzeitung

Eintragung im Landesgericht: Bozen Nr. 6/68 R St.; Eigentümer und Herausgeber: Landesverband der Freiwilligen Feuerwehren Südtirols, 39010 Vilpian, Brauereistr. 18, Tel. 0471 552111; Fax 552122; Presserechtlich verantwortlich: Dr. Luis Durnwalder; Chefredakteur: Dr. Ing. Christoph Oberhollenzer; Layout: Walter Oberrauch; Auflage - Sonderdruck: 500.

Die Gefahren der Einsatzstelle

Teil 1

Von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Einleitung

Die Hauptaufgabe der Feuerwehr ist es bei Notfällen aller Art Menschen zu retten und in Anschluß daran die bestehenden Gefahren zu bekämpfen/beseitigen.

Bei der Durchführung des Einsatzes müssen die Feuerwehrleute die Gefahren beachten und auch sich selbst davor schützen. Für alle Feuerwehrleute ist daher die Gefahrenlehre von großer wesentlicher Bedeutung. Für den Einsatzleiter ist

- das Kennen der möglichen Gefahren.
- das Erkennen der beim jeweiligen Einsatz vorliegenden/ möglichen Gefahren,
- die F\u00e4higkeit den Gefahrenschwerpunkt zu bestimmen
- das Wissen um die Möglichkeiten sich vor den Gefahren zu schützen bzw. sie zu bekämpfen

entscheidend und Grundvoraussetzung für die Leitung des Einsatzes: "Die richtige Einsatzentscheidung kann nur getroffen werden, wenn die einsatzrelevanten (=maßgebenden/wesentlichen) Gefahren erkannt sind.

Die 9 Gefahrengruppen

Die im Feuerwehreinsatz möglichen Gefahren werden in folgende 9 Gefahrengruppen eingeteilt:

A temgifte

Angstreaktion

A usbreitung

A tomare Strahlung

Chemische Stoffe

Erkrankung/Verletzung

Explosion

Elektrizität

Einsturz

Aus den Anfangsbuchstaben ergibt sich die Merkregel:

AAAA - C - EEEE oder 4 A - 1C - 4E

Gefahren der Einsatzstelle

Angstreaktion
Ausbreitung
Atomare Strahlung
Chemische Stoffe
Erkrankung
Explosion
Elektrizität
Finsturz

Merkregel: 4A - 1C - 4E

Bild 1 Gefahren der Einsatzstelle

(vgl. dazu Bild 1 Gefahren der Einsatzstelle)

Diese Gefahren können auf

- Menschen
- Tiere
- Umwelt
- Sachwerte

wirken.

Mannschaft und Gerät sind beim Einsatz auch gefährdet; die entsprechenden Gefahren müssen beachtet werden. Diese Zusammenhänge lassen sich anschaulich in einer Gefahrenmatrix (vgl. Bild 2 Das Taktikschema, H. Schläfer, Verlag W. Kohlhammer) darstellen.

Im Einsatz bestehen meist mehrere Gefahren für eine oder mehrere der Gruppen (Menschen, Tiere, Umwelt, Sachwerte,...). Der Einsatzleiter muß die Hauptgefahren erkennen und entscheiden welche Gefahren zuerst zu bekämpfen sind. Die entsprechenden Überlegungen und Entscheidungskriterien sind Bestandteil der

Einsatzlehre und werden in einem gesonderten Artikel abgehandelt werden.

Betrachtungsweise

Im folgenden werden die einzelnen Gefahrengruppen besprochen wobei jeweils auf folgende Punkte eingegangen wird:

- Begriff, Definition: welche Gefahren werden in die entsprechende Gruppe eingeordnet?
- Ursache, Vorkommen, Erkennbarkeit: welche Ereignisse/Umstände können die entsprechende Gefahr hervorrufen/ auslösen bzw. an welchen Einsatzstellen muß mit diesen Gefahren gerechnet werden? Wie kann die Gefahr erkannt werden?
- Wirkungen, Gefahren: mit welchen Folgen/Auswirkungen muß gerechnet werden, welche konkrete Gefahren sind zu beachten?
- Schutz/Gefahrenabwehr: wie kann man sich vor der Gefahr schützen, welche Möglichkeiten gibt es, die Gefahr zu bekämpfen bzw. zu (ver)meiden?

Atemgifte

Definition, Begriff

Stoffe werden als giftig bezeichnet, wenn sie Gesundheitsschäden oder den Tod verursachen können.

Atemgifte sind alle Stoffe, die über die Atemwege schädigend wirken.

Atemgifte können in gasförmiger, flüssiger oder fester Form, also als

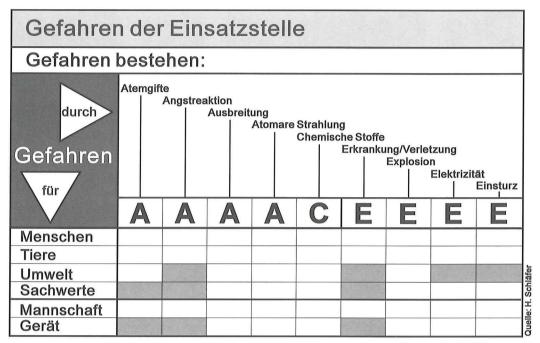


Bild 2 Die Gefahrenmatrix

Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe in der Atemluft vorhanden sein.

Sauerstoffmangel wird auch in diese Gefahrengruppe eingeordnet.

Ursache - Vorkommen - Erkennbarkeit

Vorkommen

Brandrauch

Ein großer Teil der von Bränden ausgehenden Gefahren ergibt sich durch die giftigen und gesundheitsschädlichen Stoffe im Brandrauch. Weitaus mehr Menschen kommen durch den Rauch als durch das Feuer selbst zu Schaden.

Der bei einem Brand entstehende Rauch ist ein Gemisch von Gasen, Dämpfen und Schwebstoffen verschiedener Art.

Die Zusammensetzung ist unterschiedlich je nach:

- Art der brennenden Stoffe
- Luftzufuhr
- Temperatur

Kohlenstoffdioxid

In Silos und Weinkellern muß bedingt durch Gärungsprozesse mit Kohlenstoffdioxid gerechnet werden.

Fäulnisgase

In Kanälen, Kloaken können sich Fäulnisgase (z.B. Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Methan) ansammeln.

Düngemittelzersetzung

Durch Erwärmung (ab etwa 130°C) zersetzen sich bestimmte ammoniumnitrathaltige Düngemittel; dadurch entstehen große Mengen nitroser Gase;

dies kann z.B. bei Bränden in landwirtschaftlichen Gebäuden vorkommen.

Freiwerden von gefährlichen Stoffen

Bei Unfällen in chemischen Betrieben oder bei Gefahrguttransportunfällen auf Straße oder Schiene können gefährliche Gase und Dämpfe (z.B. Säure-, Laugen- oder Benzindämpfe) in großen Mengen freigesetzt werden.

Sauerstoffmangel

Der Sauerstoffgehalt der Luft beträgt normalerweise 21%.

Ein geringer Sauerstoffgehalt (=Sauerstoffmangel) wirkt sich gesundheitsschädlich bzw. tödlich aus.

Sauerstoffmangel tritt z.B. auf bei:

 Bränden in geschlossenen Räumen

- Schwelbränden
- Gasausströmungen
- Abgasen von Verbrennungsmotoren
- in Kanälen, Schächten, Silos, Tanks, Behältern (z.B. Gärprozessel

Erkennbarkeit

Ein Erkennen der Atemgifte mit den menschlichen Sinnesorganen ist nur in einigen Fällen möglich und kann schon vor der Wahrnehmung zu Gesundheitsschäden führen.

- Sichtbarkeit: nur bei einigen Atemgiften gegeben, z.B. nitrose Gase; rot/braun/gelb
- Geruch: nur bei einigen Atemgiften zuverlässig, z.B. Ammoniak
- Reizwirkung:
 bei einigen Atemgiften, Reizung von Augen, Haut,
 Schleimhäuten der Atemwege;

Ein Erkennen ist häufig nur mit geeigneten Meßgeräten oder sogar nur im Labor möglich.

Atemgifte - Wirkungen

Wirkung auf Blut Nerven und Zellen

z.B. CO, Blausäure



Reiz- und Ätzwirkung

z.B. Ammoniak, Chlor

Erstickende Wirkung

z.B. Stickstoff

- Sichtbehinderung
- Schäden an Einrichtungen, Bauteilen,

© 1996 Landesfeuerwehrschule Südtirol

Bild 3 Atemgifte-Wirkungen

Wirkungen - Gefahren

Wirkungen auf den Menschen

Die Wirkungen der Atemgifte auf den Menschen sind abhängig von:

- Art des Stoffes
- Konzentration
- Einwirkungsdauer

Als Wirkungen können unter anderem auftreten:

- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Brennen und Tränen der Augen
- Hustenreiz
- Erbrechen
- Störungen des Gleichgewichts
- Rausch- und Angstzustände
- Bewußtlosigkeit
- Atemstillstand

Nach den physiologischen Wirkungen werden die Atemgifte in folgende drei Hauptgruppen eingeteilt: (vgl. Bild 3 Atemgifte-Wirkungen)

Atemgifte mit erstickender Wirkung: Diese Stoffe sind ungiftig; wenn sie aber in so hoher Konzentration (Menge) auftreten, daß der für die Atmung erforderliche Sauerstoffgehalt von mindestens 15-17% nicht mehr gegeben ist, ergibt sich eine erstickende Wirkung.

Beispiele: Stickstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff, Methan, Flüssiggase.

 Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung: Die Atemgifte mit Reizund Ätzwirkung rufen eine Schädigung der Gefäße oder Gewebszellen hervor. Die Schädigung kann sich auf die äußere Haut, aber auch die Schleimhäute, Luftwege, Lunge, Speiseröhre und Verdauungsorgane erstrecken.

Beispiele: Ammoniak, Chlor, Chlorwasserstoff, nitrose Gase, Säuredämpfe

Atemgifte mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen: Diese Atemgifte können die Zusammensetzung des Blutes verändern, den Stoffwechsel der Zellen stören oder sie zerstören und beeinflussen das Nervensystem. Beispiele: Kohlestoffmonoxid, Blausäure, Benzin, Benzol, Schwefelsäure.

(Bemerkung: eine scharfe Abgrenzung ist nicht immer möglich, da einzelne Atemgifte mehrfach wirken, d.h. verschiedene Wirkungen nebeneinander aufweisen).

Sonstige Wirkungen

- Sichtbehinderung
 Der Brandrauch nimmt die Sicht, kann Fluchtwege unpassierbar machen und verleitet zu Angstreaktionen. Durch die Sichtbehinderung wird auch der Feuerwehreinsatz erschwert.
- Zerstörende Wirkung Aggressive Atemgifte wirken sich zerstörend auf Einrichtungen, Lagergüter und Bauteile aus. (Beispiel: sogenannte Chloridschäden als Folgeschäden bei Bränden von chlorhaltigen Kunststoffen).

Schutz/Gefahrenabwehr

Schutz ist nur durch

- Abstand halten (meiden der Gefahrenbereiche)
- Verwendung von umluftunabhängigen Atemschutzgeräten (in der Regel Preßluftatmer) möglich.

Um zu rettende Personen durch verqualmte Räume in Sicherheit bringen zu können, werden sogenannte Brandfluchthauben (=Filtergeräte) verwendet. Sind keine Brandfluchthauben vorhanden, sind die zu rettenden Personen zumindest durch ein feuchtes Tuch notdürftig zu schützen.

(Fortsetzung in Ausgabe 2/96)

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 2

Von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Nur wenn die Gefahren erkannt sind und die Feuerwehr über die Möglichkeiten der Gefahrenabwehr Bescheid weiß ist ein durchschlagender Einsatzerfolg möglich. In Teil 2 die Gefahrengruppe Angstreaktion behandelt: Menschen in akuter Not oder unter großer Belastung neigen zu Angstreaktionen und unvernünftigem Handeln was zu einer Verschlimmerung der Situation führen kann.

Angstreaktion

Definition, Begriff

»Angstreaktion« steht für Kurzschlußhandlungen und Schreckreaktionen von Einzelpersonen oder für Panikreaktionen von Menschenmassen. Die Angstreaktion ist keine Gefahr im strengen Sinne der Gefahrenlehre, sondern eine gefährliche Folgereaktion von Menschen, ausgelöst durch eine der klassischen Gefahrengruppen.

Ursachen - Vorkommen - Erkennbarkeit

ngst ist eine natürliche Reaktion auf ungewisse oder bedrohliche Situationen. Dazu zwei Beispiele aus dem Alltag: man hat Angst vor einer Prüfung oder bei längerer, ungewöhnlicher Erkrankung vor dem Ausgang einer wichtigen und entscheidenden ärztlichen Untersuchung.

In allen Extrem - und Ausnahmezuständen - wenn man z.B. mit dem Fahrzeug auf nasser Fahrbahn plötzlich ins Schleudern gerät oder bei einem Wohnungsbrand nachts zu Hause, Stromausfall und verrauchten Gängen - entsteht Angst, unter Umständen Todesangst.

Auch die große seelische Belastung der Feuerwehrleute im Einsatz soll hier angesprochen werden: das unerwartete, plötzliche Herausgerissenwerden aus der Privatsphäre und dem Arbeitsleben, die Konfrontation mit Schadensbildern, Verletzten, Tod und vielfältigem Leid und den Gefah-

ren an der Einsatzstelle führen zu Streß und können Angst auslösen.

anik: neben der Angst bei Einzelpersonen (individuelle Reaktion) gibt es Massenreaktionen, die vom Normalbürger in der Regel mit Panik gleichgesetzt werden. Gefördert wird diese Auffassung durch die Darstellung von Schadensereignissen in den Medien. Die Schlagzeilen: »Panik nach » lassen den Eindruck entstehen, daß die Panik zwanasläufia bei iedem Ereianis auftritt. Untersuchungen beweisen, daß dies nicht der Fall ist. Die Panik ist die Ausnahme, nicht die Regel und es müssen einige Bedingungen erfüllt sein, damit eine Panik entstehen kann.

Es ist notwendig zunächst festzulegen, was eine Panik im eigentlichen Sinne ist: »Panik« = durch plan- und kopflose Fluchtbewegung gekennzeichnetes Verhalten einer Menschenmenge.

Die Bedingungen zum Entstehen einer Panik sind:

- eng begrenzter Raum,
- viele Menschen,
- ein Ereignis (fiktiv oder real),
- das Gefühl, sich in akuter Lebensgefahr zu befinden, aus der man sich sofort retten muß.

Dadurch wird eine Fluchtbewegung ausgelöst.

Erkennbarkeit

Angst und Panik sind an den Wirkungen und Reaktionen erkennbar (vgl. folgenden Abschnitt).

Wirkungen - Gefahren

Angst wird meist als negative Erscheinung bewertet, ist aber im



Falsches Verhalten: Fortlaufen facht die Flammen an.

Grundstadium als notwendige und normale Reaktion anzusehen: Angst schärft die Sinne und aktiviert den Körper zur Bewältigung der Gefahr; Energiereserven werden freigesetzt, die zum Meistern von Extremsituationen genutzt werden können.

Angst kann aber ein solches Ausmaß einnehmen, daß sie den Menschen die Anpassung an die außergewöhnliche Situation unmöglich macht.

Normale körperliche Reaktionen wie Zittern, Herzklopfen können sich steigern zu Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Toben mit Schrei-Lach- und Weinkrämpfen usw. . Geistige Funktionen werden schwer beeinträchtigt: die Wahrnehmung und die Orientierung sind gestört, folgerichtiges Denken ist ausgeschaltet.

Der Mensch bekommt einen »tunnelartigen Blick«, der sein Blickfeld stark einschränkt und somit die Bewertung der Situation erschwert oder gar unmöglich macht. Wenige Sekunden bevor der Korb der Drehleiter in der Position zur Aufnahme des vom Feuer Ein-geschlossenen ist, springt die-

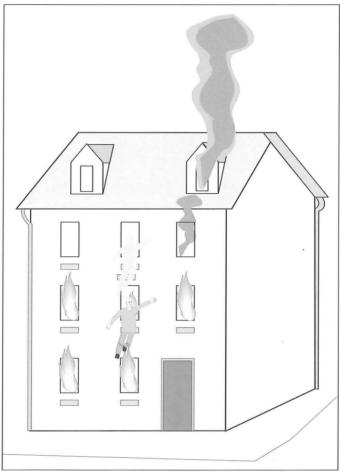
ser. Solche Fälle finden sich immer wieder in der Presse. Hier hat Todesangst dafür gesorgt, daß die Information »Drehleiter ist da« nicht mehr vom Gehirn aufgenommen werden konnte. Zusätzlich kommt es noch zu einer Denkblockade, so daß Informationen nicht mehr verarbeitet oder gar umgesetzt werden können. Es ist damit nicht möglich, die Drehleiter mit der eigenen Situation in Verbindung zu bringen. Und so kann es passieren, daß Menschen an Rettungs-/Fluchtwegen vorbeilaufen, obwohl diese gekennzeichnet sind. Sie sind für sie quasi nicht vorhanden.

Eine weitere Fehlreaktion die vorkommt ist, daß Menschen die in Brand geraten instinktiv fortlaufen und so die Flammen noch anfachen.

Die **Panik**, also die plan- und kopflose Flucht einer Menschenmenge kann zu vielen Verletzten und auch Toten führen.

Flucht ist häufig das richtige Mittel sich einer Gefahr zu entziehen. Wenn Menschen schnell aus einem Gefahrenbereich weg möchten, so beginnen sie zu laufen. Wenn viele Menschen flüchten ist folgendes zu beachten:

- der Mensch ist ein Gewohnheitstier und wird somit versuchen, dort hinauszukommen, wo er hereingekommen ist. Deshalb wird nicht immer unbedingt der nächstgelegene Ausgang benützt und es kann bei Menschenmassen zu Ȇber-Kreuz-Bewegungen« kommen
- Türen und Ausgänge bilden einen »Flaschenhals«; vor den Ausgängen entsteht durch die Verengung in Folge der drängenden Menschen ein starker Druck. Dadurch verletzen sich die Menschen dort, einige werden niedergestoßen und andere



Falsches Verhalten: Sprung aus dem Fenster statt Abwarten der Rettung durch die Feuerwehr

klettern über sie hinweg, es kommt zu Verletzten und oft auch zu Toten (z.B. im Fußballstadion in Brüssel, 1985)

Schutz -Gefahrenabwehr

Vorbeugende Maßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen sind in Zusammenhang mit Angstreaktionen besonders wichtig. Durch Schulung und Information muß man versuchen das Fehlverhalten von Menschen z.B. im Brandfall zu verhindern. Jeder muß wissen, wie er sich im Brandfall oder bei Auftreten sonstiger Gefahren zu verhalten hat.

Der Landesverband hat als Beitrag zur Brandschutzerziehung und Brandschutzaufklärung der Bevölkerung die Broschüre »Brandschutzratgeber« herausgegeben, die über die Feuerwehren an alle Haushalte verteilt wurde. Die Feuerwehren selbst führen zum Teil Schulungen vor Ort durch, unterstützen die Schulen bei der Ausarbeitung von Räumungsordnungen und vieles mehr. Der Landesverband beteiligt sich am Projekt »Sicherheitserziehung in der Schule«, das vom Landesamt für Brandverhütung betreut wird.

Aufgabe des vorbeugenden baulichen Brandschutzes ist es baulich durch die Errichtung von genügend Fluchtwegen, Einbau einer Notbeleuchtung usw. die Voraussetzungen für eine sichere Flucht aus den Gebäuden zu schaffen.

Für große Gebäude und Betriebe empfiehlt sich die Erstellung einer sogenannten Räumungsordnung als Grundlage für einen organisierten Räumungsablauf.

Brandsicherheitswachen bzw. ein Sicherheitsdienst sind bei großen Veranstaltungen notwendig, um die Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen zu überwachen und im Gefahrenfall schnell eingreifen zu können

Die Einsatzkräfte selbst müssen geschult werden, Angstreaktionen

zu erkennen und mit einfachen Mitteln anzugehen.

Maßnahmen im Einsatz

Neben der Vorbereitung und Durchführung der jeweiligen Rettungs- und sonstigen Einsatzmaßnahmen ist eine Betreuung der verletzten/betroffenen Personen in allen Fällen notwendig.

Einfache Maßnahmen bei Angstreaktionen von Einzelpersonen sind das Beruhigen durch gutes Zureden, das Verabreichen von Getränken, Kaugummi, Essen. Die Helfenden müssen selbst Ruhe und Zuversicht ausstrahlen.

Bei Angstreaktionen von Menschenmassen ist ein Eingreifen nur möglich, wenn sie frühzeitig erkannt werden und durch gezielte Anweisungen verhindert werden. Ist eine Panik im Gange, so besteht keine Eingriffsmöglichkeit mehr.

Hier hilft dann nur noch das Entfernen von Hindernissen, das Öffnen von Türen usw. um Menschen die Flucht zu ermöglichen. Abschließend noch ein Wort zu den Einsatzkräften selbst. Die Belastung ist bei manchen Einsätzen durch Lärm, Gestank, fehlende Informationen, Schwerverletzte, Tote und Gefahren für das eigene Leben besonders groß. Die Feuerwehrleute müssen die eigenen Leistungsgrenzen kennen und berücksichtigen; durch entsprechendes Training kann die Belastungsschwelle angehoben werden. Häufiges Üben gibt Sicherheit, wer sein Handwerk gelernt hat, geht auch die Extremsituation sicher an.

Die seelische Belastung muß aufgefangen werden durch gelebte Kameradschaft, das Gefühl eingebettet zu sein in eine Gemeinschaft, auf die Verlaß ist und die Unterstützung der Familie.

(Fortsetzung in Ausgabe 3/96)

Die Beurteilung der Ausbreitung der Gefahren gehört zu den wichtigsten Aufgaben des Einsatzleiters: bevor an die eigentliche Bekämpfung/Beseitigung der Gefahren herangegangen wird muß deren Ausbreitung beachtet und verhindert werden.

In der ersten Einsatzphase ist es – bedingt durch das Ausmaß des Schadensereignisses und unzureichende Mittel (Mannschaft, Gerät) – oft nur möglich die Ausbreitung der Gefahr und somit Schlimmeres zu verhüten.



Bild 1 Ausbreitung des Brandrauches (Brand bei Fa. Finstral 1994)

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 3 von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Ausbreitung

Definition, Begriff

Gefahren bleiben im allgemeinen nicht auf ihre Quelle beschränkt, sondern können sich in verschiedene Richtungen ausbreiten.

Unter Ausbreitung werden alle Faktoren zusammengefaßt, die zu einer räumlichen Schadensausweitung beitragen.

Beispiele sind: Brandausbreitung, Folgeunfälle im Straßenverkehr, Ausbreitung von Schadstoffen. Die meisten Brände und auch sonstige Schadensereignisse beginnen im kleinen und breiten sich dann - bei fehlenden Gegenmaßnahmen -, immer heftiger aus.

Brandausbreitung

Am einfachsten läßt sich die Ausbreitung an Hand eines Brandes erkennen: zunächst brennt z.B. nur ein Papierkorb, dann ein Stuhl, der Schreibtisch usw. bis das ganze Zimmer, im Extremfall das Stockwerk und gesamte Gebäude in Flammen steht.

Der Brandverlauf in einem Gebäude läßt sich im allgemeinen in folgende vier Phasen einteilen: (vgl. Bild 2)

- Entstehungsbrand
- Feuerübersprung (Flash-over)
- voll entwickelter Brand
- abklingender Brand

Entstehungsbrand: An die Zündung, die bei Erreichen der Zündtemperatur des brennbaren Stoffes erfolgt, schließt sich die Schwelbrandphase an. Infolge des durch den Brand hervorgerufenen Sauerstoffmangels liegt eine

unvollständige Verbrennung vor und die Temperatur steigt nicht steil an. Die vorhandenen Temperaturen sind aber ausreichend, um andere brennbare Stoffe im Raum thermisch aufzubereiten.

Feuerübersprung (flash-over): Bei plötzlicher Sauerstoffzufuhr bedingt z.B. durch Bersten einer Fensterscheibe oder Öffnen einer Tür, kommt es zum schlagartigen Durchzünden der gebildeten Schwelgase und einem steilen Temperaturanstieg. Dieser Vorgang wird als Feuerübersprung oder flash-over bezeichnet.

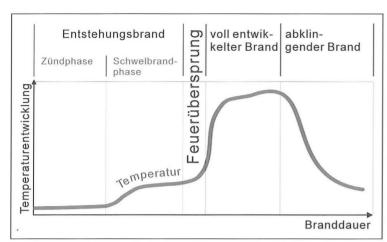


Bild 2 Brandverlauf in einem Gebäude

Voll entwickelter Brand: Nachdem nun der gesamte Raum vom Brand erfaßt ist und die Sauerstoffzufuhr sichergestellt ist, entwickelt sich in der dritten Phase ein Vollbrand.

Abklingender Brand: Nach einer gewissen Zeit - wenn die brennbaren Stoffe mehr und mehr verbrannt sind - klingt der Brand ab, die Brandtemperatur sinkt.

Ursache - Vorkommen -Erkennbarkeit

Die Brandausbreitung erfolgt durch Wärmeübertragung: gelanat von einer Brandstelle genügend Wärme zu einer anderen Stelle, so entzünden sich nach Erreichen der jeweiligen Zündtemperatur - die dort vorhandenen brennbaren Stoffe. (Bild 3)

Folgende Vorgänge können zu einer Brandausbreitung führen:

- direkte Flammeneinwirkung
- Wärmeleitung
- Wärmeströmung
- Wärmestrahlung
- Funkenflug und Flugfeuer

Wärmeleitung erfolgt immer über einen Wärmeleiter: die Wärme wird durch direkten Kontakt weitergegeben. In der Praxis kommen in erster Linie Metalle (z.B. Elektroleitungen, Heizungsrohre, Stahlbauteile) wegen ihrer großen Wärmeleitfähigkeit in Frage.

Wärmeströmung (Konvektion) erfolgt wenn erwärmte gasförmige oder flüssige Stoffe strömen bzw. fließen und aufgenommene Wärme andernorts wieder abgeben. Bei einem Brand sind es die heißen Brandgase (=Brandrauch), die einen Großteil der Wärme mitführen und zur Brandausbreitung wesentlich beitragen, wenn sie nicht ins Freie abziehen können.

Wärmestrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung, die sich nach allen Seiten (auch durch luftleeren Raum) ausbreitet. Jeder erwärmte Körper sendet Wärmestrahlung aus.

Funkenflug und Flugfeuer sind glühende Teilchen, die mit den heißen Brandgasen aufsteigen, je nach Windrichtung an anderen Stellen wieder zu Boden sinken und bei leicht entzündbaren Stoffen einen Brand auslösen können. Diese Gefahr der Brandausbreitung ist besonders bei Waldbränden zu beachten.

Ursachen der Brandausbreitung

Bauliche Mängel: dazu zählen die Verwendung ungeeigneter Baustoffe und Bausysteme, fehlende bzw. nicht sachgemäß ausgeführte Brandabschnitte (z.B. ungeschützte Leitungsdurchführungen) usw.

Betriebliche Mängel: die häufigsten »Brandschutzsünden« sind mit Keilen oder sonstwie offengehaltene und damit wirkungslose Brandschutztüren. (Bild 4) Aber auch nicht oder schlecht gewartete bzw. gar abgeschaltete Brandmeldeanlagen, Löschanlagen, unvorschriftsmäßige Lagerung von brennbaren Stoffen gehören dazu.

Taktische Fehler der Feuerwehr: auch die Feuerwehr selbst kann durch taktische Fehler die Brandausbreitung begünstigen etwa durch Einsatz eines falschen Löschmittels (z.B. Wasser bei brennbaren Flüssigkeiten) oder durch falsche Anwendung des Löschmittels (z.B. Vollstrahl bei brennbaren Stäuben.) Denkbar ist auch eine falsche Beurteilung der Lage (Unterschätzen des Ereignisses und verspätete Nachalarmierung).

Bemerkung: Die Wetterlage (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) beeinflußt entscheidend die Brandausbreitung bei Waldbränden und allen anderen Bränden im »Freien«.

Die mögliche Brandausbreitung muß an der Einsatzstelle erkannt werden. Ausgehend von den beschriebenen Vorgängen die zu einer Brandausbreitung führen kön-

nen (= physikalische Gesetzmäßigkeiten) und den an der Brandstelle vorgefundenen Gegebenheiten gilt es die Ausbreitungsgefahr festzustellen.

Zur den örtlichen Gegebenheiten zählt neben Art, Menge und Zustand (=Verteilung, Lagerart) der vorhandenen brennbaren Stoffe vor allem die »Bauliche Beschaffenheit« des Gebäudes: Das Brandverhalten eines Gebäudes bzw. von Gebäudeteilen wird von den verwendeten Baustoffen und Bauteilen, sowie der Unterteilung in Brandabschnitte bestimmt.

Gebäudekenntnisse sind daher für die Beurteilung der Brandausbreitung notwendig.

Auf mögliche Schwachstellen wie Rauch- und Abgasrohre, Lüftungskanäle, Leitungsdurchführungen durch Brandwände, Zwischendecken usw. ist besonders zu ach-

Wirkungen - Gefahren

Die Brandausbreitung bringt Gefahren für Menschen und Tiere mit sich und führt zu einer Verarößerung des Sachschadens.

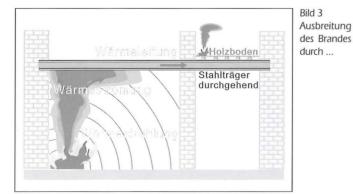
Gefahren für Menschen und Tiere gehen dabei in erster Linie vom Brandrauch aus, der giftig bzw. erstickend wirkt, die Angst fördert, die Sicht nimmt und eine Flucht oft unmöglich macht.

Für Einsatzkräfte sind infolge der Brandausbreitung die Gefahren durch Abschneiden des Rückzugweges und durch schlagartiges Durchzünden von Schwelgasen verbunden mit einer Druckwelle und Stichflammen (= flash over) bei plötzlichen Sauerstoffzutritt in den Brandraum besonders zu beachten

Schutz - Gefahrenabwehr

Vorbeugende Maßnahmen

Bereits bei der Planung und Errichtung eines Gebäudes und auch



Erkennbarkeit

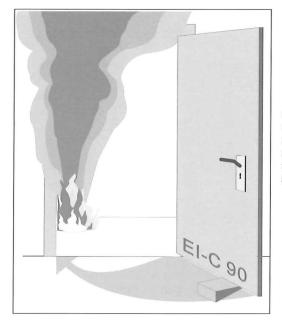


Bild 4 Betriebliche Mängel: offene Brandschutztüren sind wirkungslos

während seiner Nutzung muß an den Brandschutz gedacht werden.

Der »Vorbeugende Brandschutz« umfaßt Maßnahmen zur Verhütung von Bränden, Verhinderung der Brandausbreitung, Ermöglichung der Rettung von Menschen und Tiere und Sicherstellung der Brandbekämpfung.

Hauptelemente des Vorbeugenden Brandschutzes sind:

- bauliche Brandschutzmaßnahmen (geeignete Baustoffe und Bauteile, Fluchtwege, Brandabschnittsbildung, ...)
- anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen (Notbeleuchtung, Löschgeräte und Löschanlagen, Brandmeldeanlagen, ...)
- organisatorische Brandschutzmaßnahmen (Brandschutzaufklärung und -ausbildung, Eigenkontrolle, ...)

Die Bedeutung der organisatorischen Brandschutzmaßnahmen (= Aufklärung und Ausbildung der Mitarbeiter in Betrieben bzw. der gesamten Bevölkerung) wird klar, wenn man sich die Brandursachen ansieht: Der Mensch ist der Hauptverursacher von Bränden d.h. die meisten Brände könnten durch richtiges Verhalten verhindert werden.

Durch richtiges Verhalten im Brandfall können Menschen sich in Sicherheit bringen und dazu beitragen den Sachschaden gering zu halten.

Dazu einige Hinweise:

- In der Entstehungsphase kann ein Brand mit einfachen Mitteln (Löschdecke, Handfeuerlöscher) - vorausgesetzt man kann damit umgehen - gelöscht werden.
- Das Schließen der Türen beim Verlassen eines in Brand geratenen Gebäudes behindert wesentlich die Brandausbreitung.

Maßnahmen der Feuerwehr

Grundvoraussetzung für die Verhinderung der Ausbreitung und den Einsatzerfolg ist schnelles und wirkungsvolles Eingreifen, denn mit fortschreitender Branddauer und Temperatur erhöht sich die Verbrennungs- und Ausbreitungsgeschwindigkeit. (Bild 5)

(Nach der Van't Hoffschen Regel erhöht sich die Verbrennungsgeschwindigkeit für 10°C Temperaturanstieg auf das Doppelte bis

Bild 5a Bei Entstehung eines Zimmerbrandes genügt im ersten Moment ein Glas Wasser zum Löschen.



Dreifache. 100 °C Temperaturanstieg beschleunigen die Verbrennungsreaktion etwa um das Tausendfache.)

Ein flächendeckender Feuerwehrdienst -wie er in Südtirol durch 305 Freiwillige Feuerwehren und die Berufsfeuerwehr Bozen besteht- gewährleistet, daß eine Feuerwehr in höchstens fünf bis zehn Minuten nach Alarm an der Einsatzstelle ist und so das Ereignis meist noch in der Entstehungsphase bekämpfen kann.

Für die rasche und sichere Beurteilung der Lage und insbesondere auch der Ausbreitungsgefahren sind Orts- und Gebäudekenntnisse unumgänglich. Die Feuerwehren eignen sich diese Kenntnisse durch Begehungen und Übungen bei den besonderen Betrieben und Gebäuden im eigenen Pflichtbereich an. Für Objekte mit besonderen Gefahren haben sich auch vorbereitete Unterlagen wie z.B. Feuerwehrpläne bewährt.

Beim Brandeinsatz ist folgendes zu beachten:

- vor der eigentlichen Brandbekämpfung ist auf die Gefahr der Brandausbreitung zu achten: gefährdete Bereiche sind zu schützen z.B. durch Besprühen mit Wasser (Bild 6)
- Entstehungsbrände (etwa durch Flugfeuer bei Waldbränden) müssen sofort gelöscht werden.

Beim Innenangriff:

nur mit Wasser am Strahlrohr vorgehen

Bild 5b Nach einer Minute Brandzeit braucht man zum Löschen einen Eimer voll Wasser.



- immer an den Rückzugsweg denken (öfter kontrollieren)
- gebückt oder kriechend vorgehen (bessere Sicht, geringere Wärmebelastung)
- Rauchabzugsöffnungen öffnen, eventuell Hochleistungslüfter einsetzen
- Türen nur in der Hocke oder liegend öffnen und dabei
 Deckung seitlich neben der Tür suchen (flash over Gefahr!)

Schadstoffausbreitung

Begriff, Definition

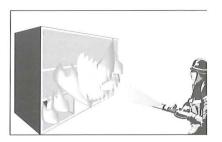
Wird ein gefährlicher Stoff in entsprechenden Mengen freigesetzt, so wird er zum Schadstoff der Lebewesen oder die Umwelt schädigt. Für die Einsatzkräfte ist es entscheidend die vorliegenden Gefahren, den unmittelbaren Gefahrenbereich und das Ausbreitungsverhalten abzuschätzen.

Vorkommen, Gefahren, Erkennen der gefährlichen Stoffe sowie Schutz und Einsatzmaßnahmen werden bei der Gefahrengruppe Chemische Stoffe ausführlich behandelt. In der Folge wird nur das Ausbreitungsverhalten der Stoffe näher beleuchtet.

Ausbreitungsverhalten

Das Ausbreitungsverhalten hängt sehr stark vom Aggregatzustand

Bild 5c Wenige Minuten später kann nur noch die Feuerwehr helfen.



(Zustandsform) des Schadstoffes ab. (Bild 7)

- Feststoffe besitzen eine feste Form und ein festes Volumen. Sie sind in der Regel wenig ausbreitungsfähig bzw. lassen sich in ihrem Ausbreitungsverhalten, wenn es sich z.B. um Pulver handelt, verhältnismäßig leicht kontrollieren.
- Flüssigkeiten besitzen keine feste Form, jedoch ein festes Volumen. Da sie nicht formstabil sind passen sie sich in ihrer Form von außen wirkenden Kräften bzw. dem Behälter an. Da sie sich immer zweidimensional auf Oberflächen ausbreiten ist ihr Ausbreitungsverhalten leicht zu beurteilen, zu kontrollieren bzw. zu unterbinden.

Gelangen Flüssigkeiten in Gewässer ist die entscheidende Frage: »Schwimmt die Flüssigkeit oder geht sie unter?« Aus diesem Grund ist es wichtig die spezifische Dichte von Flüssigkeiten im Verhältnis zu Wasser zu kennen.



Bild 6 Ausbreitungsgefahr – Schutz des Nachbargebäudes (Foto FF Wengen)

• Gase und Dämpfe haben weder eine feste Form noch ein festes Volumen. Sie breiten sich dreidimensional über die Atmosphäre aus und sind in ihrem Ausbreitungsverhalten nur sehr schwer zu kontrollieren.

Das Ausbreitungsverhalten hängt grundsätzlich davon ab, ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist. Das sogenannte Dampfdichteverhältnis gibt an, wievielmal schwerer oder leichter ein Dampf oder Gas im Vergleich zu Luft ist. Werte über 1 bedeuten, daß der Dampf oder das Gas schwerer als Luft ist, Werte unter 1 bedeuten, daß der Dampf oder das Gas leichter als Luft ist.

die notwendigen Eingabedaten (freigesetzte Menge, Windverhältnisse, Geländeprofile usw.) fehlen aber zumeist oder sind unzureichend. Für die Praxis werden deshalb einfache Schablonen bzw. Berechnungsverfahren mit wengen Eingabeparametern gebraucht.

Dampfdichteverhältnis

Dampfdichteverhältnis kleiner 1 leichter als Luft

Dampfdichteverhältnis größer 1 schwerer als Luft

Beispiele

Methan (Erdgas), Ammoniak, Acetylen Chlor, Benzindämpfe, Propan, Butan (Flüssiggas)



Ausbreitungsverhalten

sammeln sich am Boden und insbesondere in Vertiefungen, wie Kellern, Kanälen, Senken usw. Ausbreitung ähnlich wie Flüssigkeiten



Gefahrenbereich

im Freien vorwiegend am Entstehungsort gefährlich; steigen schnell auf und werden durch Vermischung mit der Luft verdünnt. In geschlossenen Räumen besonders gefährlich in Räumen und im Freien gefährlich; geringe Verflüchtigung daher lange gefährlich

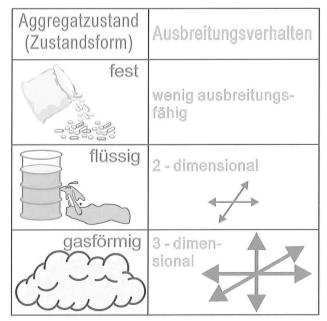


Bild 7 Zusammenhang Aggregatzustand - Ausbreitungsverhalten

Tabelle 1: Dampfdichteverhältnis

Das Dampfdichteverhältnis gibt Hinweise auf Aufenthalt und Ausbreitung der Gase.

Die Tabellle 1 zeigt die Zusammenhänge zwischen Dampfdichteverhältnis, Ausbreitungsverhalten und Gefahrenbereich.

Für die genauere Ermittlung der Ausbreitung von Schadstoffwolken z.B. nach Störfällen in Chemiebetrieben oder Bränden von Kunststofflagern wurden eine Reihe von Ausbreitungsmodellen und Berechnungsverfahren entwickelt. Dabei besteht folgende Problematik: berechnen läßt sich zwar vieles,

Schutz - Gefahrenabwehr

Nicht nur die Art sondern auch die Menge des freiwerdenden gefährlichen Stoffes ist für die Größe der Gefahr ausschlaggebend.

Die Feuerwehr muß somit versuchen die Freisetzung des Stoffes zu unterbinden und seine Ausbreitung verhindern.

Gefal und

Unter Beachtung der eigenen Sicherheit gilt es also je nach Schadensfall und Lage folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Abdichten von Leckagen mit Pfropfen, Keilen, Leck-Dichtkissen u.ä. (Bild 8)
- Auffangen von austretenden flüssigen Schadstoffen in Auffangbehältern
- Abdichten von Kanaleinläufen um Eindringen von Schadstoffen in die Kanalisierung zu verhindern
- Errichten von Ölsperren an geeigneten Stellen, wenn Mineralölprodukte in Gewässer gelangt sind

Bemerkung: Alle Personen sind grundsätzlich aus den Gefahrenbereich zu evakuieren.

Bei Gasausbreitung im Freien entscheidet der Einsatzleiter je nach Gefahrenlage, Personen unter gewissen Schutzvorkehrungen im Gefahrenbereich zu lassen oder zu evakuieren, z.B.

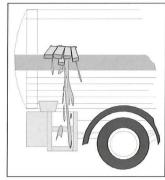


Bild 8 Abdichten durch Pfropfen, Keile

Sonstige Gefahrenausbreitung

Auch an anderen Schadensstellen muß mit einer räumlichen Ausweitung oder einer Vergrößerung der Gefahr gerechnet werden.

So kann es z.B. nach Verkehrsunfällen zu Folgeunfällen kommen. Eine entsprechende Verkehrssicherung durch Feuerwehr und Polizei ist deshalb wichtig. Neugier und Schaulust der Verkehrsteilnehmer müssen unterbleiben, sie haben schon oft zu schweren weiteren Unfällen geführt.

(Fortsetzung in Ausgabe 4/96)

Atomare Strahlung

Einleitung

Über atomare Strahlung wird spätestens seit dem Reaktorunfall in Tschernobyl 1986 immer wieder diskutiert. Die Tatsache, daß Radioaktivität an sich schwer vorstellbar, mit den menschlichen Sinnesorganen nicht erfaßbar ist und weitreichende Folgen haben kann, hat zu einer gewissen Unsicherheit geführt.

Südtirol liegt nicht im unmittelbaren Gefahrenbereich eines Atomkraftwerkes. Radioaktive Stoffe werden aber in Industrie und Medizin verwendet. Die Feuerwehren können folglich bei Einsätzen in bestimmten Gebäuden auf Radioaktivität stoßen. Im folgenden Artikel wird versucht die Gefahren und möglichen Schutzmaßnahmen bei Radioaktivität für alle Feuerwehrleute verständlich darzustellen. Für Gefahrgutwehren und Strahlenschutzeinheiten ist selbstverständlich eine viel umfassendere Ausbildung notwendig.

Definition, Begriff

Atomare Strahlung umfaßt alle schädigenden Wirkungen, die von radioaktiven Stoffen oder von Röntgenstrahlen ausgehen.

Gleichbedeutende Begriffe für atomare Strahlung sind radioaktive Strahlung oder Radioaktivität.

Ursache, Vorkommen, Erkennbarkeit

Ursache

Bestimmte natürliche oder künstliche Stoffe senden radioaktive Strahlen aus. Die Radioaktivität hat ihren Ursprung in den Atomen, das sind kleinste Teilchen aus denen die einzelnen Stoffe aufgebaut sind. Die Atomkerne radioaktiver Stoffe sind nicht stabil; durch

Aussenden von radioaktiver Strahlung, was physikalisch betrachtet eine Art von Energieabgabe ist, versuchen diese Atome in einen stabilen Zustand zu gelangen. So zerfällt ein radioaktiver Stoff nach und nach in einen anderen, der seinerseits wiederum radioaktiv oder stabil sein kann und so weiter

Radioaktive Stoffe kommen in allen drei Aggregatzuständen (fest, flüssig oder gasförmig) vor.

Man unterscheidet folgende wesentliche Strahlungsarten (Bild 1):

- α. (»Alpha«) Strahlung
- β (»Beta«) Strahlung
- " γ (»Gamma«) Strahlung

Für die Feuerwehr ist es vor allem wichtig zu wissen, wie sich diese Strahlenarten in Reichweite und Durchdringungsvermögen unterscheiden, da sich daraus Gefahrenbereich, Einwirkungsart und mögliche Schutzmaßnahmen ableiten lassen.

α (Alpha) - Strahlung

Hierbei handelt es sich um eine Teilchenstrahlung, d.h. aus dem Atomkern wird Masse ausgeworfen. Von allen drei Strahlungsarten hat die α-Strahlung die größte Masse. Die Reichweite der Strahlung ist nur gering: in Luft beträgt sie nur wenige cm, im menschlichen Körper liegt die Reichweite nur im Millimeterbereich. Das Durchdringungsvermögen α-Strahlung ist ebenfalls gering: als Abschirmung reicht bereits ein Blatt Papier aus. Jedoch wirken α-Strahlen, wenn sie in den Körper gelangen, stark schädigend.

β (Beta) - Strahlung

Auch bei der β -Strahlung handelt es sich um eine Teilchenstrahlung jedoch mit weit geringerer Masse als bei der α -Strahlung. Folglich sind auch die Reichweite und das



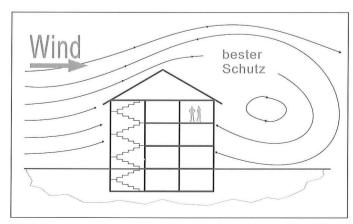


Bild 9 Schutz vor Schadstoffwolken durch Aufenthalt im Gebäude bei geschlossenen Fenstern und Türen

en der Einsatzstelle iefahrenabwehr Teil 4

n Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Durchdringungsvermögen größer. Die Reichweite beträgt in Luft einige Meter, im menschlichen Körper bis zu einem Zentimeter.

Das Durchdringungsvermögen liegt bei Materie um 1 cm. Als Abschirmung reicht ein ca. 2-5 cm dickes Buch oder auch dünnes, dichtes Material (z.B. Aluplatte).

γ (Gamma) - Strahlung

Im Gegensatz zu den beiden ersten Strahlungsarten handelt es sich bei der γ-Strahlung um eine elektromagnetische Wellenstrahlung. Die Gammastrahlung ist mit der Röntgenstrahlung, die auch zur ionisierenden Strahlung zählt, vergleichbar, nur meistens energiereicher. Die Reichweite ist sehr groß: je nach Energie können in der Luft Reichweiten von einigen 100 Metern bis mehreren Kilometern erreicht werden.

Eine Abschirmung vor γ -Strahlen läßt sich nur durch dichtes, dickes Material wie Blei oder Beton mit Dicken von mehreren Zentimetern bis einigen Metern erreichen.

Aus diesem großen Durchdringungsvermögen folgt, daß es keinen »Strahlenschutz-Anzug« geben kann.

In der Praxis muß die Feuerwehr mit allen drei Strahlenarten rechnen. Die meisten radioaktiven Stoffe senden neben einer α - oder β -Strahlung gleichzeitig auch γ -Strahlen aus.

Vorkommen

Radioaktivität kommt auch in der natürlichen Umwelt vor: neben der ständigen Bestrahlung aus dem Weltall, der sogenannten Höhenstrahlung oder kosmischen Strahlung ist der Mensch auch der Strahlung verschiedener natürlicher radioaktiver Stoffe des Bodens und seiner Umgebung ausgesetzt (=terrestrische Strahlung). Auch durch Luft, Nahrung und Wasser nehmen wir natürliche radioaktive Stoffe in unseren Körper auf.

Die Besonderheit und Gefährlichkeit von künstlichen radioaktiven Strahlenquellen liegt in dem konzentrierten Vorkommen von Radioaktivität, was Voraussetzung für eine Nutzung ist.

Radioaktive Stoffe und Strahlung werden z.B. in folgenden Bereichen verwendet:

- in der Industrie und Forschung (zur Materialprüfung, Füllstandsanzeigen usw.)
- in der Medizin (Röntgenuntersuchung, Tiefenbestrahlung usw.)

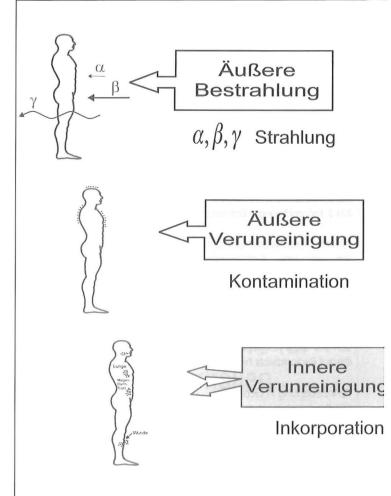


Bild 2: Gefährdung durch Atomare Strahlung.

Art	Strahlung	Reic Luft	hweite Körper	Abschirmung		
O	Teilchen- strahlung	cm	mm	$\alpha \rightarrow$	Abschirmung durch ein Blatt Papier (elwa 0,1 mm dick)	
β	Teilchen- strahlung	m	cm	β	Abschirmung durch ein Buch (etwa 5 cm dick)	
γ	Wellen- strahlung	km	durchdringt Körper ohne Abschwächung	y	Belon- oder Aluminiumwand etwa 1 m dick, entspricht Blei etwa 20 cm dick	

Bild 1: Strahlenarten, Reichweite und Abschirmung

- in kerntechnischen Anlagen und beim Militär (Atomkraftwerke, Atomwaffen)
- auf den Transportwegen (Straße, Schiene usw.)

Erkennbarkeit

Atomare Strahlung kann mit den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden. Ein unmittelbares Feststellen von

Ein unmittelbares Feststellen von Radioaktivität ist nur mit geeigneten Meßgeräten (Personendosimeter, Dosisleistungsmeßgeräte,...) möglich.

Bei Verwendung und Transport von radioaktiven Stoffen, die be-





Bild 3: Kennzeichnung in Gebäuden und beim Transport

stimmte Grenzwerte überschreiten, ist eine Kennzeichnung Pflicht.

Behälter, Geräte, Räume usw. müssen mit dem Strahlenwarnzeichen gekennzeichnet sein (Bild 3). Dieses Strahlenwarnzeichen findet sich auf allen Kennzeichnungen. die auf Radioaktivität hinweisen.

Kennzeichnung in Gebäuden: Die Kennzeichnung erfolgt durch dreieckige Warntafeln, die das Strahlenwarnzeichen enthalten (vgl. Bild 3).

Transportkennzeichnung: Der Transport radioaktiver Stoffe ist grundsätzlich genehmigungs-

und kennzeichnungspflichtig.

Versandstücke werden je nach Strahlenleistung (Aktivität) in drei Kategorien eingeteilt, wobei mit wachsender Ziffer die Gefahr zu-Die entsprechenden nimmt. Warnzettel sind im Bild 3 zu se-

Fahrzeuge, die radioaktive Stoffe befördern, müssen ebenfalls gekennzeichnet werden und zwar mit entsprechenden orangen Warntafeln und Gefahrzetteln.

Wirkungen-Gefahren

Radioaktive Strahlen bewirken beim Menschen bei Überschreitung einer gewissen Strahlenmenge (Dosis) Strahlenschäden. Strahlenschäden werden unterteilt in:

- Schäden an den Körperzellen (= somatische Schäden): in leichten Fällen kommt es dabei zu einer Rötung der Haut, bei größeren Strahlenmengen entstehen kaum mehr heilbare Wunden, Spätschäden wie Leukämie (Krebs) bzw. es kann der Strahlentod eintreten.
- Schäden an den Fortpflanzungszellen (= genetische Schäden): es kommt zu Veränderungen der Erbanlagen, die sich erst in späteren Generationen als Mißbildungen (Mutationen) bemerkbar machen.

Einwirkungsarten

Die Strahlung kann auf eine der folgenden Weisen auf den Menschen einwirken (Bild 2)

- außere Bestrahlung: diese Bestrahlung ist insbesondere bei Gammastrahlen wegen ihrer großen Reichweite zu erwarten.
- Kontamination= äußerliche Verunreinigung (z.B. der Haut oder der Kleidung) mit radioaktiven Stoffen, die dort weiterstrahlen.
- Inkorporation = innere Verunreinigung; darunter versteht man die Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper über die Atemwe-

ge, durch Verschlucken oder über Wunden. Die radioaktiven Stoffe strahlen dann im Körper weiter. Im Gegensatz zu den geringen Gefahren der α- und β-Strahlen durch äußere Bestrahlung (geringe Reichweite!) sind diese bei Inkorporation besonders gefährlich.

Schutz-Gefahrenabwehr

Vorbereitende Maßnahmen

Die Feuerwehren müssen im eigenen Pflichtbereich ortskundig sein; d.h. sie müssen sich über Betriebe und Bereiche informieren, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Für diese Bereiche müssen entsprechende Alarmpläne (Namen und Erreichbarkeit fachkundiger Personen und Stellen) und sonstige Unterlagen (z.B. Feuerwehrpläne) erstellt werden. In Südtirol ist die Berufsfeuerwehr Bozen mit Strahlenmeßgeräten ausgerüstet; fachkundige Stellen sind das Landeslabor für physikalische Chemie und die entsprechenden Abteilungen der Sanitätseinheit Mitte Süd. (Erreichbarkeit vgl. Tabelle)

Einsatzmaßnahmen

Der Strahleneinsatz gehört zu den Gefahrguteinsätzen. Folglich gilt die bekannte »GAMS« Regel für die Erstmaßnahmen.

Gefahr erkennen:

Ortskenntnis, vorbereitete Unterlagen, Kennzeichnung, Messen,...

Absperren:

als Absperrgrenze sind bei radioaktiven Stoffen 25 m einzuhalten

Menschenrettung:

unter Beachtung der eigenen Sicherheit ist die Menschenrettung durchzuführen

Spezialkräfte alarmieren:

die ieweilige Gefahrgutwehr und die Berufsfeuerwehr Bozen sind sofort zu alarmieren

Die Strahlenbelastung muß durch folgende Schutzmaßnahmen so niedrig wie möglich gehalten werden: (Bild 4)

- Vermeidung von Kontamination
- Vermeidung von Inkorporation
- großer Abstand

Kontamination und Inkorporation ausschließen durch

Atemschutz



Schutzkleidung



Alarmplan bei Gefahren durch Radioaktivität Feuerwehr/fachkundige Stelle Erreichbarkeit Gefahrgutfeuerwehr über Bezirksalarmzentralen (BAZ) Berufsfeuerwehr Bozen ☎ 0471/202222 Verantwortliche und Fachleute des Betriebes (von Ortsfeuerwehr zu erfassen) Fachkundige Stellen Inur während der Amtszeit zu erreichen): - Labor für physikalische **T** 0471/991583 Chemie (Dr. Luigi Minach) Krankenhausbereich: Sanitätseinheit Mitte Süd - Dienst für medizinische Strahlenphysik (Dr. Ehrenfried Moroder) **T** 0471/908298 Sanitätseinheit Mitte Süd -Nuklearmedizin - medizinischer Strahlenschutz (Dr. Luzian Osele) **T** 0471/908313

Tabelle Alarmplan

- geringe Aufenthaltsdauer
- Abschirmung

Vermeidung von Kontamination und Inkorporation: durch Tragen von Schutzkleidung (Kontaminationsschutzanzug, Chemikalienvollschutzanzug) und Atemschutz wird die Verunreiniauna der Körperoberfläche und ein Verschlucken radioaktiver Stoffe ausgeschlossen.

Abstand

Mit zunehmendem Abstand von der Strahlenguelle nimmt die Intensität der Strahlung erheblich ab. Es gilt das quadratische Abstandsgesetz (vgl. Bild 4).

Abschirmung

Um nicht der vollen Strahlenintensität ausgesetzt zu sein, ist von den Einsatzkräften jede vorhandene Deckung (z.B. Mauern, Erdwälle, Fahrzeuge) auszunutzen, oder eine behelfsmäßige Abschirmung (z.B. Bleiziegel, Mauerziegel) herzustellen.

Aufenthaltsdauer (Zeit)

Der Aufenthalt im Nahbereich des Strahlers ist so kurz wie möglich zu

halten. Gefährdete Personen schnellstens aus dem Gefahrenbereich bringen. Auf rechtzeitige Ablösung ist zu achten!

Grundsätzlich ailt: falls keine Gefahren für Menschen bestehen, auf Gefahrgutfeuerwehr und Strahlenschutzeinheit der Berufsfeuerwehr Bozen war-





Je kürzer die Bestrahlungsdauer, desto geringer die Gefahr.

Abschirmung

Je dicker und dichter die Abschirmung, desto geringer die Gefahr.

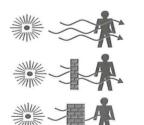


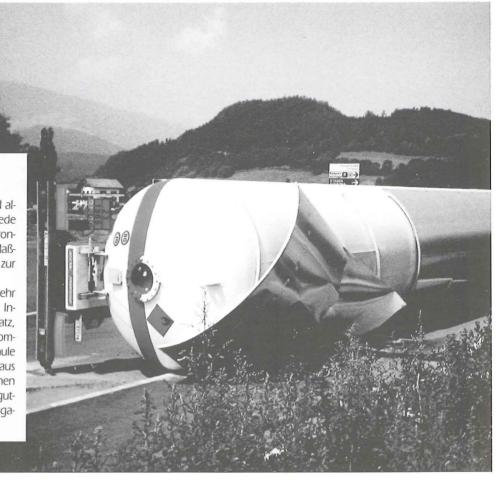
Bild 4: Grundlagen des Strahlenschutzes

Einleitung

Mit der Gefahrengruppe "Chemische Stoffe" sind alle sogenannten gefährlichen Stoffe gemeint. Jede Feuerwehr kann mit gefährlichen Stoffen konfrontiert werden und muß in der Lage sein, erste Maßnahmen zur Rettung gefährdeter Personen und zur Sicherung der Gefahrenstelle einzuleiten.

Im folgenden Artikel wird das für jede Feuerwehr notwendige Grundwissen dargelegt, das auch Inhalt der Lehrgänge Grundlehrgang Brandeinsatz, Gruppenkommandantenlehrgang und Zugskommandantenlehrgang an der Landesfeuerwehrschule ist. Für die Gefahrgutwehren ist darüber hinaus natürlich eine umfassendere Ausbildung vorgesehen (vgl. dazu Artikel "Gefahrgutkonzept und Gefahrgutausbildung der Freiwilligen Feuerwehren" in Ausgabe 3/1995 unserer Feuerwehrzeitung).

Bild 1: Verunfallter Flüssiggastankwagen in Bruneck



Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 5 - Chemische Stoffe

von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Chemische Stoffe

Definition, Begriff

In Zusammenhang mit gefährlichen Stoffen werden auch die Begriffe Schadstoffe und gefährliche Güter verwendet.

Die Begriffe werden wie folgt festgelegt:

- Gefährliche Stoffe: Gefährliche Stoffe sind Stoffe/Substanzen die bei Freiwerden in bestimmten Konzentrationen (Mengen), Menschen, Tiere, Umwelt und Sachwerte gefährden.
- Schadstoffe: Wird ein gefährlicher Stoff in entsprechenden Mengen frei, so wird es zum Schadstoff der Lebewesen oder die Umwelt schädigt.
- Gefährliche Güter: Gefährliche Güter sind gefährliche Stoffe in

geeigneter Verpackung. (Vgl. Bild 2)

Einteilung und Eigenschaften

Es gibt ca. 6 Millionen unterschiedlicher Stoffe; ca. 50.000 bis 70.000 davon werden in größeren Mengen erzeugt, gehandelt und transportiert. Gemäß den internationalen Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter werden die Stoffe in neun Gruppen (Klassen) mit ähnlichen gefährlichen Eigenschaften eingeteilt (siehe Tabelle 1).

Für die einzelnen Gruppen können gemeinsame Sicherheitsre-

geln und Ersteinsatzmaßnahmen erstellt werden.

Aggregatzustand (Zustandsform)

Gefährliche Stoffe kommen in allen Aggregatzuständen (Zustandsformen) vor, können also als Feststoffe, Flüssigkeiten oder als Gase beziehungsweise Dämpfe vorliegen. Da das Ausbreitungsverhalten der Stoffe sehr stark vom jeweiligen Aggregatzustand abhängt, ist dieser für die Einsatzmaßnahmen von großer Bedeutung. (vgl. Bild 3)

Feststoffe besitzen eine feste Form und ein festes Volumen. Sie sind in der Regel wenig ausbreitungsfähig bzw. lassen sich in ihrem Ausbreitungsverhalten, wenn es sich zum Beispiel um Pul-

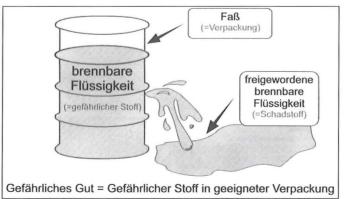


Bild 2: Begriffsbestimmungen

Klasse	Gefährliche Stoffe	Beispiele
1	Explosive Stoffe und Gegen- stände mit Explosivstoff	Nitrocellulose, Trinitrotoluol(TNT), Handgranaten, Patronen,
2	Verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase	Stickstoff, Propan, Methan, Acetylen,
3	Entzündbare flüssige Stoffe	Benzin, Diesel, Benzol, Ethanol,
4.1	Entzündbare feste Stoffe	Gummi, Kohle, Schwefel,
4.2	Selbstendzündliche Stoffe	gelber Phosphor, Kohle (pulverförmig), Titanpulver,
4.3	Stoffe, die in Berührung mit Wasser endzündliche Gase entwickeln	Calciumcarbid, Natrium, Kalium,
5.1	Entzündend (oxydierend) wirkende Stoffe	Kaliumchlorat, Natriumnitrat,
5.2	Organische Peroxide	Dibenzoylperoxid, Peroxyessigsäure,
6.1	Giftige Stoffe	Arsen, Cyankali, Schädlingsbekämpfungsmittel,
6.2	Ekelerregende oder an- steckungsgefährliche Stoffe	Tierkadaver, Harn, Viren, Bakterien, Pilze,
7	Radioaktive Stoffe	Strontium-90, Kobalt-60,
8	Ätzende Stoffe	Salpetersäure, Kalilauge,
9	Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände	Asbest, polychlorierte Biphenyle (PCB)

Tabelle 1: Einteilung der gefährlichen Stoffe in Gefahrklassen

ver handelt, verhältnismäßig leicht kontrollieren.

Flüssigkeiten besitzen keine feste Form, jedoch ein festes Volumen. Da sie nicht formstabil sind passen sie sich in ihrer Form von außen wirkenden Kräften bzw. dem Behälter an.

Da sie sich immer zweidimensional auf Oberflächen ausbreiten, ist ihr Ausbreitungsverhalten leicht zu beurteilen, zu kontrollieren bzw. zu unterbinden. Gase und Dämpfe haben weder eine feste Form noch ein festes Volumen. Sie breiten sich dreidimensional über die Atmosphäre aus und sind in ihrem Ausbreitungsverhalten nur sehr schwer zu kontrollieren.

Zu beachten ist, daß Flüssigkeiten und auch Feststoffe in Abhängigkeit der äußeren Bedingungen (Temperatur, Druck) große Mengen an Dämpfen bilden können. Verflüssigte Gase (z.B. Propan, Butan) gehen bei Freiwerden schlagartig in den gasförmigen Zustand über. Sehr fein verteilte feste Stoffe (Stäube) zeigen ein ähnliches Ausbreitungsverhalten wie Gase.

Weiteres zum Thema Ausbreitungsverhalten vgl. Artikel "Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr - Teil 3 Ausbreitung" in Ausgabe 3/96 unserer Feuerwehrzeitung.

Der Aggregatzustand ergibt sich zum Teil aus der Gefahrenklasse: Klasse 2 = Gase; Klasse 3 = flüssige Stoffe, usw.

Die Art der Verpackung oder des Behältnisses ist ein Hinweis auf den Aggregatzustand. (vgl. Bild 4)

Ursache, Vorkommen, Erkennbarkeit

Vorkommen

Mit gefährlichen Stoffen muß bei vielen Einsätzen gerechnet werden.

Gefährliche Stoffe werden in vielen Gebäuden und Betrieben gelagert, hergestellt, verarbeitet oder sonstwie verwendet und auf den verschiedenen Transportwegen

Bild 3: Zusammenhang Aggregatzustand/Ausbreitungsverhalten

Aggregatzustand	Beispiele	Ausbreitungs- verhalten
fest	Phosphor, Schädlings- bekämpfungs- mittel (Pulver)	wenig ausbreitungsfähig
als Pulver, als Kompaktstoff		2 - dimensional
als Reinstoff, als Lösung	Benzin, Salzsäure	**
gasförmig als Gas, als Dampf	Methan, Kohlenmonoxid	3 - dimensional

(Straße, Schiene, Wasser, Luft) transportiert.

Gefährliche Stoffe entstehen bei Bränden als Folge der Verbrennung oder bei Unfällen als Folgeprodukt von ungewollten Reaktionen verschiedener Stoffe miteinander. (vgl. Bild 5)

Welche gefährlichen Stoffe im einzelnen vorkommen, läßt sich nicht allgemein gültig sagen.

Es gelten folgende Hinweise und Überlegungen:

Gebäude, Betriebe: in Gebäuden und Betrieben ergeben sich die Stoffe aus der Nutzung des Gebäudes, der Art des Betriebes, der Energieversorgung des Gebietes usw.

Die Stoffe liegen also fest und die Feuerwehren müssen für ihren Pflichtbereich die notwendigen Informationen erhalten bzw. einholen

Transport: im Güternahverkehr werden jene Stoffe transportiert, die im jeweiligen Gebiet verwendet werden.

Im Güterfernverkehr muß praktisch mit jedem Stoff gerechnet werden. Die Statistiken zeigen aber, daß die Klasse 3 (= brennbare flüssige Stoffe) mit mehr als 70% den größten Anteil hat, gefolgt von Klasse 2 (= verdichtete, verflüssigte oder unter Druck gelöste Gase) mit ca. 9% und Klasse 8 mit ca. 8% (vgl. Bild 6)

Ursachen

Mögliche Ursachen für das unkontrollierte Freiwerden von gefährlichen Stoffen sind:

- gefährliche chemische Reaktionen (z.B. auch Brand)
- Zerknall (Bersten) von Behältern, Leitungen etc. durch Druck, Temperatur, Korrosion, ...
- Leck an Behältern, Leitungen etc. durch Unfälle, Alterung, Korrosion, ...



Bild 4: Die Verpackungsart ist ein Hinweis auf den Aggregatzustand

Lagerung, Herstellung, Verarbeitung in Gebäuden, Betrieben



z.B.:Haushalt und Freizeitanlagen Handwerk und Industrie Handel und Speditionen Problemstoffsammelstellen und Mülldeponien Lebensmittelindustrie und Landwirtschaft

Transport



auf Straße, Schiene, Wasser, Luft

Entstehung



bei chemischen Reaktionen (z.B. Brand,)

Bild 5: Vorkommen gefährlicher Stoffe

Erkennbarkeit

Allgemein gilt: die richtige Einsatzentscheidung kann nur getroffen werden, wenn die maßgebenden Gefahren erkannt sind. Bei Einsätzen mit gefährlichen Stoffen müssen der oder die Stoffe bekannt bzw. möglichst schnell und sicher erkannt werden.

Grundsätzlich gibt es für das Erkennen folgende Möglichkeiten:



menschliche Sinnesorgane (Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen, ...)



Meßgeräte



Kennzeichnung (Gefahrzettel, Warntafeln, Farbkennzeichnung usw.)



Informationen durch Betriebsangehörige, Fahrer, Hersteller, Datenbanken, Fachleute usw.

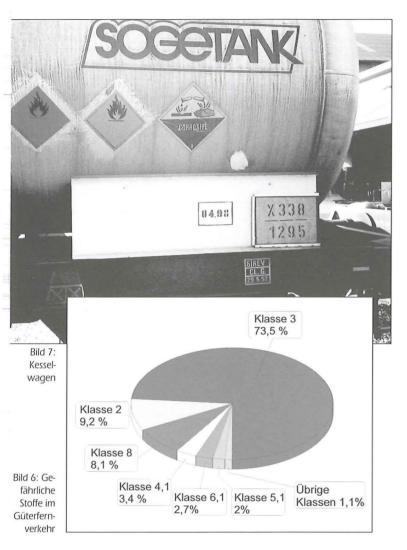


Ortskenntnis und vorbereitete Unterlagen

Zu den einzelnen Möglichkeiten ist folgendes zu sagen:

Menschliche Sinnesorgane: ein unmittelbares Feststellen der Stoffe ist erstens nur in einigen Ausnahmefällen möglich und zweitens wegen möglicher Gesundheitsgefahr nicht ratsam bzw. zulässig.

Meßgeräte: geeignete Meßgeräte wie Explosimeter, Gaswarngeräte, Dosisleistungsmeßgeräte liefern brauchbare Ergebnisse, stehen aber in der ersten Einsatzphase nicht beziehungsweise selten zur Verfügung (die Ortsfeuerwehren haben solche Geräte in der Regel nicht, sie werden bei den



Gefahrgutwehren stützpunktmäßig vorgehalten).

Kennzeichnung: bei Transport und Lagerung gefährlicher Stoffe ist nach nationalen und internationalen Vorschriften und Verordnungen eine Kennzeichnung Pflicht.

Gekennzeichnet werden:

- Behältnisse (Verpackungen)
- Fahrzeuge
- Gebäudeteile

Die Kennsysteme sind im Bild 8 dargestellt.

Bezüglich der einzelnen Vorschriften, der Bedeutung der Gefahrsymbole, der Gefahrnummern und Stoffnummern usw. wird auf die einschlägige Literatur und unsere Lehrgangsunterlagen verwiesen

Für die Feuerwehren ist es wichtig, beim Einsatz einfache Nach-

schlageunterlagen wie z.B. "Der kleine Gefahrgut Helfer" von Dr. Otto Widetschek zur Verfügung zu haben.

Informationen durch Betriebsangehörige, Fahrer, Hersteller, Nachschlagwerke und Datenbanken, Fachleute usw.: In den Betrieben, die mit gefährlichen Stoffen zu tun haben, gibt es Fachleute, die wertvolle Informationen und Hinweise geben können.

Der Fahrer eines Gefahrguttransportes kann in der Regel keine umfangreichen Informationen geben, führt aber Unfallmerkblätter mit schriftlichen Weisungen für das Verhalten bei Unfällen mit. Zu beachten und bemängeln ist, daß diese Informationen nach den Änderungen der Transportvorschriften ADR/RID ab Jänner 1997 nur

noch in einer Sprache, die der Fahrer selbst lesen und verstehen kann, verfertigt sein müssen.

Der wichtigste und zuverlässigste Informant ist immer der Hersteller. Nicht immer (Samstag, Sonntag, nach Dienstschluß) ist es aber möglich eine Verbindung aufzunehmen.

Informationen zum Gefahrstoff und Hinweise zum Verhalten können auch aus Gefahrgutnachschlagwerken und Gefahrgutdatenbanken entnommen werden.

Die Gefahrgutstützpunkte verfügen über entsprechende Nachschlagwerke.

Das Transport-Unfall-Informationsund Hilfeleistungs-System (TUIS) der deutschen chemischen Industrie bietet Fachwissen und Hilfe bei Unfällen mit chemischer Produkten rund um die Uhr. Die Telefonnummern sind in unserem Feuerwehranzeiger zu finden.

Ortskenntnis und vorbereitete Unterlagen: Im eigenen Pflichbereich muß die Feuerwehr ortskundig sein, d.h. die Betriebe und gefährlichen Stoffe die verwendet werden kennen. Für die vorhandenen gefährlichen Stoffe sind in Zusammenarbeit mit den Firmen Unterlagen zu sammeln, sowie

TRANSPORTVORSCHRIFTEN



Gefahrzettel

Versandstücke bzw. Verpackung
Fahrzeuge bzw. Container



Beförderungspapiere (Unfallmerkblatt)

LKW-Führerhaus Lokführerstand



Warntafel

LKW-Sammelladungen (ohne Nummern)

Tankfahrzeuge

Kesselwaggons mit Nummern Großcontainer





Behälter- bzw. Verpackungskennzeichnur

R- und S- Sätze

Angaben zum Risiko und Sicherheitsratschlä

REGELUNGEN IM BETRIEB



Gefahrtafeln (Unfallverhütung)

Betriebliche Kennzeichnung von Gefahrstoff- Lagerräumen



Feuerwehrpläne Sicherheitsdatenblätter

Bild 8: Warn- und Kennsysteme

Alarmpläne und Feuerwehrpläne anzufertigen.

Wirkungen – Gefahren

Aus den neun Klassen für gefährliche Stoffe ergeben sich für Lebewesen bzw. die Umwelt folgende Hauptgefahren:

- Explosionsgefahr
- Erstickungsgefahr
- Erfrierungsgefahr
- Brandgefahr
- Vergiftungsgefahr
- Verseuchungsgefahr
- Strahlengefahr
- Verätzungsgefahr
- Umweltgefahr

(vgl. dazu Bild 9)

Die Größe der Gefahr hängt nicht nur vom Stoff, sondern ganz wesentlich auch von der Menge ab. Es ist ein großer Unterschied ob ein Kanister mit 20 I Benzin verschüttet wird oder ein Straßentankwagen mit 30.000 I Benzin verunfallt. Hinsichtlich der Mengen der Stoffe lassen sich, wenn die tatsächlichen Mengen nicht aus Unterlagen ersichtlich sind, nur grobe Abschätzungen machen.

Anhaltspunkte liefern die Größe des Behälters, wie auch der Querschnitt von Leckagen und die Ausströmgeschwindigkeit. Bild 10 zeigt die Größenordnung des Fassungsvermögens der Gefahrgutbehälter.

Für die Menschenrettung und den Schutz von Menschen ist es entscheidend, die Einwirkungsmöglichkeiten der Stoffe auf den menschlichen Körper und die Entfernung aus der ein Stoff gefährlich ist, zu kennen.

Stoffe, die auf Entfernung wirken

- Munition, Sprengstoff, explosionsgefährliche Stoffe mit der dadurch entstehenden Druckwelle und herumfliegenden Teilen
- radioaktive Stoffe durch ihre Strahlung,



EXPLOSIONSGEFAHR

Auswirkungen von Raum- und Sprengexplosionen (z.B. Druckwellen und umherfliegende Teile bei Sprengstoffen und Druckgasbehältern)



ERSTICKUNGSGEFAHR

Sauerstoffmangel (Verdrängung des Sauerstoffs durch erstickend wirkende Gase)



ERFRIERUNGSGEFAHR

Kälteeinwirkung durch ausströmende Gase (tiefkalte Gase, Flüssiggase)



BRANDGEFAHR

Auswirkungen von Hitze und Flammen bei Entzündung von brennbaren Gasen, Flüssigkeiten und Stäuben (z.B. Flüssiggas, Benzin, Kohlestaub)



VERGIFTUNGSGEFAHR

Aufnahme von Giften in den Körper durch Einatmen, Verschlucken und über die Haut (z.B. Brandgase, Benzol, Pflanzenschutzmittel)



VERSEUCHUNGSGEFAHR

Aufnahme von Krankheitserregern in den Körper (z.B. Bakterien, Viren, gentechnisch veränderte Mikroorganismen)



STRAHLENGEFAHR

Einwirkung von ionisierenden Strahlen (z.B. von radioaktiven Stoffen) und nichtionisierenden Strahlen (z.B. Laser) auf den Körper



VERÄTZUNGSGEFAHR

Verletzungen der Haut und Schleimhäute bei Kontakt mit Säuren und Laugen (z.B. Schwefelsäure, Natronlauge)



UMWELTGEFAHR

Verunreinigung von Wasser, Boden und Luft (z.B. Kontamination von Erdreich durch Öle und Kraftstoffe)

Bild 9: Gefahren für Menschen und Umwelt

brennbare Stoffe in großer Menge durch ihre Wärmestrahlung.

Stoffe, die durch Kontakt mit der Haut wirken

ätzende oder reizende Flüssigkeiten, Nebel, Dämpfe oder Gase.

Stoffe, die durch die Lunge eingeatmet werden

Nebel, Dämpfe, Gase, Stäube =

»Atemgifte«

Stoffe, die über den Magen aufgenommen (verschluckt) werden

Feststoffe und Flüssigkeiten

Die Schutzmöglichkeiten lassen sich unmittelbar aus den Gefährdungsmöglichkeiten ableiten. Den Zusammenhang zeigt Tabelle 2.

Gefährdungsmöglichkeit	Schutz
Stoffe, die auf Entfernung wirken radioaktive Strahlung Warme Strahlung Druckwellen herumfliegende Teile herumfliegende Teile - radioaktive Stoffe mit der Dadurch entste- henden Druckwelle und herumfliegen- den Teilen - radioaktive Stoffe durch ihre Strahlung, - brembare Stoffe in großer Menge durch ihre Warmestrahlung.	Großer Abstand Deckung
Stoffe, die durch Kontakt mit der Haut wirken Flüssigkeiten Dämpfe Nebel Gase - ätzende oder reizende Flüssigkeiten, Nebel, Dämpfe oder Gase.	Körperschutz
Stoffe, die durch die Lunge eingeatmet werden Gase Dampfe Stäube Nebel b - Nebel, Dämpfe, Gase, Stäube - "Alemgifte"	Atemschutz
Stoffe, die über den Magen aufgenommen Flüssig- keiten Feststoffe *.*: * * * * * * * * * * * * * * * * *	Atemschutz

Tabelle 2: Gefährdungs- und Schutzmöglichkeiten

Gefahr	Volumen (Liter)					
	Dosen und Kleinstbehälter					
Ö	Flaschen und Kleinbehälter	10 ¹				
	Fässer	10 ²				
	Großpackmittel (IBC)	10 ³				
	Straßentank- wagen	10 ⁴ (10.000)				
	Eisenbahn- kesselwagen	10 ⁵				
Your all and a second	Binnenschiffe	10 ⁶ (1.000.000)				
	Tanklager	10 ⁷ (10.000.000)				

Bild 10: Größe der Gefahrgutbehälter

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 6 – Chemische Stoffe (Fortsetzung aus Ausgabe 1/97) von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Chemische Stoffe

Einleitung

Mit der Gefahrengruppe "Chemische Stoffe" sind alle sogenannten gefährlichen Stoffe gemeint. Jede Feuerwehr kann mit gefährlichen Stoffen konfrontiert werden und muß in der Lage sein erste Maßnahmen zur Rettung gefährdeter Personen und zur Sicherung der Gefahrenstelle einzuleiten.

Schutz

Schutz vor gefährlichen Stoffen ist nur durch richtiges Verhalten und geeignete persönliche Schutzausrüstung möglich.

Es gilt die sogenannte "3 A-Regel":

Abstand halten: ausreichender Abstand bietet Schutz vor allen Gefahren; bei einigen Stoffen bzw. Gefahren (z.B. Explosion) ist es aber die einzige Schutzmöglichkeit.

Abschirmung: Schutz durch Deckung bzw. Körperschutz (Atemschutz und Schutzkleidung)

Aufenthaltszeit: die Aufenthaltszeit in der Gefahrenzone ist möglichst kurz zu bemessen, die Anzahl der Einsatzkräfte ist so gering wie möglich zu halten.

Den Zusammenhang zwischen Gefährdungsmöglichkeiten und Schutzmöglichkeiten zeigt Tabelle 2 (vgl. S. 9 Ausgabe 1/97).

Gefahrenabwehr

Allgemeines

Grundsätzlich gilt: durch den Feuerwehreinsatz kann auch bei bester Ausrüstung und Ausbildung ein Unglück nicht ungeschehen gemacht werden.

Die Feuerwehr muß und kann nur versuchen, die vorgefundene Lage in den Griff zu bekommen und zumindest die Ausweitung des Schadensereignisses verhindern bzw. begrenzen.

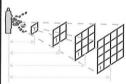
Für die Feuerwehren insgesamt gibt es Einsatzgrenzen die in der

be 3/95 unserer Feuerwehrzeitung).

Die Ortsfeuerwehr ist auch beim Gefahrguteinsatz besonders wichtig und gefordert, da sie als erste zur Stelle ist und das Ereignis in vielen Fällen noch in der Entstehungsphase bekämpfen kann: durch richtige und schnelle Maßnahmen kann meist Schlimmeres verhindert werden.

- Einholen von speziellen Informationen und Anlegen von spezifischen Unterlagen für Betriebe die gefährliche Stoffe verwenden (Ausarbeitung von Alarmplänen, Richtlinien, Feuerwehrplänen)
- Ausarbeitung und Verwirklichung eines Gefahrgutkonzeptes für den Feuerwehrdienst
- Ausbildung und Übungen: Grundausbildung für alle Feuerwehren, Sonderausbildung für die Gefahrgutwehren; laufende Übungen sind notwendig wobei auch die Zusammenarbeit zwischen den Gefahrgutwehren und den Ortsfeuerwehren geübt werden muß.

Schutzmöglichkeiten



Abstand halten:

ausreichender Abstand bietet Schutz vor allen Gefahren; bei einigen Stoffen bzw. Gefahren (z.B. Explosion) ist es aber die einzige Schutzmöglichkeit.



Abschirmung:

Schutz durch Deckung bzw. Körperschutz (Atemschutz und Schutzkleidung).



Aufenthaltszeit:

die Aufenthaltszeit in der Gefahrenzone ist möglichst kurz zu bemessen, die Anzahl der Einsatzkräfte ist so gering wie möglich zu halten.

Abb.: Schutzmöglichkeiten

Natur der Sache liegen; bei den Ortsfeuerwehren sind die Einsatzgrenzen auch bedingt durch fehlende beziehungsweise nicht ausreichende Ausrüstung für den Gefahrguteinsatz. Deshalb gibt es in jedem Bezirk eine Gefahrgutwehr mit besonderer Ausrüstung und Ausbildung (vergleiche dazu Artikel "Gefahrgutkonzept und Gefahrgutausbildung der Freiwilligen Feuerwehren" in der Ausga-

Vorbereitende Maßnahmen

Zu den vorbereitenden Maßnahmen gehören:

- Beschaffung von Nachschlagewerken und Informationsmaterial für den Bereich Gefahrqut
- Anlegen einer Liste mit Erreichbarkeit von sachkundigen Stellen (z.B. Chemiebetriebe, TUIS, Werkfeuerwehren)

Einsatzmaßnahmen

Die allgemeinen taktischen Regeln gelten auch für den Schadstoffeinsatz.

Demnach muß jeder Einsatz nach folgendem Schema (= Führungsvorgang), ablaufen und geleitet werden

Die Grundlage des Einsatzerfolges bildet die Lagefeststellung oder Erkundung (vgl. Abb. S. 23).

Für die Schadenslage sind beim Schadstoffeinsatz wesentlich:

- die Art und die Eigenschaften des Stoffes
- der Aggregatzustand
- die freigewordene Menge

Was Art und Eigenschaften des Stoffes betrifft, ist für eine schnelle Gefahrenbeurteilung und die Planung erster Maßnahmen zumindest die Kenntnis der Gefahrenklasse notwendig.

Die Möglichkeiten des Erkennens sind bereits angesprochen worden, ebenso die Bedeutung des Aggregatzustandes und der freigewordenen Menge bzw. der Menge, die im Spiel ist.

Grundsätzlich gilt, daß der Umfang der Informationen zum Gefahrstoff, zunächst gering ist und mit Dauer des Einsatzes (infolge intensiver "Erkundung") steigt.

Die Schwere des Schadens hängt auch vom betroffenen Gebiet (dicht besiedelter Ort, Straße in unbewohnten Gebiet usw.) ab!

Die möglichen Maßnahmen können eingeteilt werden in:

- allgemeine Maßnahmen
- besondere Maßnahmen
- abschließende Maßnahmen

Allgemeine Maßnahmen

Allgemeine Maßnahmen sind in der Regel bei allen Einsätzen zunächst zu treffen d.h. unabhängig vom Gefahrstoff.

Als Merkregel wurde in Österreich die sogenannte "GAMS"-Regel geschaffen. Sie steht für

Gefahr erkennen

Absperren, Absichern

Menschenrettung

Spezialkräfte alarmieren

Gefahr erkennen: vgl. dazu Lagefeststellung - Erkundung

Absperren, Absichern: die Einsatzstelle ist zunächst großflächig und kompromißlos abzusperren. Es ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 50 m einzuhalten. Windrichtung und Gefälle sind zu beachten. Besteht Explosionsoder Zerknallgefahr ist der Sicherheitsabstand erheblich zu vergrößern.

Unter Absichern ist weiters zu verstehen:

- Ausleuchten der Einsatzstelle bei schlechten Lichtverhältnissen.
- Ausbreitung verhindern bzw.

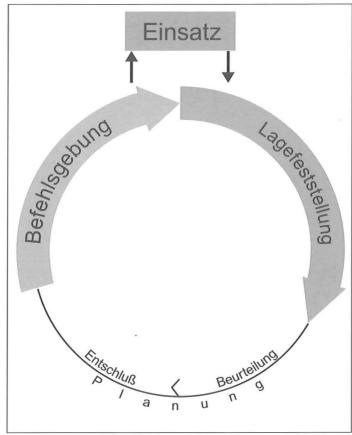


Abb.: Führungsvorgang

Begrenzen durch Abdichten von Leckagen, Auffangen in Behälter, Abdichten von Kanaleinläufen, Schächten usw.

 Brandausbruch verhindern durch Vermeiden von Zünd-Abdecken quellen,

Schaum, Einsatz des Sprühstrahles...

schutzes Schaum)

Menschenrettung: die Men-

Löschangriff vorbereiten: Aufbau des dreifachen Brand-(Wasser, Pulver,



Abb.: GAMS-Regel

schenrettung ist oberste Aufgabe im Einsatz; sie ist unter Beachtung der eigenen Sicherheit so rasch wie möglich durchzuführen. Grundsätze:

- Die Zahl der vorgehenden Trupps ist möglichst gering und die Aufenthaltsdauer im Absperrbereich möglichst kurz zu halten.
- Jeder vorgehende Trupp muß mindestens mit Atemschutzgeräten (Preßluftatmer) und Feuerwehrschutzkleidung geschützt
- Jede Berührung mit dem Gefahrstoff ist zu vermeiden.
- Freiwerdende Gaswolken sind mit Sprühstrahl (B-Rohr) vom vorgehenden Trupp abzuhalten.
- Der "herausgelöste" Trupp gilt als verschmutzt (kontaminiert).

Spezialkräfte alarmieren: die Gefahrgutwehr und sachkundige Stellen (z.B. TUIS) sind sofort zu verständigen.

Besondere Maßnahmen

Besondere Maßnahmen sind zusätzlich zu den allgemeinen Maßnahmen abhängig von der Art des gefährlichen Stoffes und der Gefahrenlage zu treffen. Auch diese Maßnahmen sind in der ersten Einsatzphase unmittelbar in Anschluß an die allgemeinen Maßnahmen soweit möglich von der Ortsfeuerwehr durchzuführen bzw. vorzubereiten.

Diese Maßnahmen führen in der Regel noch nicht zur vollständigen Beseitigung der Gefahren; es ist eine 3. Phase notwendig mit speziellen, stoffbezogenen Maßnahmen. Diese Maßnahmen sind von der Gefahrgutwehr durchzuführen.

Die besonderen Maßnahmen richten sich nach den Gefahrenklassen. Die folgende Aufstellung wurde mit Genehmigung des Hessischen Ministeriums des Inneren der Feuerwehrdienstvorschrift

FwDV 14 "Gefährliche Stoffe und Güter" entnommen (vgl. Tabellen auf Seite 24 bis 26).

Abschließende Maßnahmen

Es sind dies Maßnahmen, die vor allem auch den Eigenschutz der Einsatzkräfte dienen:

- Aufräumungs- und Reinigungsarbeiten im Rahmen der Sofortmaßnahmen
- Übergabe der Einsatzstelle/Information an die zuständigen Stellen
- Behandlung kontaminierter Ausrüstung
- Ablegen der Schutzausrüstung

Die Gefahr der Kontaminationsverschleppung ist zu beachten!

Gefährliche Stoffe - Unfall

Allgemeine Maßnahmen

Besondere Maßnahmen

Abschließende Maßnahmen

Einsatzende

Schluß

Es ist nicht möglich, im Rahmen dieses Artikels umfassend und erschöpfend das Gebiet "Gefährliche Stoffe" zu behandeln. Deshalb

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Explosivstoffe	1.1 bis 1.3 1.4	1.4		-Bei Brandgefahr evakuieren. -Aus Deckung heraus arbeiten (z.B. Wasserwerfer) Zahl der Gefahrklasse druck der Buchstaben der V	Besondere militärische Kennzeich- nungen beachten.

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Gasförmige Stoffe	2	Gefahrenzettel nach zusätzlichem Gefährlichkeits- merkmal, z.B. Erstickend Entzündbar Oxidierend Giftig Ätzend	200	- Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen Gaswolke mit Sprühstrahl nie- derschlagen Im Brandfall Be- hälter u. Umge- bung aus Deckung kühlen Brennendes Gas nicht löschen, Gas- zufuhr absperren Leckstelle ab- dichten Kanalisation, Schächte, Keller und Gewässer sichern Meßgeräte ein- setzen.	1. Explosionsgeschützte Geräte verwenden (z.B. Beleuchtung). 2. Im explosionsgefährdeten Bereich kein ungeschütztes Sprechfunkgerät betreiben 3. Diese Stoffe werden auch tiefkalt verflüssigt transportiert (Erfrieungsgefahr). 4. Nicht in verflüssigtes Gasspritzen. 5. Gefahr des Druckbehälterzerknalls beachten.

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Entzündbare flüssige Stoffe	3		300	- Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen Im Brandfall Be- hälter u. Umge- bung kühlen Ausbreitung ver- hindern, Flüssig- keit auffangen, Leckstelle abdichten Flüssigkeit mit Schaum abdecken Kanalisation, Schächte, Keller und Gewässer sichern Meßgeräte ein- setzen.	1.Elektrostatische Aufladung als Zündquelle be- achten. 2.Explosions- geschützte Geräte verwenden (z.B. Beleuchtung, Pumpen). 3.Im explosiosge- fährdeten Bereich kein ungeschütz- tes Sprechfunk- gerät betreiben

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
e: offe	4.1		400		1.Explosionsge- fahr bei pulver- förmigen Stof- fen! 2.Brandgase können stark
Gefahrklassen-Gruppe: Entzündbare feste Stoff	4.2			Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen.	reizen oder gif- tig sein. 3.Diese Stoffe werden auch als heiße Schmelze transportiert. 4.Bei Gefahrzet-
Gefahrkla . Entzündba	4.3		X4 🗆 🗆		tel 4.3 oder X vor Gefahr- nummer: Heftige Reaktion mit Wasser!

end	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe	5.1		500	- Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen Im Brandfall Löschangriff mit großen Wassermengen aus sicherer Entfernung (z.B. Wasserwerfer) durchführen.	1.Ausgelaufene flüssige Stoffe nicht mit brennbaren Bindemitteln aufnehmen. 2.Explosionsgefahr bei Gefahrklasse 5.2!

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Giftige Stoffe	6.1		6 🗆	- Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen Ausbreitung verhindern, Stoff auffangen und Leckstelle abdichten - Kanalisation, Schächte, Keller und Gewässer sichern. - Meßgeräte ein- setzen.	

wird abschließend auf die verwendete Literatur und die einschlägigen Lehrgänge an der Landesfeuerwehrschule verwiesen.

Verwendete und weiterführende Literatur:

- Rodewald, Gisbert: Gefährliche Stoffe und Güter, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Feuerwehr-Dienstvorschrift 14, Gefährliche Stoffe und Güter, Stand 1990/94, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Widetschek, Otto: Transport Gefährlicher Güter, Verlag Leopold Stocker, Graz
- Widetscheck. Otto: Der kleine Gefahrguthelfer, Verlag Leopold Stocker, Graz
- Österreichischer Bundesfeuerwehrverband: Gefährliche Stoffe und Strahlenschutz - Grundinformation und Ausbildungsunterlage für Gruppenkommandanten
- Österreichischer Bundesfeuerwehrverband: Unterlagen zum Seminar Gefahrenlehre für höhere Feuerwehr-Führungskräfte
- Schott/Ritter: Die Feuerwehr im Gefahrguteinsatz, S & W Druckerei und Verlag GmbH, Marburg
- Feuerwehrunfallkassen: Gefährliche Stoffe und Güter I, Feuerwehr Unfallkasse Hannover
- Ridder; Klaus: Der Gefahrgut-Fahrer, ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Radioaktive Stoffe	7	RADIOACTIVE II ADDIOACTIVE III Z	Außer einer Warntafel führt das Fahrzeug an den Seiten und an der Rückseite je einen Gefahrenzettel.	 Atem- und Körperschutz für Einsatzkräfte vorsehen. Abstand halten von der Strahlenquelle. Abschirmung ausnutzen. Aufenthaltsdauer begrenzen. Meßgeräte einsetzen. 	

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Ätzende Stoffe	8	· ·	8 🗆 🗆	- Atem- und Körperschutz für Einsatz-kräfte vorsehen Ausbreitung verhindern, Stoff auffangen und Leckstelle abdichten - Gas-/Dampfwolke mit Sprühstralh niederschlagen Kanalisation, Schächte, Keller und Gewässer sichern Meßgeräte einsetzen.	1.Diese Stoffe werden auch in heißem Zustand transportiert. 2.Nicht in Flüssig- keit spritzen.

	Gefahr- klasse	Gefahrzettel	Warntafel	Besondere Maßnahmen	Zusätzliche Hinweise
Gefahrklassen-Gruppe: Verschiedene gefährliche Stoffe	9		90	- Atem- und Körper- schutz für Einsatz- kräfte vorsehen.	Hierzu gehören asbest- und dioxinhaltige Stoffe sowie verflüssigte Metalle und wassergefähr- dende Stoffe.

(Fortsetzung in der Ausgabe 3/97)

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 7 - Erkrankung/Verletzung

von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer medizinischer Teil durchgesehen von LF-Arzt Dr. Klaus Raffeiner

Erkrankung/ Verletzung

Einleitung

Im Zusammenhang mit der Gefahrengruppe Erkrankung/Verletzung sind folgende zwei Aspekte zu betrachten:

- Die Rettung von verletzten Menschen, was oberstes Ziel jedes Feuerwehreinsatzes ist und neben technischen Rettungsmaßnahmen auch das Durchführen von sogenannten lebensrettenden Sofortmaßnahmen beinhaltet.
- Die Verletzungs- und Ansteckungsgefahr für die Einsatzkräfte selbst bei Einsätzen aber auch Übungen.

Definition, Begriff

Die Begriffe "Erkrankung/Verletzung" stehen für einen lebensbedrohlichen oder einen die Gesundheit gefährdenden Zustand von Menschen und Tieren. Als "Erkrankung/Verletzung" werden auch die Gefahren durch ansteckende oder genetisch manipulierte Stoffe gewertet.

Ursache - Vorkommen - Erkennbarkeit

Körper- und Gesundheitsschäden können entstehen durch:

- mechanische Einwirkungen (Schlag, Stoß, Aufprall, Quetschung, Eindringen von Fremdkörpern usw.)
- thermische Einwirkungen (Verbrennungen, Verbrühungen)
- chemische Einwirkungen (Verätzungen, Vergiftungen)

- psychische Ursachen (Schock)
- Infektionskrankheiten (Hepatitis -Leberentzündung, AIDS,...) nach Ansteckung mit entsprechenden Krankheitserregern

als Folge von Bränden, Explosionen, Verkehrsunfällen, Maschinenunfällen, Austritt von gefährlichen Stoffen usw.

Die eigentlichen Ursachen sind oft auf menschliches Versagen (Unvorsichtigkeit, mangelnde Wartung von Geräten und Anlagen, fehlende Schutzausrüstung usw.) zurückzuführen; sie spielen für die Hilfeleistung keine Rolle, sind aber für die Verhütung von Verletzungen/Ansteckung der Feuerwehrleute entscheidend.

Für die Gefahren im Feuerwehrdienst gilt das bekannte Schema 4A-1C-4E (Atemgifte, Angstreaktion, Ausbreitung, Atomare Strahlung, Chemische Stoffe, Erkrankung/Verletzung, Explosion, Elektrizität, Einsturz), das ja Gegenstand dieser Fachartikel ist.

Das Vorkommen und die Erkennbarkeit dieser Gefahren wurde bzw. wird bei den einzelnen Gefahrengruppen behandelt.

Wirkungen/Gefahren

Allgemeines

Unmittelbare Lebensgefahr besteht, wenn bei einem Notfall durch Verletzungen oder Vergiftungen Vitalfunktionen unseres Körpers betroffen sind. Vitalfunktionen sind diejenigen Vorgänge und Mechanismen des menschlichen Körpers, die das Leben ermöglichen und zwar sind dies

- Bewußtsein
- Atmung
- Kreislauf

Das **Bewußtsein** ist die Fähigkeit des Menschen sich räumlich/zeitlich zu orientieren, auf Reize (z.B. Schmerzen) und Fragen zu reagieren.

Bei Bewußtlosigkeit besteht die Gefahr, daß es durch Verlegung der Atemwege (z.B. durch Zunge oder Fremdkörper) oder durch Einatmen von Erbrochenem oder Blut zu einem Atemstillstand kommt.

Die **Atmung** ist eine lebenswichtige Funktion und dient zur Auf-

nahme von Sauerstoff in den Körper und Abgabe von Kohlendioxid aus dem Körper. Ungenügende Atmung bzw. Atemstillstand führen zum Tod durch Sauerstoffmangel.

Kreislauf: durch die Pumpwirkung des Herzens wird ununterbrochen Blut durch das Gefäßsystem getrieben und somit der lebensnotwendige Sauerstoff zu den Körperzellen transportiert. Herz-Kreislauf-Stillstand führt innerhalb kürzester Zeit irreparablen ZU Schäden im Gehirn.

Bei **Wunden** drohen als Gefahren

Blutverlust, Schock und Infektionen. **Knochenbrüche** verursachen eine Bewegungseinschränkung oder Bewegungsunfähigkeit; besonders gefährlich sind Wirbelsäulenverletzungen (Gefahr einer Querschnittslähmung).

Bei **Verbrennungen** bestehen folgende Gefahren:

- Schock durch Flüssigkeitsverlust
- Infektionsgefahren wegen der meist großflächigen Schädigung der Haut
- aufgrund von schweren Schädigungen des Gewebes entstehen Auswirkungen auf den gesamten Organismus (Verbrennungskrankheit)



Bild 1: Gefahren für die Einsatzkräfte

Gefahren für die Einsatzkräfte

Feuerwehreinsatz ist immer Tätigkeit im Gefahrenbereich. Die Feuerwehrleute sind Gefahren ausgesetzt.

Sie können ausrutschen, stolpern, umknicken, abstürzen, sich schneiden, sich quetschen, sich vergiften, einen Stromschlag bekommen, sich verbrennen, sich verätzen, von herabfallenden, herumfliegenden, schlagenden Teilen getroffen werden (vgl. Bild 1 entnommen aus der Broschüre "Sicherer Feuerwehrdienst" herausgegeben vom Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V.).

Daneben sind auch Ansteckungsgefahren bei der Versorgung von Verletzten und bei Einsätzen in Zusammenhang mit infektiösen und gesundheitsschädlichen Stoffen (z.B. in Krankenhäusern, Labors etc.) zu beachten.

Die sogenannten Infektionskrankheiten werden durch Krankheitserreger, wie Bakterien, Pilze, Viren und Kleinstlebewesen übertragen. Beispiele für Infektionskrankheiten sind: Malaria, Kinderkrankheiten, Hepatitis (Leberentzündung), AIDS.

Eine Infektion kann über die Atemwege, den Verdauungstrakt, die Geschlechtsorgane, aber auch über kleinste Verletzungen der Haut oder Schleimhäute erfolgen. AIDS (=Erworbene "Abwehrschwäche") wird durch Blut, Samenflüssigkeit und Vaginalsekret übertragen. Um zu einer Ansteckung zu führen, muß das Virus in die Blutbahn gelangen.

Schutz-Gefahrenabwehr

Menschenrettung

Wenn die Feuerwehr zur Hilfe angefordert wird, befinden sich die verletzten Personen oft in einer sogenannten lebensbedrohlichen Zwangslage.

Lebensbedrohliche Zwangslagen bestehen, wenn die Bewegungsfreiheit von Menschen beeinträchtigt ist. Man unterscheidet zwischen eingeklemmten, verschütteten und eingeschlossenen Personen.

Die Rettung hat nach dem »Rettungsgrundsatz für die technische Rettung« zu erfolgen, der besagt, daß lebensrettende Sofortmaßnahmen und notfallmedizinische Maßnahmen - sofern die Gefahrenlage es zuläßt - vor, während bzw. nach dem Befreien an der Person vor Ort zu leisten sind.

Der Rettungsgrundsatz teilt die technische Rettung in fünf Einsatzphasen ein.

- 1) Sichern!
- 2) Zugang schaffen!
- 3) Lebensrettende Sofortmaßnahmen!
- 4) Befreien!
- 5) Transportfähigkeit herstellen!

Diese fünf Phasen sind bei jeder technischen Rettung in der vorgegebenen Reihenfolge zu durchlaufen. Sie bedeuten im einzelnen:

Sichern beinhaltet alle Maßnahmen, die erforderlich sind, um eine Gefährdung der Einsatzkräfte und der zu rettenden Personen während der Rettungsmaßnahmen auf das unabwendbar notwendige Maß zu reduzieren.

Zugang schaffen heißt, zu den gefährdeten Personen vordringen, um die lebensrettenden Sofortmaßnahmen durchführen zu können.

men sind alle unaufschiebbaren, lebensrettenden Maßnahmen, die notwendig sind, um den Zustand des Verletzten soweit zu stabilisieren, daß sich dieser Zustand bis

zur Befreiung des Verletzten nicht

Lebensrettende Sofortmaßnah-

weiter verschlechtert.

Befreien beinhaltet alle Maßnahmen, die nach Durchführung der

lebensrettenden Sofortmaßnahmen zum "Herausführen/Herausbringen" der Personen aus dem Gefahrenbereich notwendig sind. Transportfähigkeit herstellen beinhaltet alle rettungsdienstli-

chen Tätigkeiten, die an der Einsatzstelle zur weiteren Stabilisierung des Gesundheitszustandes vor dem Transport ins Krankenhaus notwendig sind. Diese Maßnahmen werden in der Regel vom

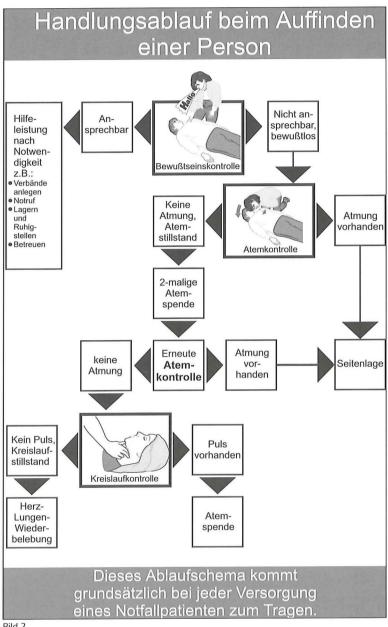


Bild 2

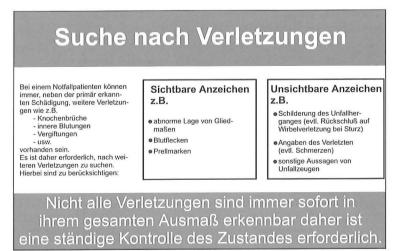


Bild 3

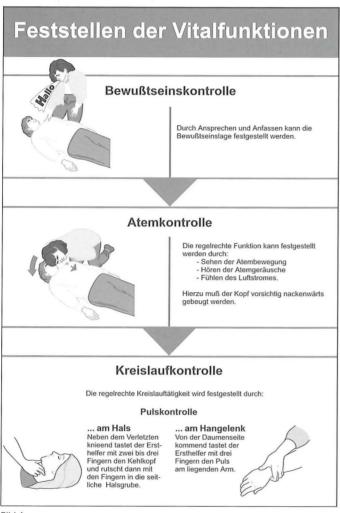


Bild 4

Notarzt bzw. der Besatzung des Rettungswagens durchgeführt.

Zur Durchführung von lebensrettenden Sofortmaßnahmen:

In Südtirol gibt es einen gut organisierten Rettungsdienst. Die Alarmzentralen der Feuerwehren und des Rettungsdienstes sorgen im Bedarfsfall für gegenseitige Alarmierung.

In der Regel ist gleichzeitig mit der Feuerwehr auch der Rettungsdienst vor Ort und führt die Sofortmaßnahmen durch: eine gute Zusammenarbeit und Absprache zwischen Feuerwehr und Rettungsdienst ist notwendig und selbstverständlich.

Ist der Rettungsdienst bei Eintreffen der Feuerwehr noch nicht zur Stelle, muß sich die Feuerwehr vergewissern, daß eine Alarmierung erfolgt ist. Im Rahmen der Möglichkeiten muß eine Erstversorgung der Verletzten erfolgen. Ein wichtiger Grundsatz ist, daß alle am Unfall beteiligten Personen - auch bei geringen Verletzungen zu betreuen sind.

Die notwendigen Kenntnisse für die Durchführung der Erstversorgung werden den Feuerwehrleuten bei der Grundausbildung vermittelt. Es ist nicht möglich im Rahmen dieses Artikels näher darauf einzugehen.

Den Handlungsablauf beim Auffinden einer Person zeigen die Bilder 2 bis 4 (entnommen aus »Erste Hilfe leicht gemacht« - Sonderdruck für die Feuerwehr herausgegeben vom Bayerischen Roten Kreuz).

Eine Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen herausgegeben vom Bundesverband der Versicherungsträger der öffentlichen Hand ist auf Seite 10 abgebildet.

Verletzungs- und Ansteckungsgefahr für die Feuerwehrleute

Bei technischen Hilfeleistungen nach Unfällen jeglicher Art, besteht die Gefahr sich mit übertragbaren Krankheiten anzustecken, da es dabei zum Kontakt mit Blut von Personen kommen kann.

Die angeführten Sofortmaßnahmen (vgl. Kasten) im Feuerwehrdienst zur Vermeidung einer Ansteckung mit dem Human-Immunschwäche-Virus (HIV oder AIDS) und Hepatitisviren herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz haben allgemeine Gültigkeit.

Unfallverhütung im Feuerwehrdienst

Bei Einsätzen sind die Feuerwehr-

AIDS - Hepatitis - Vorsichtsmaßnahmen im Feuerwehrdiens

Das HIV (Human-Immunschwäche-Virus) kann zu einer tödlichen Schwächung des Abwehrsystems des menschlichen Körpers führen (AIDS). Es wird vor allem durch Blut und andere Körperflüssigkeiten (Samenflüssigkeit, Vaginalsekret, Hirn- und Rückenmarkflüssigkeit, Flüssigkeit des Brustfells und des Herzbeutels und das Fruchtwasser der schwangeren Frau) übertragen. Um zu einer Ansteckung zu führen, muß das Virus in die Blutbahn gelangen. Selbst durch kleinste Haut- und Schleimhautverletzungen kann das Virus eindringen. Aber auch eine Infektion durch die unversehrte Haut bzw. Schleimhaut kann nicht völlig ausgeschlossen werden. Haut- oder Schleimhautkontakte mit fremden Körperflüssigkeiten, insbesondere Blut, sind daher zu vermeiden.

Die häufigste Gelegenheit, im Feuerwehrdienst mit fremden Körperflüssigkeiten, insbesondere Blut, in Berührung zu kommen, besteht zweifellos bei Einsätzen zur technischen Hilfeleistung bei Unfällen jeglicher Art. Deshalb ist bei diesen Einsätzen besonderes Augenmerk darauf zu richten, daß die persönliche Schutzausrüstung eines jeden Feuerwehrdienstleistenden (Feuerwehr-Sicherheitsstiefel, Feuerwehr-Schutzanzug,

Feuerwehr-Schutzhandschuhe und Feuerwehrhelm) wirklich vollständig ist. Die Feuerwehr-Schutzhandschuhe bieten - in Verbindung mit darunter angezogenen Latex-Untersuchungshandschuhen oder auch allein - für die Hände den bestmöglichen Schutz, z.B. auch bei der Bergung einer verletzten, blutenden Person. Feuerwehr-Schutzhandschuhe und Latex-Untersuchungshandschuhe sind deshalb bei entsprechenden Einsatzaufgaben grundsätzlich zu verwenden und in der Einsatzuniform mitzuführen.

Wird im Notfall eine Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung unumgänglich, so ist hierfür grundsätzlich - soweit anwesend - das Sanitätspersonal der Hilfsorganisationen heranzuziehen. Für eine Atemspende sollte auch die Feuerwehr grundsätzlich einen Spezialtubus oder eine Beatmungsmaske verwenden, die ein Eindringen von Blut- oder anderen Körperflüssigkeiten des Verletzten in den Mund des Beatmers verhindern oder wenigstens jeden Kontakt mit Blut vermeiden (Abputzen des Blutes, Verwendung eines Taschentuches oder Garze). Einsatzkleidung und -geräte, die möglicherweise mit infiziertem Blut oder anderen Körperflüssigkeiten in Berührung gekommen

leute vielen Gefahren ausgesetzt; Unfälle lassen sich nie völlig vermeiden. Unsere Unfallstatistiken zeigen aber, daß auch bei Übungen zahlreiche Unfälle passieren. Zwischen Einsätzen und Übungen gibt es einen wesentlichen Unterschied: während im Einsatz die Gefahren nicht immer vollständig erfaßt werden können und zur Menschenrettung alle Mittel einge-

setzt werden müssen, gibt es bei Übungen keine unvorherzusehenden Ereignisse und es besteht auch kein Anlaß und keine Rechtfertigung Risiken einzugehen. Bei Übungen darf (sollte) also nichts passieren.

(Bemerkung: Auch bei der Menschenrettung muß zwischen eigener Gefährdung und Erfolgsmöglichkeit abgewogen werden. Wem nützt es, wenn ein Nichtschwimmer ins Wasser springt, um einen Ertrinkenden zu retten und beide ertrinken?)

Unfälle müssen vermieden werden durch:

Technische Maßnahmen
Organisatorische Maßnahmen
Persönliche Maßnahmen

Unter anderem gehören dazu:

- Die Beschaffung und Verwendung der für Feuerwehrzwecke geeigneten, genormten und bewährten Geräte;
- laufende Pflege, Prüfung, Wartung und Erneuerung der Geräte und Ausrüstungen gemäß den geltenden Prüfvorschriften;
- Einsatz geeigneter, im Augenblick einsatzfähiger, gut ausgebildeter Männer mit entsprechender Schutzkleidung und sonstiger Ausrüstung;
- sorgfältige Erkundung der Einsatzstelle und richtige Beurteilung der Gefahren durch den Einsatzleiter;
- Beachtung der Ausbildungsund sonstiger Dienstvorschriften bei der Ausbildung und im Einsatz

Regeln und Verhaltensweisen, die ein unfallfreies Handeln ermöglichen, sind in sogenannten **Unfallverhütungsvorschriften** beschrieben.

In Deutschland sind die wichtigsten Vorschriften und Hinweise für den Feuerwehrdienst in der "Unfallverhütungsvorschrift Feuerwehren" zusammengefaßt, die



Bild 5: Wenn der Giebel eines brennenden Hauses einzustürzen droht, dann sorgt eine aus chende Absperrung dafür, daß Menschen aus dem Gefahrenbereich ferngehalten werd Mensch und Gefahr sind getrennt!

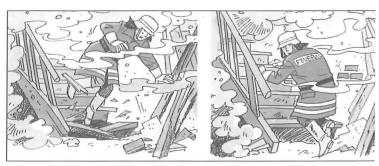


Bild 6: Eine trümmerübersäte Treppe in einem verqualmten Haus geht man rückwärts auf H den und Füßen hinunter, damit man nicht abstürzt.



Bild 7: Beim Öffnen einer Tür besteht die Gefahr einer Stichflamme! Deckung neben der geduckte Haltung!



Bild 8: Wenn Schläuche richtig gerollt sind und beim Auswerfen an beiden Kupplungen halten werden, kann man nicht von einer Kupplung getroffen werden.

auch für uns volle Aussagekraft hat.

Zielsetzung der Unfallverhütungsvorschrift Feuerwehren ist es:

- Gefahren im Feuerwehrdienst aufzuzeigen und bewußt zu machen
- Möglichkeiten aufzuzeigen, wie den Gefahren im Feuerwehrdienst – also bei Einsätzen und Übungen – begegnet werden kann.
- Aufzuzeigen, wer für die Durchführung der Unfallverhütungsmaßnahmen verantwortlich ist.

Vermeidung einer Ansteckung

sind, sind zu desinfizieren und zu reinigen (Alkohol); Schutzhandschuhe und Einmalmaterial sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Nähere Auskünfte hierzu können das Gesundheitsamt oder das nächste Krankenhaus erteilen.

Kommt ein Feuerwehrdienstleistender mit dem Blut oder anderen Körperflüssigkeiten eines Verletzten oder Toten in Berührung und ist dieser Feuerwehrdienstleistende möglicherweise selbst verletzt, ist wie folgt zu verfahren:

- Wunde kurze Zeit bluten lassen (»Ausschwemmen« von evtl. eingedrungenen Krankheitserregern)
- Wunde und Umgebung nach Möglichkeit desinfizieren (Alkohol), wenigstens aber mit warmem Wasser und Seife reinigen
- Wundversorgung
- Kommen Schleimhäute (z.B. Augenbindehaut) mit fremdem Blut oder anderen Körperflüssigkeiten in Kontakt, so ist möglichst umgehend mit reichlich lauwarmem Wasser zu spülen.
- Sich unverzüglich an die Erste Hilfe eines Krankenhauses wenden! Ergänzend wird noch darauf hingewiesen, daß Atemschutzmasken vor erneuter Verwendung durch einen zweiten Träger in jedem Fall nach Gebrauchsanleitung zu reinigen und zu desinfizieren sind.





Notruf Wo geschah es? Was geschah? Wie viele Verletzte? Welche Art von Verletzungen? Warten auf Rückfragen!

Erste-Hilfe-Material bei Ärzte für Erste Hilfe Berufsgenossenschaftliche Durchgangsärzte:

Anleitung zur Ersten Hilf

Ausgabe April 1992



Gemeindeunfallversicherungsverband Rheinland-Pfalz - Gesetzliche Unfallwersicherung - Gesetzliche Unfallwersicherung Landesausführungsbehörde für Unfallwersicherung
Rheinland-Pfalz
- Gesetzliche Unfallwersicherung Orensteinstraße 10 - 56 628 Andernach - Telefon (0 28 32) 9 60-0



Herausgegeben vom Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. – BAGUV –, Fockensteinstraße 1 61539 München. In Zusammenzbeit mit dem Hauptverband de gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstraße 111, 83767 Sankt Augustin.

A Grundsätze

- Ruhe bewahren

 Erkennen, Überlegen, Handeln

 Zusätzliche Schädigungen verhindern

 Unfallstelle absichern

 Hilfe herbeiholen

- Notruf
 Verletzten möglichst nicht allein lassen



Retten

Aus dem Gefahrbereich bringen





Blutende Wunden

Blutende Wunden können durch Kleidungsstücke oder durch die Lage des Verletzten verdeckt werden Schock Verbluten Wunden keimfrei bedecken

Gefahr



Abriß von Körperteilen

Abgetrenntes Körperteil wie vorgefunden in keimfreies Verband-material einwickeln und dem Verletzten möglichst kühl verpackt mitgeben

Bewußtlosigkeit

Bestell-Nr. GUV 30.1

Der Bewußtlose ist nicht ansprechbar Feststellen der Atmung Stabile Seitenlage

Atemstillstand

Falls nicht durchführbar – Mund-zu-Mund-Beatn

Falls erforderlich

- Fremdkörper aus Mund und Rachen ents
 Atemspende fortsetzen

Herz-Kreislauf-Stillstand

Erkennen

- Schneller und schwächer werdender, schließlich kaum tastbarer Puls Fahle Blässe
- Kalte Haut
- Teilnahmslosigkeit

Diese Anzeichen treten nicht immer alle und nicht immer gleichzeitig auf — Schocklage herstellen — Blutung stillen

- - Tröstender Zuspruch
 - Ständige Kontrolle von - Bewußtsein



- Blasenbildung
- Tiefergehende Gewebeschädigungen

Mit heißen Stoffen behaftete Kleidung sofort

Auf der Haut festhaftende Stoffe nicht entfernen

Lokale Kaltwasseranwendung Brandwunden keimfrei bedecken

- Vor Wärmeverlust schützen
- Ständige Kontrolle von
 Bewußtsein

- Keine Atemgeräusche
 Keine Atembewegungen
 Keine Ausatemluft
 Tod durch Sauerstoffmangel
- Mund-zu-Nase-Beatmung

Bewußtlosigkeit
 Atemstillstand
 Kein Puls
Tod durch Sauerstoffmangel
Herz-Lungen-Wiederbelebung
 Druckpunkt aufsuchen



Schock

- Frieren
- Schweiß auf der Stirn

- Vor Wärmeverlust schützen
- Für Ruhe sorgen
- Kreislauf

Verbrennungen

Erkennen

- Hautrötung

Gefahren

Störung der Atmung

Brennende Person ablöschen

- Atmung
 Kreislauf

Unfälle durch elektrischen Strom

Grundsatz: Auf Selbstschutz achten!

Bei Hochspannung oder unbekannter Spannung mindestens 5 m Abstand.

Gefahr - Atemstillstand

 Herz-Kreislauf-Stillstand - Verbrennung

Bei Niederspannung (übliche Spannung im Haus-halt und Gewerbe, maximal bis 1000 Volt)

Strom unterbrechen durch: Ausschalten, Stecker ziehen, Sicherung herausnehmen

Bei Hochspannung (über 1000 Volt, durch Warnschild mit Blitzpfeil gekennzeichnete Anlagen) Notruf "Elektrounfall" und Fachpersonal verständi-gen; Rettung aus Hochspannungsanlagen nur durch Fachpersonal

Bei unbekannter Spannung Maßnahmen wie bei

- Bei jedem Elektrounfall
- Ständige Kontrolle von

 Bewußtsein
- Atmunq Kreislauf

Vergiftungen

Maßnahmen

Angaben des Verletzten und anwesender Personen; Anzeichen im Umfeld für das Einwirken giftiger Stoffe.

Grundsatz:

- Verletzten unter Selbstschutz aus Gefahrbereich in frische Luft bringen.
- Maßnahmen - Kontaminierte Kleidung entfernen Für Körperruhe sorgen
 - Vor Wärmeverlust schützen - Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen
 - Für ärztliche Behandlung sorgen
 Chemische Stoffe und durchgeführte Maßnah-

men angeben Merkblatt für die Erste Hilfe bei Einwirkung gefährlicher chemischer Stoffe (GUV 20.16)

Gefahr

Verätzungen Grundsatz: Auf Selbstschutz achten

Haut

Rötung, Blasenbildung, Gewebezerstörung

Schmerz

Schlecht heilende Wunden

Schlecht heilende Wunden Infektion Kontaminierte Kleidungsstücke entfernen Haut ausgiebig mit Wasser spülen Notfalls ätzenden Stoff abtupfen

Augen

Krampfortiges Zukneifen der Augenlider

Erblinden

Auge unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig mit Wasser spülen

Verdauungsorgane Erkenner - weißlicher Belag in Mund/Rachen

Speiseröhren- oder Magendurchbruch Maßnahr

Reichlich Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen, aber niemals zum Erbrechen bringen Schockbekämpfung

Achtung! Bei Verätzung der Atmungsorgane durch Reizgas (z.B. Chlor, Nitrose Gase)

für absolute Körperruhe sorgen Liegendtransport ins Krankenhaus

N Knochenbrüche/Verletzungen der Gelenke Maßnahmen - Ruhigstellung des verletzten Körperteils in

vorgefundener Lage
Bei Verdacht auf Wirbelsäulenverletzungen Lage
des Verletzten nicht ändern Die Abbildungen wurden vom Deutschen Roten Kreuz zur Verfügung gestellt Zu den Vorschriften gibt es praxisorientierte Broschüren und Arbeitshilfen. (vgl. Literaturverzeichnis). Dle angeführten Beispiele (Bilder 5 bis 8) sind der Broschüre »Sicherer Feuerwehrdienst« herausgegeben vom Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. -BAGUV- entnommen.

Versicherungsschutz

Die Feuerwehrleute sind bei Übung und Einsatz durch die Landesfeuerwehrkasse gut versichert. Die Versicherung kann allerdings nur die materiellen Unfallfolgen (Arztspesen, Tagesentschädigung, Invaliden- und Hinterbliebenenrente) ersetzen, niemandem aber Schmerzen nehmen oder die Gesundheit wiedergeben.

Verwendete und weiterführende Literatur

- Bayerisches Rotes Kreuz: Erste Hilfe leichtgemacht, Verlag Fachpublika Wehner, Ottobrunn
- Bayer. Landesamt für Brandund Katastrophenschutz: Merkblatt AIDS für den Feuerwehr-

- dienst; Best-Druck, München
- Weiß, Hans Friedrich Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. -BAGUV : "Sicherer Feuerwehrdienst" (GUV 50.0.10)
- Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband: Unfallverhütungsvorschrift Feuerwehren (GUV 7.13)
- Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. -BAGUV: Sicherheit im Feuerwehrdienst (GUV 27.1)
- Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. -BAGUV: Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen (GUV 30.1)
- Schröder, Hermann: Einsatztaktik für den Gruppenführer, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Knorr, Karl-Heinz: Die Gefahren der Einsatzstelle, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Kallenbach, Jürgen: Arbeitsschutz und Unfallverhütung bei den Feuerwehren, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart

(Fortsetzung in Ausgabe 4/97)



Bild 1: Gasexplosion in einem Wohnhaus – Die Luftaufnahme macht die Auswirkung der Explosion deutlich (Quelle: Brandschutz 2/93)

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 8

von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Explosion

Einleitung

Explosionen sind eine der größten Gefahren im Einsatz für die Feuerwehr, da:

- die Folgen einer Explosion verheerend sind,
- kein (bzw. kaum) Schutz durch die persönliche Schutzausrüstung gegeben ist,
- ein unmittelbares Erkennen der Explosionsgefahr mit den menschlichen Sinnesorganen nicht möglich ist,
- an vielen Einsatzstellen mit Explosionsgefahr zu rechnen ist.

Definition, Begriff

In der Gefahrenlehre wird der Begriff "Explosion" für eine Reihe unterschiedlicher Vorgänge verwendet, deren Auswirkungen aber sehr ähnlich sind. Die Gefahrengruppe "Explosion" beinhaltet: (vgl. Bild 3)

- die Explosion im eigenen Sinn (chemische Reaktion)
- den Druckbehälterzerknall
- die Fettexplosion
- den Fliehkraftzerfall

Die Explosion

Eine Explosion im eigenen Sinn ist eine schnell und heftig verlaufende chemische Reaktion mit plötzlich freiwerdender Wärme- oder Druckenergie. Bei der chemischen Reaktion handelt es sich meist um die Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff, also um eine Oxidation bzw. einfach gesagt um eine Verbrennung. Eine Explosion ist also nichts anderes als eine sehr heftig ablaufende Verbrennung bei der große Gasdrücke und Wärmemengen entstehen. Die bekannten Voraussetzungen für eine Verbrennung gelten also auch für Explosionen und zwar sind dies: (vgl. Bild 2)

- brennbarer Stoff
- Sauerstoff
- Wärme (Zündenergie)
- richtiges Mischungsverhältnis

Für die Heftigkeit der Verbrennung (also das Zustandekommen einer Explosion) ist eine gute Durchmischung von Brennstoff und Sauerstoff der Luft notwendig, was voraussetzt, daß der Brennstoff fein verteilt (als Staub, Dampf oder Gas) vorliegt. Einen Sonderfall stellen die sogenannten Explosionsstoffe dar, welche den notwendigen Sauerstoff in chemisch gebundener Form enthalten und so unabhängig vom Luftsauerstoff gezündet werden können.

Staubexplosionen

Bei festen brennbaren Stoffen ist eine Explosion nur möglich, wenn sie sehr fein verteilt, also in Staubform vorliegen und sich durch Aufwirbelung mit Luft vermischen.

Beachte: Stäube können im abgelagerten Zustand brennen, im aufgewirbelten aber explodieren! Der Zerkleinerungsgrad des Stoffes (das Verhältnis der Oberfläche zur Stoffmenge) ist für die Vermischbarkeit mit Sauerstoff und die Abbrandgeschwindigkeit entscheidend.

Ein Holzklotz mit den Abmessungen 1 m x 1 m x 1 m hat eine Oberfläche von 6 x 1 x 1 = 6 m² und wiegt ca. 600 kg. Die Oberfläche beträgt 0,01 m² je kg. Zersägt man ihn in kleine Würfel von 1 cm Kantenlänge erhält man

 $\frac{100 \times 100 \times 100 \text{ cm}^3}{1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3} = 1.000.000$

Würfel mit einer Gesamtoberfläche von $1.000.000 \times 1 \times 1 \times 6 =$ $6.000.000 \text{ cm}^2 = 600 \text{ m}^2$. Die Oberfläche hat sich also bei gleicher Stoffmenge (= 1 m^3 Holz) um das Hundertfache erhöht und beträgt jetzt 1 m^2 je Kilogramm. (vgl. Bild 4)

Bei Stäuben sind Durchmesser auch im tausendstel Millimeterbereich möglich, d.h. es können Oberflächen mit mehreren hundert Quadratmetern je Kilogramm vorliegen.

Staubexplosionen sind unter anderen mit Stäuben von Mehl, Zucker, Stärke, Holz, Kohle und Leichtmetallen möglich.

Explosionen von Flüssigkeiten

Bekanntlich brennt bei den brennbaren Flüssigkeiten nicht die Flüssigkeit selbst, sondern nur ihre Dämpfe.

Die brennbaren Dämpfe können mit der Umgebungsluft ein zündfähiges Gemisch bilden und bei Einwirkung einer Zündquelle explodieren. Die Menge der sich bildenden Dämpfe ist temperaturabhängig; je höher die Flüssigkeitstemperatur desto mehr Dämpfe entstehen. Ein Maß für die Gefährlichkeit einer brennbaren Flüssigkeit ist der sogenannte Flammpunkt, das ist diejenige Temperatur, bei der sich gerade so viele Dämpfe entwickeln, daß ein ent-

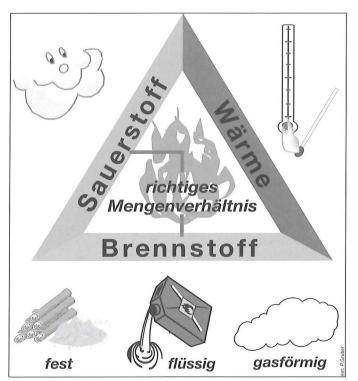


Bild 2: Verbrennungsvorgang



Bild 3: Gefahrengruppe »Explosion«

zündbares Dampf-Luft-Gemisch entsteht. Liegt die Umgebungstemperatur unterhalb des Flammpunktes einer ausgetretenen brennbaren Flüssigkeit, besteht keine unmittelbare Brand- und Explosionsgefahr. Die Einteilung der brennbaren Flüssigkeiten in Gefahrenklassen nach ihrem Flammpunkt gemäß der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) in Deutschland mit einigen Beispielen zeigt Tabelle 1.

Hinweis: Zur Unterscheidung zwischen entzündbaren und leicht entzündbaren flüssigen Stoffen sind gemäß den internationalen Vorschriften über den Transport gefährlicher Güter geringfügig andere Temperaturgrenzen festgelegt

Gefahrnummer 30 bedeutet: entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt von 23° bis einschließlich 61° C) Gefahrnummer 33 bedeutet: leicht entzündbarer flüssiger Stoff (Flammpunkt unter 23° C)

Außer der Explosion von Flüssigkeitsdämpfen ist auch die Explosion von feinsten Flüssigkeitströpfchen (wie sie z.B. in Lackierereien auftreten können) in der Luft möglich. Die feinen Tröpfchen können sich wie Stäube innig mit Luft vermischen und ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Gasexplosionen

Gase besitzen weder eine feste Form noch ein festes Volumen; die kleinsten Teilchen bewegen sich nahezu unabhängig voneinander und vermischen sich bei Freiwerden mit der Luft. Bei brennbaren Gasen können zündfähige Gemische entstehen.

(Fortsetzung auf Seite 8)

Gefahrenklasse A:

Brennbare Flüssigkeiten, die bei 15°C nicht mit Wasser mischbar sind, unterteilt in:

unterteilt in:	Beispiele:	
A I Flammpunkt unter 21°C	Benzin Benzol	< -20°C -11°C
A II Flammpunkt von 21°C bis 55°C	Xylol Kerosin	30°C 65 - 85°C
A III Flammpunkt von 55°C bis 100°C	Diesel	> 55°C

Gefahrenklasse B:

Brennbare Flüssigkeiten, die bei 15°C in jedem beliebigen Verhältnis mit Wasser mischbar sind und deren Flammpunkt unter 21°C liegt.

	Beispiele:		
B Flammpunkt unter 21°C	Aceton Methanol	-19°C 11°C	

Tabelle 1: Einteilung der brennbaren Flüssigkeiten

(Fortsetzung von Seite 7)

Das richtige Mengenverhältnis

Eine Verbrennung und somit auch eine Explosion ist (zum Glück) nur möglich, wenn das richtige Mengenverhältnis zwischen Brennstoff und Sauerstoff besteht.

Als Explosionsbereich (auch Zündbereich) wird der Konzentrationsbereich bezeichnet, innerhalb dessen eine Verbrennung/Explosion möglich ist. Ist die Konzentration (Menge) des brennbaren Stoffes kleiner als die untere Explosionsgrenze ist im Verhältnis zum Sauerstoff, zu wenig Brennstoff vorhanden, das Gemisch ist zu mager, es kann nicht zu einer Verbrennung kommen. Ist die Konzentration (Menge) des brennbaren Stoffes größer als die obere Explosionsgrenze ist im Verhältnis zum Sauerstoff zu viel Brennstoff vorhanden, das Gemisch ist zu fett und (im Moment!) nicht brennbar. (vgl. Bild 5)

Achtung: Als sicher gilt im Einsatz nur der zu magere Bereich, da ein zu fettes Gemisch bei Luftzufuhr explosionsfähig wird. Beispiele für untere und obere Explosionsgrenzen von brennbaren Gasen und Flüssigkeiten zeigt Bild 7

Zu beachten: Gase und Flüssigkeiten mit einem weiten Explosionsbereich (wie Wasserstoff, Acetylen) sind am gefährlichsten, da sie in fast jedem Mengenverhältnis (Konzentration) mit Luft entzündet werden (explodieren) können.

Der Explosionsbereich der am weitesten verbreiteten Gase (Methan = »Erdgas«, Propan/Butan = »Flüssiggas«) und Flüssigkeiten (Benzine, Diesel) ist nicht sehr groß und liegt bei kleineren Konzentrationen: die Wahrscheinlichkeit, daß ein Gemisch explosionsfähig ist, ist also nicht so groß; andererseits können geringe Mengen eine explosible Atmosphäre bilden.

Bei Stäuben von Mehl, Kohle, Holz liegt die untere Explosionsgrenze im Bereich zwischen 50 und 60 g/m³.

Durch die große Spannbreite zwischen oberer und unterer Explosionsgrenze bei Stäuben ist bei Aufwirbelung immer mit der Entstehung eines zündfähigen Gemisches zu rechen.

Die Heftigkeit der Reaktion und damit auch die Auswirkungen sind innerhalb des Explosionsbereiches sehr verschieden.

Im Bereich der unteren und oberen Explosionsgrenze ist die Reaktionsgeschwindigkeit vergleichsweise klein, sie steigt dann bis zu einem Höchstwert an, bei dem das Mischungsverhältnis mit Luft ideal ist (vgl. Bild 7).

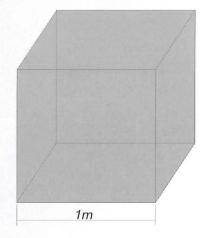
Das bedeutet, daß geringe Mengenunterschiede die Heftigkeit der Reaktion und somit das Ausmaß der Zerstörung beeinflussen.

Die Wärme oder Zündenergie

Die zur Zündung eines explosionsfähigen Gemisches notwendige Zündenergie ist extrem niedrig d.h. die kleinste/schwächste Zündquelle reicht aus, um die Explosion auszulösen.

Und Zündquellen gibt es viele: offene Flammen, Glut, heiße Oberflächen, Reibungswärme, Reibund Schlagfunken, Schaltfunken, elektrostatische Aufladung usw. Daraus folgt, daß ein explosionsfähiges Gemisch meistens auch gezündet wird.

1 Holzklotz 1m x 1m x 1m



Menge Gewicht: $1m^3$

ca. 600 kg

Oberfläche: 6 m² bzw. 1/100 m² je kg

Bild 4: Oberfläche in Abhängigkeit des Zerkleinerungsgrades

Der Druckbehälterzerknall

Unter Druckbehälterzerknall versteht man das Bersten von Behältern infolge eines für die Festigkeit des Behälters zu hohen inneren Druckes.

Gase dehnen sich bei Erwärmung räumlich aus. Die Ausdehnung ist bedeutend stärker als bei festen und flüssigen Körpern. Ist eine Ausdehnung durch den umschließenden Behälter nicht möglich, kommt es zu einem Druckanstieg. Bei einer Temperaturerhöhung um jeweils ca. 300° C ergibt sich eine Verdoppelung des Fülldrucks bei Raumtemperatur. Durch den Temperaturanstieg verliert der Behälter gleichzeitig an Festigkeit. Ist schließlich der Berstdruck erreicht, kommt es zum Druckbehälterzerknall. (Bild 8) Bei verflüssigten Gasen befindet

sich im Behälter je nach Füllstand,

mehr oder weniger Flüssigphase und darüber eine Gasphase. Unabhängig von der Behältergröße und der Füllmenge herrscht im Behälter bei gleicher Temperatur der gleiche Druck.

Bei Erwärmung steigt im Inneren der Druck, die Flüssigphase dehnt sich aus und verkleinert den Gaspolster. Bei stärkerer Erwärmung kann sich die Flüssigkeit so weit ausdehnen, daß sie den gesamten Behälterinnenraum ausfüllt. Von diesem Moment an genügen wegen der äußerst geringen Zusammendrückbarkeit der Flüssigphase bereits Erwärmungen von 5-10°C um den Behälter zum Versagen zu bringen. Man bedenke, daß bei einem vollen Flüssiggasbehälter dieser Zustand bereits bei 60-70°C erreicht ist. Der Behälterzerknall wird noch begünstigt, durch den Festiakeitsverlust des Behältermaterials beim Erwärmen. Bemerkung: Untersuchungen vie-

Vol.- % Gas (Methan) in Luft Erstickungsgefahr durch Sauerstoff-Mangel 28 Methan (CH,) zu fett abbrennbar nur unter zusätzlichem Luftzutritt 15 obere Explosionsgrenze explosibler Bereich Verbrennung mit selbstständiger Flammenfortpflanzung 5 untere Explosionsgrenze zu mager, weder abbrennbar, noch explosibel

Bild 5: Explosionsbereich von Methan

ler Brände haben gezeigt, daß etwaig vorhandene Sicherheitsventile oft keine ausreichende Druckentlastung bringen.

Wichtig: Alle Druckbehälter können bei Erwärmung zerknallen, unabhängig von der Art des gespeicherten Gases.

Auch wenn sich in einer Gasflasche harmlose Druckluft (wie bei den Atemluftflaschen der Feuerwehr) befindet, kommt es bei übermäßiger Erwärmung zum Zerknall.

Nach dem Zerknall tritt Gas aus; die weiteren Folgen hängen von den Eigenschaften des Gases ab: bei brennbaren Gasen erfolgt anschließend meist noch eine Explosion. Bei tiefkalt verflüssigten Gasen besteht Erfrierungsgefahr, bei giftigen Gasen Vergiftungsgefahr usw.

Mit Flüssigkeiten voll gefüllte Behälter (Fässer, Tanks usw.) können bei Erwärmung auch bersten: durch die viel größere Ausdehnung der Flüssigkeit im Vergleich zum Behältermaterial kommt es zu einem Überdruck und unter Umständen zu einem Aufreißen des Behälters.

Die Fettexplosion

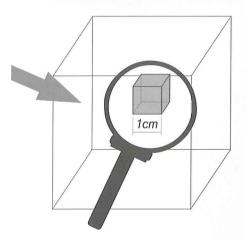
Eine Fettexplosion kommt zustande, wenn Wasser in auf über 100° C erwärmte brennbare Flüssigkeiten oder Fette gelangt. Es kommt zu einem schlagartigen Verdampfen des Wassers. Aus einem Liter Wasser entstehen ca. 1700 Liter Wasserdampf; dadurch wird die brennbare Flüssigkeit eruptionsartig hochgeschleudert und zerstäubt. An diesen physikalischen Vorgang schließt sich eine Verbrennung/Explosion (=chemischer Vorgang) an, wenn die mit Luft gemischten Flüssigkeitströpfchen entzündet werden.

Der Fliehkraftzerfall

Hierbei handelt es sich um einen rein physikalischen Vorgang. Die bei der Kreisbewegung (Rotation) entstehenden Zentrifugalkräfte können zu einer Zerstörung des Werkstoffes, zum Fortschleudern von Teilen und Trümmern von Maschinen führen.

(Fortsetzung auf Seite 10)

1.000.000 Würfel aus Holz 1cm x 1cm x 1cm



Menge Gewicht: Oberfläche: 1m³ (unverändert) ca. 600 kg (unverändert) 600m² bzw. 1m² je kg

= 100 x größere Oberfläche

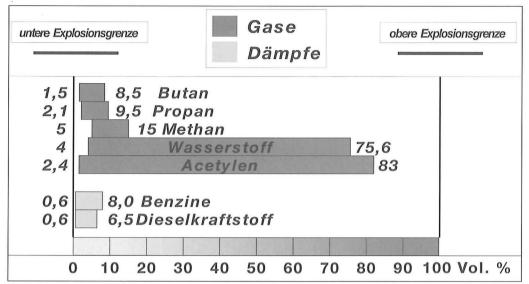


Bild 6: Beispiele für Explosionsgrenzen von Gasen und Dämpfen

(Fortsetzung von Seite 9)

Ursache, Vorkommen, Erkennbarkeit

Vorkommen

Brennbare Flüssigkeiten und Gase werden in allen Bereichen des öffentlichen Lebens benötigt und eingesetzt. Als Energieträger werden sie in Handwerk und Industrie zum Antrieb von Maschinen, im privaten Bereich in 1. Linie für Heizung und Warmwasseraufbereitung eingesetzt. Das Heizöl wird in Südtirol zur Zeit stark von Erdgas und Flüssiggas zurückgedrängt. Man muß sich bewußt sein, daß dadurch die Gefahren stark zunehmen. Das Heizöl ist als brennbare Flüssigkeit der Klasse A III (hoher Flammpunkt) bei Freiwerden im Hinblick auf Brandund Explosionsgefahr harmlos; bei Freiwerden von brennbaren Gasen besteht akute Explosionsgefahr.

Gase werden auch für Kühlzwecke und zur Konservierung von Lebensmitteln eingesetzt und im medizinischen Bereich verwendet

Auf der Straße und Schiene werden Gase und brennbare Flüssigkeiten in großen Mengen transportiert. Die Feuerwehren müssen somit nicht nur in vielen Gebäuden sondern auch auf den Transportwegen mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen rechnen. Die Lagerung von Flüssigkeiten erfolgt

in drucklosen Behältern. Gase werden in Druckbehältern verdichtet, verflüssigt oder unter Druck gelöst aufbewahrt: dadurch ist es möglich viel Gas in einem Behälter zusammenzufassen (Wirtschaftlichkeit).

Mit brennbaren Stäuben ist insbesondere in folgenden Betrieben zu rechnen:

- selten begangene Räume (z.B. Dachböden),
- holzverarbeitende Betriebe (Späne, Schleifstaub),
- Lebensmittelindustrie (Mehl, Zucker, Futtermittel),
- Chemische Industrie (Farbenindustrie, Düngemittel),
- Pulvermetallurgische Betriebe (Metallpulver)

Fettexplosionen treten häufig in Küchen auf, wenn in den brennenden Fettopf zum Löschen fälschlicherweise Wasser eingebracht wird.

Ein **Fliehkraftzerfall** ist bei drehenden Maschinen, Zentrifugen, Rotoren usw. möglich.

Ursache

Eine Explosion von brennbaren Gasen und Flüssigkeiten ist nur möglich, wenn diese Stoffe frei werden, sich mit Luft im richtigen Verhältnis vermischen und gezündet werden. Mögliche Ursache für ein unkontrolliertes Freiwerden sind:

- undichte Ventile
- Leck an Behältern, Leitungen, durch Unfälle, Alterung, Korrosion, usw.
- Zerknall (Bersten) von Behältern durch Druck, Temperatur,

Die Vermischung mit der Luft erfolgt bei brennbaren Flüssigkeitsdämpfen und Gasen von selbst. Anders ist die Situation bei brennbaren Stäuben: zur Vermischung ist eine Aufwirbelung des Staubes notwendig. Zur Aufwirbelung kann bereits ein Luftzug genügen; auf keinen Fall darf in Bereichen mit Stäuben der Wasservollstrahl

eingesetzt werden, dies kann zu einer gefährlichen Aufwirbelung führen.

Auslösender Moment für die Explosion eines zündfähigen Gemisches ist die Zündquelle, die bereits angesprochen wurde.

Ein Druckbehälterzerknall wird durch übermäßige Erwärmung, die zu einem Druckanstieg und einen Festigkeitsverlust des Behältermaterials führt, verursacht. Ursache für die Erwärmung ist in der Regel ein Umgebungsbrand, der zu einer Beflammung und Wärmebeaufschlagung führt. Druckanstieg kann darüber hinaus in Sonderfällen auch durch eine chemische Reaktion im Inneren des Behälters erfolgen. Dies ist bekanntlich bei Azetylengasflaschen möglich; ab einer Temperatur von 300° C kann eine Azetylenzersetzung einsetzen, die zu einer Druckerhöhung und den Flaschenzerknall führt. Eine Azetylenzersetzung kann eingeleitet werden durch einen Flammenrückschlag vom Brenner her oder durch äußere Erwärmung bei einem Umgebungsbrand.

Die Gefahr der Entstehung einer **Fettexplosion** ist vergleichsweise

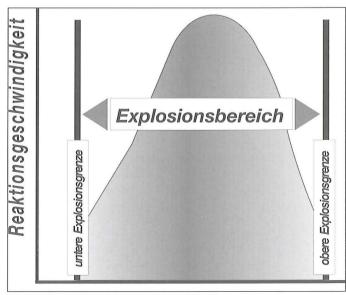


Bild 7: Unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit innerhalb des Explosionsbereiches



Verdoppelung des Fülldruckes bei Erwärmung um jeweils 300°C



Zerknall durch
Druckanstieg im Behälter
und Festigkeitsverlust des
Behältermaterials bei
übermäßiger Erwärmung
(Bei brennbaren Gasen
anschließend Explosion)

Bild 8: Druckbehälterzerknall bei Erwärmung

gering, sie entsteht in erster Linie bei unsachgemäßer Anwendung des Löschwassers.

Zu einem Fliehkraftzerfall kommt es, wenn z.B. durch überhöhte Drehzahlen Zentrifugalkräfte entstehen, die die Festigkeit des Werkstoffes überschreiten und zu einer Zerstörung durch Auseinanderfliegen eines Schwungrades, Turbinengehäuses oder ähnlichem führen.

 Ortskenntnis und vorbereitete Unterlagen

Im eigenen Pflichtbereich muß die Feuerwehr ortskundig sein, d.h. Betriebe und Gebäude kennen, in denen eine Explosionsgefahr möglich ist (Lagerung, Verwendung brennbarer Flüssigkeiten und Gase, Druckgasbehälter, produktionsbedingtes Entstehen von Stäuben usw.)

Erkennbarkeit

Die grundsätzlichen Möglichkeiten zum Erkennen von gefährlichen Stoffen (dazu gehören auch die brennbaren Gase, Flüssigkeiten und Stäube) wurden bereits im Teil 5 (Die Freiwillige Feuerwehr 1/97) erläutert, es sind dies:

- menschliche Sinnesorgane (Sehen, Hören, Riechen, Schmekken, Fühlen)
- Meßgeräte
- Kennzeichnung (Gefahrzettel, Warntafel, Farbkennzeichnung usw.)
- Informationen durch Betriebsangehörige, Fahrer, Hersteller, Datenbanken, Fachleute, usw.



Bild 9: Meßgerät zum Erkennen einer Explosionsgefahr

Bei Austritt von brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen läßt sich die Ausbreitung der Dämpfe und Gase grob aufgrund des Dampfdichtverhältnisses abschätzen bzw. mit Ausbreitungsmodellen ungefähr berechnen (vgl. dazu Teil 3 »Ausbreitung« – Die Freiwillige Feuerwehr 3/96). Eine vorhandene Explosionsgefahr kann nur durch geeignete Meßgeräte – sog. Explosimeter – ermittelt werden. Die Explosimeter liefern für die verschiedenen brennbaren Gase und Dämpfe keine genauen Meßer-

und Einflußgrößen (Behälterinhalt bzw. Behälterdruck, tatsächliche Erwärmung, Festigkeit des Materials usw.).

Meßgeräte – etwa eine Infrarot-Wärmebildkamera zum Feststellen von Temperaturen und Füllstand stehen in der Regel nicht zur Verfügung.

Hohe Temperaturen können nur durch Wärmestrahlung, verschmorende Farbanstriche, Schlieren/Flimmern in der Luft, starkes Verdunsten bzw. Verdampfen von aufgebrachtem Kühlwasser er-



Bild 10: Im eigenen Pflichtbereich muß die Feuerwehr ortskundig sein – Beispiel Standorte von Flüssiggastanks.

gebnisse, es ist aber möglich damit den Gefahrenbereich einzugrenzen bzw. das Vorhandensein einer Explosionsgefahr festzustelen. Bei den Messungen ist zu beachten, daß das Ergebnis immer nur für den jeweiligen Ort und Zeitpunkt Gültigkeit hat.

Die tatsächlichen Gefahren eines **Druckgefäßzerknall** kann an der Einsatzstelle bei Beflammung/Erwärmung von Druckbehältern nicht bzw. kaum abgeschätzt werden. Es gibt zu viele Unbekannte

kannt werden. Über den Füllstand bzw. Behälterdruck kann aus der Entfernung keinerlei Aussage gemacht werden.

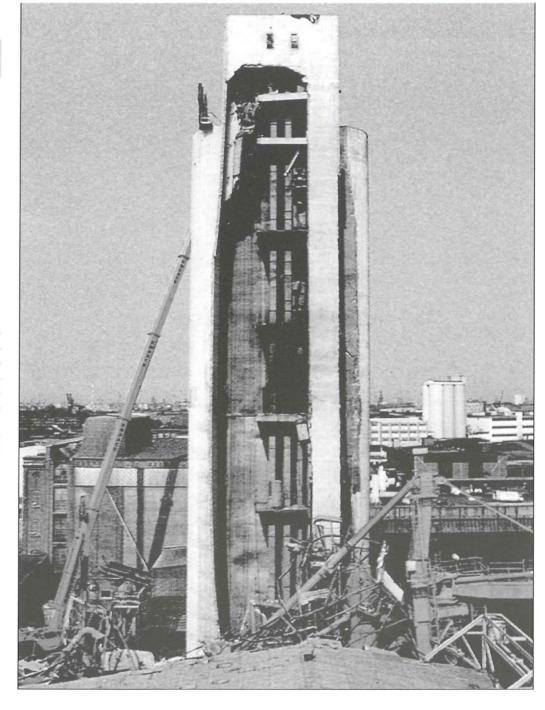
Auch beim **Fliehkraftzerfall** ist ein Erkennen schwierig; eine überhöhte Drehzahl kann unter Umständen erkannt werden, ein durch Alterung bzw. Materialfehler bedingter Festigkeitsverlust des Werkstoffes ist mit freiem Auge nicht beziehungsweise kaum feststellbar.

(Fortsetzung in Ausgabe 2/98)

Explosion

Einleitung

In der Ausgabe 1/98 wurden die in der Gefahrengruppe "Explosion" zusammengefaßten Vorgänge beschrieben sowie Ursachen, Vorkommen und Erkennbarkeit aufgezeigt. In der folgenden Fortsetzung werden die Wirkungen und Gefahren behandelt sowie die Möglichkeiten zum Schutz und der Gefahrenabwehr besprochen.



Durch Staubexplosion zerstörter Futtersilo in Hamburg.

Gefahren der Einsatzstelle und Gefahrenabwehr

Teil 9 - Explosion (Fortsetzung aus Ausgabe 1/98)

von Schulleiter Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Wirkungen, Gefahren

Alle beschriebenen Vorgänge haben ähnliche zerstörerische Wirkungen und sind durch einen mehr oder weniger heftigen Knall begleitet.

Folgende Wirkungen treten im einzelnen auf (vgl. auch Bild 2):

- Explosion: Druckwelle, Flammenfront (bei Sprengmitteln: Druckwelle, Feuer, Splitter)
- Druckbehälterzerknall bei nicht brennbarem Inhalt: Druckwelle, Trümmer
- Druckbehälterzerknall bei brennbarem Inhalt: Druckwelle, Trümmer, Feuerball
- Fettexplosion: Herausschleudern heißer Flüssigkeit, Druckwelle, Feuerball
- Fliehkraftzerfall: Trümmer Vor allem die Höhe des auftretenden Druckes ist ausschlaggebend für das Ausmaß der Zerstörung (vgl. Tabelle 1). Jeder Feuerwehrmann kennt die Hebekissen und

weiß, daß man mit relativ geringen Drücken große Kräfte erzeugen kann. Ein Druck von nur 0,1 bar (= 0,1 kg/cm²) übt auf eine Tür mit der Fläche von 2 m² bereits eine Kraft von 2 Tonnen (20 kN) aus. Ein Überdruck von nur 1,7 bar reicht so bereits aus, ein Gebäude vollständig zu zerstören.

Gas- oder Dampf-Luftgemische in der Nähe der Explosionsgrenze entwickeln bei der Zündung Drücke bis zu 1 bar (man spricht von **Verpuffungen**). Die Folgen an Gebäuden sind zerstörte Fensterscheiben, unter Umständen aus Türrahmen herausgedrückte Türen; Menschen kommen meist noch mit Prellungen, Schnitt- und Brandverletzungen davon.

Im idealen Mischungsverhältnis mit Luft beträgt der Druck bereits 1 bis 10 bar (man spricht von einer **Explosion**). Gebäude werden teilweise bis vollständig zerstört, Menschen erleiden sehr schwere Verletzungen, zum Teil mit Todesfolge.

Noch höhere Drucke sind möglich bei Mischung von brennbaren Gasen und Dämpfen im richtigen Verhältnis mit reinem Sauerstoff, sowie bei Sprengstoffen (man spricht von **Detonationen**). Gebäude werden total zerstört, es entsteht ein großer Bereich der Verwüstung. Menschen werden geradezu zerfetzt.

Die Folgen der Druckeinwirkung können der Tabelle 1 und Bild 2 entnommen werden.

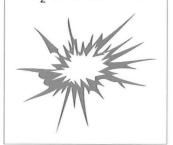
Die außer dem Druck auftretenden hohen Temperaturen der Flammen verursachen in vielen Fällen einen schlagartig einsetzenden Brand in der Umgebung.

Die Auswirkungen des **Druck-behälterzerknalls** sind zum einen eine Druckwelle und das Wegschleudern des Behälters oder von Behälterteilen auch mehrere hundert Meter weit, zum anderen bei brennbaren Gasen eine anschließende Explosion mit großem Feuerball und einer entsprechenden Druckwelle.

Bei der Freisetzung druckverflüssigter Gase (Propan/Butan) kann es zu äußerst heftigen Explosionen kommen, wobei - je nach freigewordener Gasmenge - ganze Stadtviertel verwüstet werden können.

Raumexplosion

O2 aus der Luft



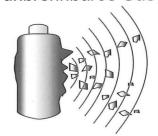
Sprengexplosion

O₂ aus dem Sprengstoff



Behälterzerknall

unbrennbares Gas



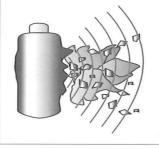
Druckwelle Feuerfront

Druckwelle Feuer Splitter

Druckwelle Trümmer

Behälterzerknall

brennbares Gas



Fettexplosion



Fliehkraftzerfall



Druckwelle Trümmer Feuerball

heiße Flüssigkeit Druckwelle Feuerball

Trümmer

Bild 2: Wirkungen von Explosionen

Man unterscheidet dabei zwei Explosionstypen:

BLEVE steht für Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion = Explosion durch plötzlich freiwerdendes siedendes Flüssiggas: beim Bersten des Behälters verdampft das durch eine Wärmequelle (Umgebungsband) zum Sieden gebrachte Gas schlagartig und verbrennt explosionsartig.

VCE steht als Kürzel für Vapour Cloud Explosion = Explosion einer Dampfwolke. Es handelt sich um die Zündung des ausgetretenen brennbaren Gases.

Die Sicherheitsabstände müssen deshalb in Abhängigkeit der Gasmenge (Tankgröße) entsprechend groß sein. (vgl. Tabelle 2)

Bei **Fettexplosionen** kann der auftretende Feuerball Ausmaße von mehreren Metern Durchmesser und 10 bis 20 Meter Höhe erreichen.

Schutz

Die grundsätzlichen Schutzmöglichkeiten für die Einsatzkräfte vor gefährlichen Stoffen sind auch bei Explosionsgefahr anwendbar; nach der 3-A-Regel sind dies:

Abstand halten:

ausreichender Abstand bietet Schutz vor den Auswirkungen einer Explosion

Abschirmung:

Schutz ist nur durch Deckung möglich, es gibt keine Schutzbekleidung, die vor einer Druckwelle und Trümmern schützen kann; gegen Stichflammen und Hitzeeinwirkung besteht auch nur ein begrenzter Schutz

Aufenthaltszeit:

ist ein Vorgehen in explosionsgefährdete Bereiche nicht zu vermeiden, ist die Aufenthaltszeit kurz und die Anzahl der eingesetzten Kräfte so gering wie möglich zu halten.

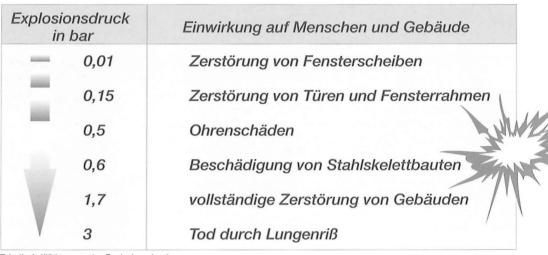


Tabelle 1: Wirkungen des Explosionsdruckes

Gefahrenabwehr

Wenn eine Explosion stattfindet, so sind Schutzmaßnahmen gegen die Auswirkungen im allgemeinen nicht mehr möglich. Deshalb muß vorbeugend und im Einsatz alles getan werden, um eine Explosion zu vermeiden, bzw. ist eine Räumung und auch der Rückzug der Einsatzkräfte aus dem Gefahrenbereich notwendig.

Vorbeugende Maßnahmen

Zu Vermeidung von Explosionen dienen verschiedene Maßnahmen, die

- eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische verhindern sollen (primärer Explosionsschutz); wie z.B.: die Verwendung sicher schließender, widerstandsfähiger Behälter, Leitungen und Armaturen; ausreichende Lüftung; Gaswarngeräte und Sicherungsvorrichtungen zum automatischen Unterbrechen der Gaszufuhr usw.
- eine Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern sollen (sekundärer Explosionsschutz) z.B.: Schaffung von Sicherheitszonen, in denen sich keine Zündquellen befinden dürfen; Verwendung explosionsgeschützter elektrischer Anlagen und Betriebsmittel; Vermeiden von Zündquellen

durch organisatorische Sicherheitsmaßnahmen, Betriebsanweisungen, usw.

- eine Erwärmung/Beflammung oder mechanische Beschädigung von Druckbehältern verhindern sollen: z.B.: Einhaltung von Schutzbereichen in denen die Lagerung brennbarer Stoffe verboten ist; Einzäunung; erdgedecktes Aufstellen von Flüssiggasbehältern; Isolierung von Behältern; Berieselungsanlagen usw.
- die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken sollen: z.B. Einbau von Berstscheiben oder Explosionsklappen zur Druckentlastung von raumumschließenden Flächen (Wänden, Decken); Explosionsunterdrückungsverfahren:

Maßnahmen der Feuerwehr

Wird die Feuerwehr nach einer erfolgten Explosion alarmiert, so sind an der Einsatzstelle zwar durch umfangreiche Brände, Trümmerfelder, Suche nach und Rettung von Verletzten usw. schwierige Aufgaben zu lösen, die Einsatzkräfte selbst sind aber im allgemeinen durch Explosionen nicht mehr gefährdet.

Größte Gefahren bestehen aber, wenn an Einsatzstellen mit einer Explosion erst gerechnet werden muß. Lebenswichtig ist eine gründliche Erkundung und Beurteilung der Lage; Explosionsgefahren müssen schnell erkannt werden und man muß sich richtig verhalten.

Allgemeine Maßnahmen

Die ersten Maßnahmen an der Einsatzstelle sind nach der bereits im Teil 6 "Chemische Stoffe" (Die Freiwillige Feuerwehr 2/97) behandelten "GAMS" - Regel:

Gefahr erkennen

Absperren, Absichern

Menschenrettung

Spezialkräfte alarmieren

Gefahr erkennen: vgl. dazu Abschnitt Erkennbarkeit dieses Artikels

Absperren und Absichern: der in der 1. Phase übliche Sicherheitsabstand von 50 m ist bei Zerknallund Explosionsgefahr nicht immer ausreichend und muß deshalb unter Umständen vergrößert werden (Bild 4). Für Flüssiggasunfälle undbrände gibt es in Abhängigkeit der Mengen Aussagen zu den Sicherheitsabständen und Gefahrenbereichen (vgl. Tabelle 2).

Unter Absicherung ist allgemein zu verstehen:

- Ausbreitung verhindern bzw. Begrenzen durch Abdichten von Leckagen, Auffangen in Behältern, Abdichten von Kanaleinläufen, Schächten usw.
- Brandausbruch/Explosion verhindern durch Vermeiden von Zündquellen, Abdecken mit Schaum, Einsatz des Sprühstrah-

les, Kühlen von Druckbehältern, Belüften von Räumen usw.

Löschangriff vorbereiten

Menschenrettung: die Menschenrettung ist oberste Aufgabe; sie ist unter Beachtung der eigenen Sicherheit so rasch wie möglich durchzuführen.

Wichtig: Da es vor Explosionen keine direkte Schutzmöglichkeit gibt, ist ein Feuerwehreinsatz in Bereichen mit akuter Explosionsgefahr nicht möglich! Es gibt auch für die Feuerwehr Einsatzgrenzen, die beachtet werden müssen!

Spezialkräfte alarmieren: neben der Gefahrgutwehr sind auch andere fachkundige Stellen (Hersteller, TUIS, Störungsdienste der Gaswerke, usw.) zu verständigen.

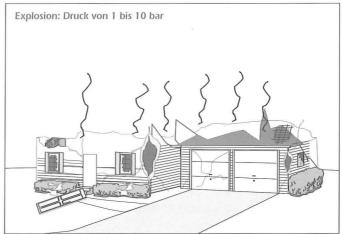
Maßnahmen bei Austritt brennbarer Gase (ohne Brand)

Es gelten folgende grundlegende Verhaltensregeln:

- Sichern und Absperren der Einsatzstelle: Gefahrenbereich gemäß Menge, Dampfdichte des Gases, Windverhältnisse grob abschätzen und großräumig absperren; bei Verfügbarkeit von Meßgeräten, kann der Sicherheitsabstand angepaßt werden; es sind laufend Messungen durchzuführen.
- Stützpunktfeuerwehren, fachkundige Stellen anfordern
- Zündmöglichkeiten beseitigen: Zigaretten, offene Flammen löschen; elektrische Zündquellen durch Spannungsfreischalten außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches ausschalten, usw.
- Räumung des Gefahrenbereiches veranlassen: bei Explosionen ist die Gefährdung von Per-

- sonen in Gebäuden gleich groß oder z.B. durch Einsturz und Splitterbildung sogar größer als im Freien;
- Einsatzpersonal mit Atemschutz (bei Bedarf auch mit Schutzanzügen) ausrüsten: austretende Gase sind Atemgifte, die über die Atemwege, in einigen Fällen auch über die Haut wirken können
- Menschenrettung durchführen
- Brandschutz dreifach aufbauen
- Gaswolke mit Sprühstrahl niederschlagen: wasserlösliche Gase werden dadurch ausgewaschen; auch bei geringer Löslichkeit erreicht man eine Herabsetzung der Konzentration, da nach dem "Injektorprinzip" große Mengen Luft mit dem Sprühstrahl in die Gaswolke geblasen werden
- nicht in verflüssigtes Gas spritzen: dem Wasser wird dabei Wärme entzogen (vgl. Frostberegnung!) und eine viel größere Menge an Gas verdampft
- ausgetretende Flüssigphase von Flüssiggasen mit Leicht- oder Mittelschaum abdecken: dadurch wird die Verdampfung verringert
- Schächte, Abläufe, Kanalisation, Keller etc. abdichten, Fenster und Türen schließen: viele Gase sind schwerer als Luft und dringen deshalb in tiefer gelegene Bereiche ein, sammeln sich dort und bauen gefährliche Konzentrationen auf
- Gaszufuhr absperren oder Leckstelle abdichten
- Umpumpen bzw. Abfackeln (nur durch speziell ausgebildete und ausgerüstete Werkfeuerwehren (TUIS) möglich)
- Fahrzeuge mit Leckagen möglichst aus Wohngebieten herausfahren (-ziehen)
- innerhalb von Gebäuden: alle Räume gründlich lüften; eventuell Hochleistungslüfter einsetzen





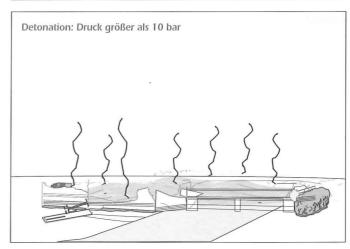


Bild 3: Auswirkungen einer »Explosion« in Abhängigkeit vom entstehenden Druck

Verhalten bei Gasbränden

Wenn das Gas bereits an der Austrittsstelle abbrennt, kann sich keine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Es gilt der Grundsatz:

Brennendes Gas = kontrolliertes Gas

Brennendes Gas ist deshalb nicht abzulöschen, sondern die Gaszufuhr muß abgesperrt werden (Bild 5). Die Umgebung um das brennende Gas ist vor Entzündung zu schützen (Kühlen).

Ist ein Absperren der Gaszufuhr nicht möglich, darf der Gasbrand nur dann gelöscht werden, wenn

für eine Person oder Personen unmittelbare Lebensgefahr durch direkte Flammeneinwirkung oder Wärmestrahlung besteht. Vorher ist jedoch zu prüfen, ob die Flamme bzw. die Strahlung nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Stahlblechplatten - für kurze Zeit würde eine Holzplatte ausreichen, auch wenn sie sich entzündet!) abgeschirmt werden kann. Zum Löschen eines Gasbrandes ist dann in der Regel Pulver einzusetzen. Wasser kann im Vollstrahl zum Ausschlagen einer Gasflamme benützt werden.

Maßnahmen bei Druckbehältern im Brandbereich

Folgende Maßnahmen sind zu treffen:

- Gefahrenbereich absperren, räumen
- Umgebungsbrand löschen
- Behälter mit Wasserstrahl kühlen (Bsp. vgl. Bild 5)
- Löschen und Kühlen immer aus sicherer Deckung; gegebenenfalls Rückzug nachdem Wasserwerfer in Stellung gebracht wurden
- nur die unbedingt erforderlichen Einsatzkräfte in der Gefahrenzone belassen
- Notwendigkeit eines Rückzuges prüfen (z.B. bei Gefahr des Behälterzerknalls von Flüssiggastanks)

Hinweis: Bei allen verdichteten und verflüssigten Gasen besteht im wesentlichen nach dem Ablöschen des Brandes keine Zerknallgefahr mehr. Eine Ausnahme bilden die Acetylenflaschen: wenn einmal die gefährliche Zersetzung des Gases eingeleitet wurde, können diese auch noch viele Stunden später zerknallen. Es ist daher eine permanente Kühlung bis zu 24 Stunden notwendig.

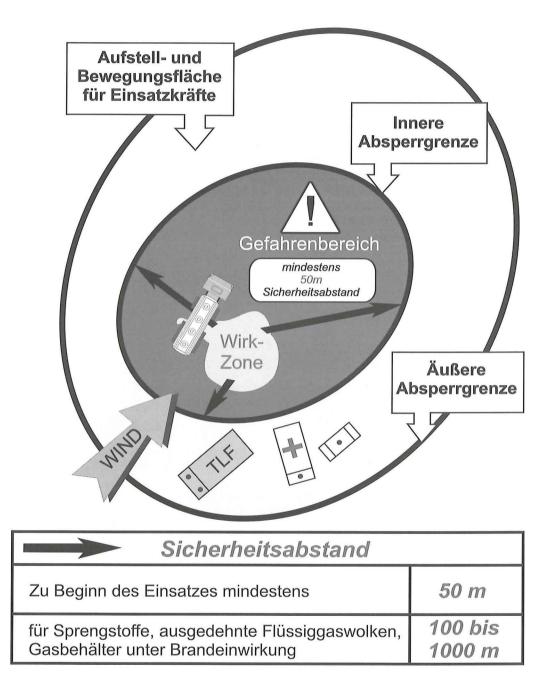


Bild 4: Absperrbereiche beim Gefahrguteinsatz

Maßnahmen bei Austritt brennbarer Flüssigkeiten (ohne Brand).

Für die Maßnahmen ist es wichtig

die Gefahrenklasse beziehungsweise den Flammpunkt der Flüssigkeit zu kennen. Liegt der Flammpunkt nahe oder über den herrschenden Temperaturen an der Einsatzstelle besteht akute Explosionsgefahr.

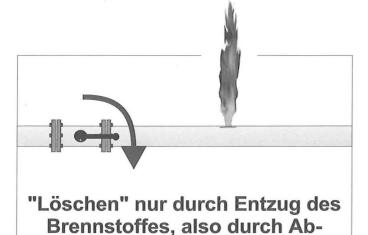
Einsatztaktisch wird unterschieden:

- Austritt ohne akute Explosionsgefahr: bei Flüssigkeiten der Gefahrenklasse III und darüber, bei Gefahrenklasse II bei Temperaturen unter 20 Grad.
- Austritt mit akuter Explosionsgefahr: bei Flüssigkeiten der Gefahrenklasse I, bzw. bei Gefahrenklasse II und Temperaturen über 20 Grad.



Bild 5: Kühlen aus Entfernung und Deckung: Beispiel – Brand eines Flüssiggas-





sperren der Gaszufuhr.

Bild 6: Maßnahmen bei Gasbränden

Erforderliche Einsatzmaßnahmen, wenn keine akute Explosionsgefahr besteht:

- Sichern und Absperren der Einsatzstelle: je nach Umständen ca. 30 Meter absperren; Flüssigkeiten breiten sich auf Oberflächen aus, Geländeprofil beachten
- Stützpunktfeuerwehren und fachkundige Stellen alarmieren
- Zündmöglichkeiten beseitigen
- Einsatzpersonal mit Atemschutz und Körperschutz (Hitzeschutz) ausrüsten
- Menschenrettung durchführen
- Brandschutz aufbauen: Vornahme von Schwerschaumrohren,
 Pulver
- Schächte, Abläufe, Kanalisation abdichten; Gewässer sichern
- Ausbreitung verhindern: Leckstelle abdichten bzw. brennbare Flüssigkeit auffangen und umpumpen
- bei Eintritt in Gewässer: Ölsperren errichten

Wenn akute Explosionsgefahr besteht sind zusätzlich folgende Maßnahmen erforderlich:

 der Absperrbereich ist zu vergrößern: Gebäude innerhalb

- des Gefahrenbereiches sind zu räumen
- die ausgeflossene Flüssigkeit und der Tank müssen geschäumt werden: dazu ist wegen des großen Schaumvolumens immer ein Mittelschaumrohr zu nehmen; Hitzeschutz ist zwingend
- Eindämmen der ausgeflossenen Flüssigkeit: je kleiner die Flüssigkeitsoberfläche, desto weniger Dämpfe entstehen
- ist die Flüssigkeit in größeren Mengen in das Kanalnetz eingeflossen, ist Schaum bzw. so viel wie möglich Wasser einzuleiten; Kanaldeckel sind zu öffnen

Maßnahmen bei Brand brennbarer Flüssigkeiten

- Absperrung vornehmen: der Windrichtung und Hitzestrahlung angepaßt
- Stützpunktfeuerwehren anfordern (Schaum, Pulver, Hitzeschutz)
- bei unmittelbarer Gefahr für Menschen, Rettungsmaßnahmen durchführen
- ansonsten sofort den Brand bekämpfen (wird Zeit vergeu-

det, nimmt die Intensität des Brandes und damit die Gefährdung der Umgebung ungehindert zu)

- Einsatzkräfte mit Atemschutz und Hitzeschutz ausrüsten
- Behälter und Umgebung kühlen
- massiver Löschangriff mit Schwerschaum und Pulver (mit dem Löschpulver sind die Flammen abzuschlagen, mit dem Schaum die Flüssigkeit abzudecken)
- Achtung auf Flammenrückschlag, Rückzündung

Besondere Maßnahmen bei Gefahr von Staubexplosionen

Eine Aufwirbelung des Staubes und damit die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre muß verhindert werden; das bedeutet:

- alle Förderanlagen sind abzustellen,
- kein Einsatz des Wasservollstrahles
- keine Belüftung der Gebäude.

Um nach einer erfolgten Staubexplosion weitere Brände und Explosionen zu verhindern müssen Glutnester abgelöscht werden. Dazu müssen oft Leitungen geöffnet und Filter ausgebaut werden; das Lagergut muß vorsichtig abgetragen werden.

Die Schwierigkeiten bei derartigen Einsätzen seien an Hand von zwei Beispielen kurz angesprochen.

Am 6. Februar 1979 wurde die Bremer Roland-Mühle durch eine Mehlstaubexplosion zerstört. 14 Menschen starben bei dem Unglück. In den 96 Zellen, die 30 Meter hoch waren, lagerten 5600 Tonnen Mehl, das unten an den Abfüllstutzen und oben brannte. Löschen mit Wasser war unmöglich, das aufgewirbelte Mehl hätte neue Explosionen ausgelöst. Damals entschied man sich, das Mehl unter Aufsicht der Feuerwehr brennen zu lassen. Am 17.

März begann der Abbruch des Silos. Aufgewirbelter Staub wurde mit einem Sprühstrahl niedergedrückt. Erst nach elf Wochen war der Einsatz der Feuerwehr beendet

Nach einer **Explosion** in einem **Hamburger Futtermittelsilo** im Jahre **1996** verbrauchte die Feuerwehr während der gesamten Einsatzdauer von rund 4 Wochen 160 t flüssiges Kohlendioxid aus mehreren Tanklastfahrzeugen zum Löschen der Glutnester.

Maßnahmen bei Gefahr eines Fliehkraftzerfalls

Droht bei Maschinen durch überhöhte Drehzahlen ein Fliehkraftzerfall kann die Gefahr durch "Abschalten" der Maschine (z. B. aus sicherer Entfernung durch Unterbrechen der Stromzufuhr bei Elektroantrieb) beseitigt werden.

Gefahr von Fettexplosionen

Der falsche Einsatz des Löschmittels Wassers bei Bränden siedender Öle und Fette muß durch entsprechende Schulung ausgeschlossen werden.

Schluß

Im Rahmen dieses Artikels wurde versucht, die große Gefahr durch Explosionen zu verdeutlichen und Hinweise für Einsatzmaßnahmen zu geben. Der angeführten Literatur können zu einzelnen Bereichen weitere Informationen entnommen werden.

Verwendete und weiterführende Literatur:

- Lemke, Erwin: Handbuch Brandschutz; 6. Auflage ecomed-Verlag, Landsberg
- Bussenius, Siegfried: Wissenschaftliche Grundlagen des

Brand- und Explosionsschutzes, Verlag W. Kohlhammer Stuttgart

- Rempe, Alfons / Rodewald, Gisbert: Brandlehre, Verlag W. Kohlhammer Stuttgart
- Knorr, Karl-Heinz: Die Gefahren der Einsatzstelle, Verlag W. Kohlhammer Stuttgart
- Oberhollenzer, Christoph: Gase -Gefahren und Einsatztaktik: Die Freiwillige Feuerwehr - Südtirols Feuerwehrzeitung 2,3,4/94
- Uelpenich, Gerd: Freisetzung druckverflüssigter Gase: Gefährdungsabschätzung - brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 10/1993
- Rodewald, Gisbert/Heuschen, Reiner: Gefährliche Stoffe und Güter, Verlag W. Kohlhammer Stuttgart
- Bayerisches Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz: Merkblatt "Flüssiggas" 1. Auflage 1988
- Berufsfeuerwehr Wien: Unterlagen zur Offiziersausbildung
- Der Feuerwehrmann auf der Schulbank Nr. 5, 18, Verlag Jürgen Jamelle Bochum
- Österreichischer Bundesfeuerwehrverband: Unterlagen zum Seminar Gefahrenlehre für höhere Feuerwehr-Führungskräfte
- Feuerwehr-Dienstvorschrift 14, Gefährliche Stoffe und Güter, Stand 1990/94, Verlag W. Kohlhammer Stuttgart
- Widetscheck, Otto: Der kleine Gefahrguthelfer, Verlag Leopold Stocker, Graz
- Rutz, Frank-Michael: Kleiner Funken, große Wirkung - Bericht über die Explosion in einem Hamburger Futtermittelsilo, schaden prisma 3/96, Verlag Walter Grützmacher, Berlin

Flüssiggasunfälle und -brände	: Sicherheitsabstände u	nd Gefahrenbereiche
-------------------------------	-------------------------	---------------------

Behälterart	Volumen	größte Lagermasse	Sicherheitsab- stand für Einsatz- kräfte unter Hitzeschutz-	Gefahrenbereich primär sekundär	
	[m³]	[kg]	kleidung [m]	[m]	[m]
Druckgasflaschen	≤ 0,08	33	15	50	100
Druckgasbetriebene Kraftfahrzeuge	0,1	40	15	100	100
Private Versorgungs- anlage, Kompaktanlage	2,7 4,9	1200 2100	50*	150	400
Lkw Einzelfahrzeuge bis 5t Ladegewicht	6	2500 5000	75*	150	400
Lkw Lkw mit Anhänger Sattelzüge	20 36	9000 16000	100*	200	750
Eisenbahn- kesselwagen	62 110	26000 46000	150*	250	1000
Speicher- anlagen und Binnenschiffe	≤ 250 ≤ 1000 >1000	100000 430000 > 430000	200* 300* 500*	300 500 800	1500 2000 2500

^{*} Zum Instellungbringen von Löschgerät ggf. zu unterschreiten

Der Sicherheitsabstand der Einsatzkräfte richtet sich nach dem Ausdehnungsbereich eines möglichen Feuerballs bei der Zündung eines Gas - Luft -Gemisches. Zum Instellungbringen von Löschgeräten kann dieser Abstand unterschritten werden. Die Einsatzkräfte sollen dabei Hitzeschutzausrüstung tragen. Wenn Druckbegrenzungsventile (Sicherheitsventile) öffnen oder sich die Lackierung der Behälter verfärbt, sind die Abstände auf die des primären Gefahrenbereichs zu vergrößern.

Als **primärer Gefahrenbereich** wird ein kreisförmiges Gebiet um die Schadenstelle bestimmt, das unverzüglich von Unbeteiligten zu räumen ist. Dieser Bereich darf nicht zu groß werden, um in kürzester Zeit geräumt werden zu können. Die Radien wurden für verschiedene Behältertypen einheitlich festgelegt. Die Abstände ergeben sich aus der Abschätzung nach dem Ausdehnungsbereich einer Druckwelle bei p=0,2 bar und dem Ausbreitungsradius eines Gas - Luft - Gemisches bei Windgeschwindigkeiten von u = 2 m/s bis 4 m/s. Eine Auf- oder Abrundung auf gerade, leicht abschätzbare Entfernungen wurde außerdem vorgenommen.

Als sekundärer Gefahrenbereich wird eine kreisförmige Fläche um die Schadenstelle gelegt, deren Räumung von Unbeteiligten nach der Räumung des primären Gefahrenbereichs notwendig ist. Außerhalb dieses Bereichs besteht nur dann eine Gefahr, wenn zündfähiges Gas- Luft- Gemisch durch den Wind oder durch topographische Verhältnisse vertragen wird.

Tabelle 2: Sicherheitsabstände bei Flüssiggasunfällen und -bränden (Quelle: Richtlinie »Gefahren und Gefahrenabwehr bei Lagerung und Transport von Flüssiggas« des Innenministers Nordrhein - Westfalen; Brandschutz 7/89)

