

Chemische Risiken im Kanton Zürich:

Wird man durch Schaden klug?

Wer mit dem Vollzug der Störfallverordnung in Berührung kommt, sei es in einem betroffenen Betrieb, in behördlicher Funktion oder als Konsument von Publikationen der Vollzugsstellen (im Kanton Zürich die Koordinationsstelle für Störfallvorsorge), mag sich vielleicht die Frage stellen, wie die Beurteilungen von Gefährdungen und Risiken zustandekommen. In diesem Beitrag wollen wir am Beispiel des «Szenariendenkens» einen kleinen Einblick in die Denk- und Vorgehensweise geben, die hinter dieser Arbeit steht.

Störfallvorsorge baut auf Erfahrung

Wir alle kennen die beängstigenden Meldungen über «Chemiekatastrophen», die in den letzten Jahrzehnten periodisch für formatfüllende Mediens Schlagzeilen gesorgt haben. Die Namen sind uns geläufig: Seveso, Bhopal, Flixborough, Schweizerhalle, Piper Alpha, Exxon Valdez usw. Doch so tragisch die Ereignisse im einzelnen auch gewesen sind,

ganz nach dem alten Sprichwort: «Aus Schaden wird man klug» haben sie uns auch viele Erkenntnisse gebracht, die wir ohne diese schmerzlichen Erfahrungen nicht erhalten hätten.

Durch die Analyse dieser Störfälle haben Firmen, Behörden und Experten Lehren gezogen, die dazu beitragen können, dass in Zukunft solche katastrophalen Schäden noch seltener werden. Dies ist erklärermassen das Ziel der Störfallvorsorge, denn: Aus Schaden wird man zwar klug, aber ohne Schaden lebt man doch besser.

Uns fehlen die Störfälle!

Glücklicherweise sind – allen Unkenrufen über unsere hochtechnisierte Gesellschaft zum Trotz – grössere Ereignisse mit gefährlichen Chemikalien heute bereits sehr selten. Doch genau dies ist die Crux bei der Arbeit für die Störfallvorsorge. Wie soll man die möglichen Gefahren bei Lagerung, Produktion oder

Redaktionelle Verantwortung für diesen Beitrag:
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Koordinationsstelle für Störfallvorsorge
Dr. Jesper Hansen
8090 Zürich
Telefon 01 291 41 41

Verletzte bei Gasausbruch
 Basel Chemieunfall

Unklare Schadstoffbelastung nach Brand in Hoechst-Werk

GE: alerte gaz!

Undichter Kesselwagen
 Giftige Dämpfe entweichen

Giftige Zyanidlösung in der Sitter

Giftgas im Sportzentrum: Besucher flohen ins Freie

Chemieunfälle sorgen in der Presse immer wieder für Schlagzeilen.

STÖRFALLVORSORGE



Eine wichtige Zielsetzung der Störfallvorsorge ist, störfallbedingte Schäden an Gewässern zu verhindern.

Pro Natura

Transport von chemischen Stoffen oder Erzeugnissen beurteilen, wenn die konkrete Erfahrung mit Störfällen fehlt? Oder anders gefragt: Wie wird man auch ohne Schaden klug? Mit der realistischen Vorstellung von katastrophalen Schadensfällen haben die meisten ohnehin Schwierigkeiten. Anders als bei den Gefahren der alltäglicheren Aktivitäten – wie Autofahren, Skifahren oder Bergsteigen – fehlt in der Regel die unmittelbare Erfahrung aus der direkten Umgebung.

So bleibt als einziger Ausweg, statt aus den eigenen Erfahrungen, aus den gesammelten Erfahrungen anderer zu lernen. Man muss alle zugänglichen Quellen ausschöpfen, die über den genauen Ablauf von Störfällen Aufschluss geben und daraus eine Art synthetische Erfahrung aufbauen.

Besonders bedeutsam, weil viel häufiger, sind dabei die kleineren Ereignisse oder die «Fast-Störfälle», bei denen es gerade noch glimpflich abgelaufen ist. Leider sind Informationen darüber im allgemeinen Aussehen nur schwer zugänglich, doch sind in den meisten Betrieben Erfahrungen mit solchen «Streifschüssen» vorhanden.

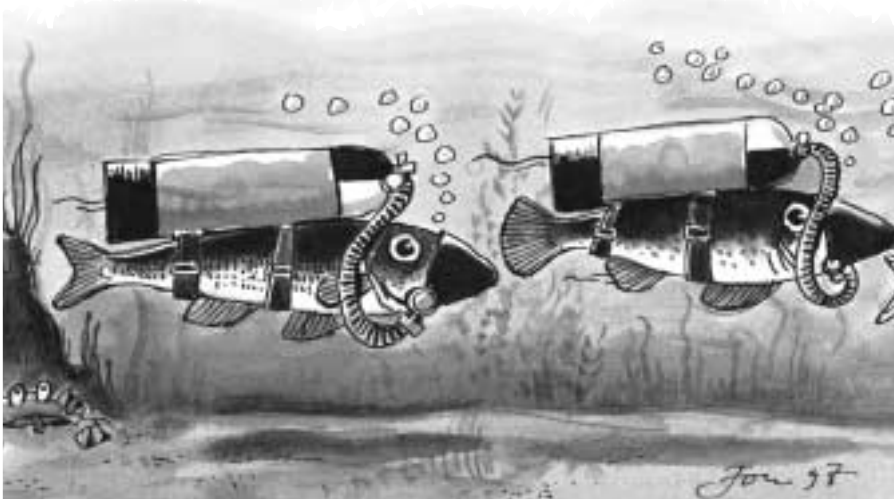
Wozu Szenarien?

Ein Mittel bei der Beurteilung potentieller Störfallauswirkungen ist neben der Auswertung bekannter Ereignisse oder Fast-Ereignisse das Denken in Szenarien.

Szenarien sind eine Art virtueller Störfälle, die aus der gegebenen Situation im konkreten Betrieb unter Anwendung der erwähnten «synthetischen Erfahrung» konstruiert werden. Man muss sich mit anderen Worten überlegen, was wie wo freigesetzt werden kann,

nom commercial du produit	LC ₅₀ ou EC ₅₀ [mg/l]	matière active déterminante
Dyfonate 5G	0.02	Fonofos
Dyfonate Emulsion	0.004	Fonofos
Dynastie	0.02	Dichlofluamid
Dyrene 480 SC	0.18	Anilazine
Edat	0.25	Bromoxynil
Endosulfan (agro, etc.)	0.0034	Endosulfan
Ephc	0.013	Parathion
Euparen-Kupfer	0.03	Dichlofluamid
Euparen WG50	0.02	Dichlofluamid
Evisect S	0.08	Thiocyclanhydrihydrogenoxalat
Faneron	0.18	Bromphenoxim
Faneron Extra	0.27	Bromphenoxim
Fenom 100 EC	0.0014	Cypermethrin
Fenlin Super	0.17	Fenlin acetate
Firodal	0.23	Bromphenoxim
Fielos 15	0.002	Chlorfenvinphos
Fielos Granulat	0.003	Chlorfenvinphos
Folcur E	0.03	Dichlofluamid
Fusatox-wp Royal	0.39	Anilazine
Gamasat	0.26	Thiram (TMTD)
Gladiator	0.05	Deltamethrin
Hostaquick	0.004	Heptenophos
Intraseol	0.3	Carbofuran
Katovos one shot	0.0027	Dichlorvos (DDVP)
Lincosol	0.48	Linuron
Linuron (50, LG, 50 S, etc.)	0.24	Linuron
... plus	0.48	...

Viele Agrochemikalien sind selbst in kleinsten Mengen stark gefährdend für Wasserorganismen (Auszug einer Produktliste).



Durch gezielte Massnahmen lassen sich Umweltschäden minimieren.

Miljø Danmark

und wen es dann warum betreffen könnte. Dabei müssen meistens – im Interesse der Verhältnismässigkeit des Aufwandes – starke Vereinfachungen in Kauf genommen werden. Die auf dieser Weise erdachten möglichen Schäden können dann mit den gesetzten Schutzziele verglichen werden, um einen eventuellen Handlungsbedarf festzustellen.

Was will die Störfallverordnung?

Im Zweckartikel der Störfallverordnung heisst es: «Diese Verordnung soll die Bevölkerung und die Umwelt vor schweren Schädigungen infolge von Störfällen schützen.»

Was ist denn nun eine schwere Schädigung?

Das BUWAL hat im Handbuch I zur Störfallverordnung und in der Richtlinie «Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung» die schwere Schädigung wie folgt definiert:

- Die Grössenordnung von 10 Todesopfern oder
- Die Grössenordnung von 100 Verletzten oder
- Die Verunreinigung von etwa 1 Mio. m³ Wasser oder 1 km² Wasseroberfläche oder
- Der Ausfall einer Grundwasserfassung im Ausmass von etwa 10 000 Personenmonaten oder
- Die Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit von etwa 0.02 km² x Jahre während der Dauer von mindestens einem Jahr oder
- Sachschäden von etwa 50 Mio. Franken.

Der Regierungsrat des Kantons Zürich hat die Schutzziele für die Verhältnisse des Kantons konkretisiert und in einem Regierungsratsbeschluss zusätzlich festgelegt, dass ein schwerer Schaden eintritt wenn beispielsweise:

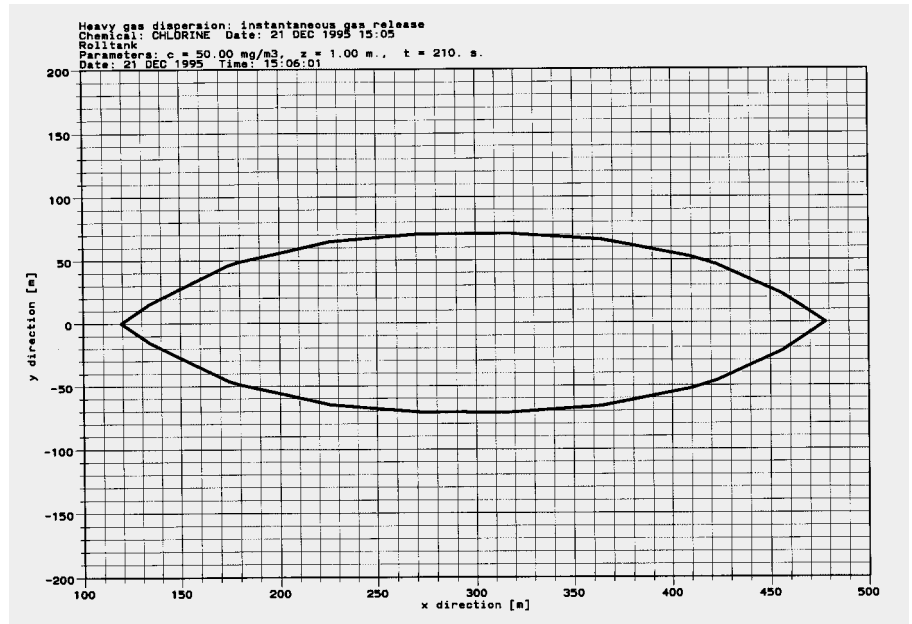
- mehr als 1% des Zürichsees oder mehr als 10% des Greifensees oder des Pfäffikersees stark verunreinigt wird oder
- ein Fluss von grosser oder mittlerer Bedeutung auf einer Fläche von mehr als 50 ha stark verunreinigt wird oder
- in einem bedeutenden Grundwasservorkommen während Wochen, bzw. in einem mittleren Grundwasservorkommen während mehr als einem Jahr die Nutzung verunmöglich wird.

Ich baue mir einen Störfall...

Wie geht man nun vor, um diese Szenarien zu erstellen?

Als erstes stellt sich die Frage, welche Stoffe vorhanden sind, ob und in welchen Dosierungen sie für Personen oder für die Umwelt schädlich sein können. Um das zu beantworten, benötigt man exakte Informationen über die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Stoffe. Immer wieder stösst man dabei auf Schwierigkeiten, denn insbesondere die toxikologischen Wirkungen oder die Umwelteffekte sind bei sehr vielen Stoffen nicht oder sehr mangelhaft erforscht. Auch die vielen Stoffgemische und gewerblichen Produkte, deren genaue Zusammensetzung oft auch nicht bekannt ist, sind häufig schwer zu beurteilen.

Ist eine schädigende Wirkung denkbar, muss man als nächstes gleichsam seine kreative Böswilligkeit aktivieren und nach Möglichkeiten suchen, die gefährlichen Stoffe freizusetzen, damit sie ihre Wirkung entfalten können. Auch dieser Prozess ist selbstverständlich nicht als freies Phantasieren zu verstehen, sondern es stehen hier bewährte Methoden zur Verfügung, um systematisch vorzugehen: Checklisten, Schwachstellenanalyse, Gefahrenanalyse, Fehler- und Aus-



Mit speziellen Computerprogrammen kann man Auswirkungen von Störfällen simulieren und beispielsweise darstellen, in welchem Umkreis Gesundheitsschäden zu erwarten sind.

falleffektanalyse usw. erlauben es, bei Anlagen und Prozessen Problemstellen zu identifizieren.

Als nächsten Schritt muss man den Wirkungsbereich der freigesetzten Stoffe in der Umgebung ermitteln. Dieser wird einerseits durch die Stoffeigenschaften bestimmt, andererseits

durch die Art der Freisetzung. Breitet sich beispielsweise der Stoff in der Luft aus oder wird er über den Wasserpfad freigesetzt? Besonders wichtig ist natürlich die Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse – Topographie, Kanalisations- und Gewässerverlauf, Meteorologie usw. – in der Umgebung des Standortes.

Wiederum stehen für die Abschätzung des Wirkungsbereiches, je nach Freisetzungsvorgang und angepasst an die jeweilige Komplexität der Szenarien, auch zahlreiche wissenschaftliche Hilfsmittel zur Verfügung. Physikalische Modelle ermöglichen Computersimulationen von Ausbreitungsvorgängen in der Atmosphäre oder in Gewässern. Sie lassen Aussagen über Schadstoffkonzentrationen zu oder liefern Angaben über Wirkungen von Bränden und Explosionen.

Schliesslich muss man abschätzen, welche Schäden innerhalb des gefundenen Wirkungsbereiches verursacht werden können. Auch hier greift man auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse zurück. Aus der Medizin, der Toxikologie und der Ökotoxikologie werden beispielsweise Zusammenhänge zwischen Stoffkonzentrationen, Dauer der Einwirkung und Umfang der Schädigungen abgeleitet. Zusammen mit den Abschätzungen der Anzahl potentiell exponierter Personen lassen sich unter anderem dann Aussagen über die mutmassliche Zahl möglicher Todesopfer und Verletzter ableiten.

Beispiel 1: Brandszenario

Eine Scheune wurde als Lager für landwirtschaftliche Hilfsstoffe umgenutzt. Im alten Holzbau lagern unter anderem etwa 600 t Düngemittel (Harnstoff, NPK-Dünger, Ammoniumnitrat) und kleinere Mengen verschiedener Pflanzenschutzmittel (insgesamt 1 t). Unmittelbar neben dem Betrieb fliesst ein grösserer Fluss vorbei. Die nächstgelegenen Wohnhäuser einer Kleinstadt sind ca. 1 km entfernt.

An einem Frühlingstag mit niedriger Wolkendecke meldet ein Nachbar um 6 Uhr morgens Rauch und Flammen aus dem Lager. Bis die Feuerwehr eintrifft, steht das Holzgebäude in Vollbrand, und rotbraune Rauchwolken steigen hoch.

Um den Brand zu kontrollieren und einen benachbarten Gastank zu schützen, muss die Feuerwehr grosse Mengen Löschwasser einsetzen. Trotz Bemühungen, das Löschwasser zurückzuhalten, gelangen auf Grund der ungünstigen Kanalisationsverhältnisse während einer Stunde rund 12 t Dünger und 50 kg stark fischtoxische Pflanzenschutzmittel (Organophosphate und Pyrethroide) mit dem Lösch-

wasser in den Fluss. Bei einer Wasserführung von ca. 45 m³/s erreicht die Düngerkonzentration im Wasser etwa 60 mg/l, was nicht akut schädigend wirkt. Modellrechnungen ergeben aber, dass für die Pflanzenschutzmittel erst nach ca. 24 km eine Konzentration unterhalb des für Fische giftigen Grenzwerts erreicht wird. Der rund 50 m breite Fluss ist auf einer Fläche von 120 ha geschädigt. Die giftigen Rauchgase treiben auf das Wohngebiet zu (Schwachwindlage ca. 2 m/s). Die rotbraune Farbe wird durch Stickoxide verursacht, die bei der Verbrennung stickstoffhaltiger Dünger entstehen (ca. 20 % Umwandlung). Modellberechnungen zeigen, dass die Rauchfahne in etwa 400 m Distanz den Boden wieder erreicht. Im Freien ist bis in etwa 500 m Abstand die Stickoxidkonzentration akut personengefährdend, noch bei 1250 m werden bei 10 % der Betroffenen gesundheitliche Schäden erwartet. Innerhalb dieses Umkreises muss auf Grund der gegebenen Bevölkerungsdichte mit 20 bis 30 Verletzten gerechnet werden. Wohngebiete in bis zu 2.5 km Entfernung müssen evakuiert werden



Chemiebrände oder Gasfreisetzungen können unter Umständen noch in grosser Entfernung Personen gefährden.

Loss Prevention Bulletin / I Chem E

Haben die Szenarien überhaupt etwas mit der Wirklichkeit zu tun?

Obwohl die Störfallszenarien konstruierte Modellereignisse sind, sollten sie doch realistisch sein. Dafür sorgt einerseits die Anwendung wissenschaftlich begründeter Grunddaten und Berechnungsmodelle, andererseits die Analyse von und der Vergleich mit realen Störfällen oder Unfällen im In- und Ausland.

Selbstverständlich sind die Resultate theoretischer Herleitungen und Berechnungen mit teilweise sehr grossen Unsicherheiten behaftet. Jedes Modell gibt nur ein stark vereinfachtes Abbild der Realität wieder, und man kann nie alle denkbaren Variablen der realen technischen und natürlichen Systeme in ihrer ganzen Komplexität vollumfänglich erfassen. Aber durch die Anwendung von Methoden, die an wirklichen Ereignissen geeicht wurden, und nicht zuletzt durch eine einheitliche und systematische Vorgehensweise, kann man eine möglichst gleichmässige Beurteilung erreichen. Wenn schon Fehler unvermeidlich sind, kann man zumindest dafür sorgen, sich überall in etwa gleich zu irren.

Darum wird auch allen Betrieben bei der Ausarbeitung ihrer Kurzberichte oder Risikoeermittlungen gemäss Störfallverordnung ein gewisses Mass an Formalismus und Systematik abverlangt – auch wenn im Detail jeder Betrieb ein Einzelfall sein mag. Und darum

wurden als Vorgabe für bestimmte Branchen oder Aktivitäten, wie beispielsweise Flüssiggasanlagen, Stehtankanlagen für Brenn- und Treibstoffe, Schwimmbädern oder Kunsteisbahnen, Checklisten oder Muster-Rahmenberichte auf gesamtschweizerischer Ebene herausgegeben.

Die in diesem Beitrag dargestellten Beispiele für Störfallszenarien sind zwar erfun-

den, sie beruhen aber teilweise auf Erfahrungsberichten von realen Störfällen.

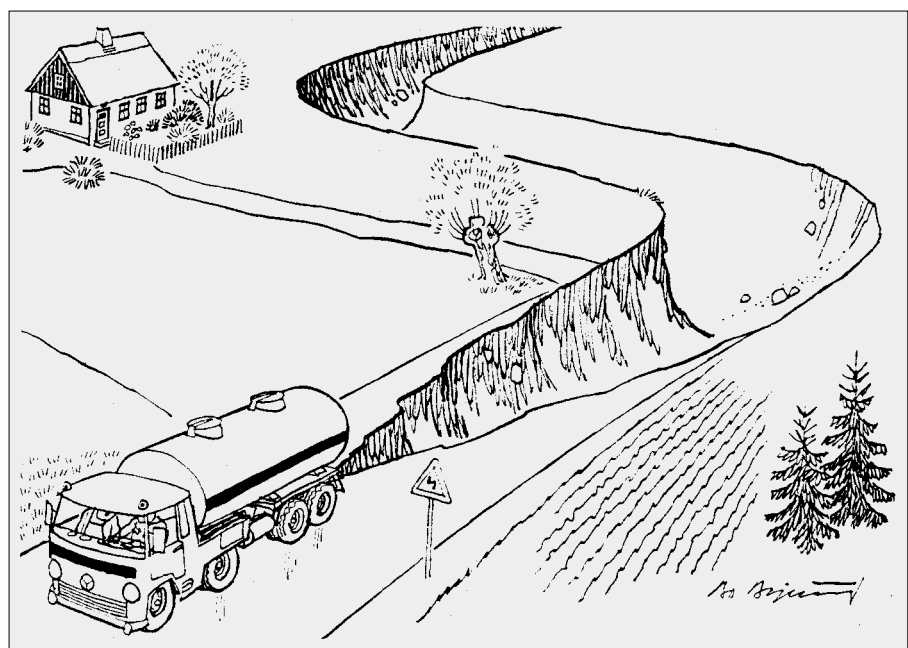
Beispiel Düngelager: Es sind viele Brände von Düngemittellagern bekannt. Das bekannteste Beispiel ist sicher der Grossbrand eines Düngelagers in Nantes (F) im Oktober 1987.

Modelle für Brandgasentstehung und -ausbreitung wurden im Rahmen eines EU-Projektes an Grossversuchen geeicht und anhand von Messungen an realen Bränden überprüft.

Beispiel Gasfreisetzung: Unfälle mit Ammoniakfreisetzung aus Kälteanlagen – sei es in Kunsteisbahnen oder in Industrieanlagen – sind keine Seltenheit. Kleinere Lecks kommen in der Schweiz mehrmals jährlich vor, ein ähnliches Grossereignis, wie das hier beschriebene, fand im September 1989 in einer Kunsteisbahn in Stuttgart (D) statt.

Modelle für die Freisetzung und Ausbreitung von verflüssigten Gasen werden seit Jahrzehnten – vor allem in England, in Skandinavien und in den USA – mit gross angelegten Freilandversuchen verglichen und weiter verfeinert.

Beispiel Bahnunfall: Auch Transportunfälle mit gefährlichen Stoffen sind nicht unbekannt. Die meisten ereignen sich – auf Grund der grossen Transportmenge dieser Erzeugnisse – mit Erdölprodukten. In der Schweiz



Gefahrguttransporte sind nach wie vor problematisch. Störfallvorbeugende Massnahmen sind oft schlecht realisierbar.

Bo Bojesens Danmarkshistorie / Verlag Gyldendal

haben vor allem die Bahnunfälle in Stein/Säckingen im Januar 1991 und in Affoltern im März 1994 einen nachhaltigen Eindruck hinterlassen.

Beispiel 2: Gasfreisetzung

In einem Sportzentrum wird an einem Vormittag nach der Betriebspause die Kälteanlage der Kunsteisbahn wieder in Betrieb genommen. Beim Anfahren der Anlage platzt das Gehäuse einer Ammoniakpumpe. Das Hauptventil zwischen Kältemittelbehälter und Pumpe kann nicht mehr geschlossen werden, und in der Folge fliesst der gesamte Inhalt (7'000 kg unter Druck verflüssigtes Ammoniak) des Behälters in die darunterliegende Grube. Auf Grund der plötzlichen Entspannung und der Erwärmung durch den Betonboden verdampfen sofort rund 20%, während der Rest als kalte Flüssigkeitslache zurückbleibt. Etwa 1'500 kg Ammoniak entweicht als Schwergas durch geborstene Fenster aus der Kältezentrale und breitet sich rasch in der Umgebung aus.

Die Einsatzkräfte können verhindern, dass eine weitere Freisetzung des restlichen Ammoniaks stattfindet. Das verbleibende Ammoniak muss durch Spezialisten entsorgt werden.

Es herrscht Schwachwindlage bei leichter Bewölkung und 5 °C. Die Gaswolke zieht mit der Lüftung in die unmittelbar angrenzende Sporthalle und das Hallenbad ein. Die Konzentrationen erreichen dort schnell Werte, die eine sofortige Evakuierung notwendig machen. 25 Besucher der Sportanlage werden mit Atemwegreizungen ins Krankenhaus gebracht.

Auch in der Umgebung werden gemäss Modellberechnungen bis in 70 m Entfernung Konzentrationen im Freien erwartet, die akut lebensbedrohend sind. Von den 10 Personen, die sich in diesem Bereich befinden, können 5 nicht mehr flüchten und kommen ums Leben, die anderen sind verletzt. Noch bis in 220 m Abstand sind Verätzungen an Augen und Atemwege zu erwarten. Innerhalb dieses Umkreises befinden sich einige Wohnhäuser und ein Schulhaus mit gut 400 Schülern. Zu diesem Zeitpunkt befinden sich im Freien 100 Personen, von denen 20 mit Verätzungen in Behandlung gebracht werden müssen. Die übrigen können sich durch Schliessen von Fenstern und Türen im Gebäudeinnern schützen, bis die Gaswolke sich verflüchtigt hat.



Bei Löscheinsätzen stellt auch das anfallende Löschwasser eine Gefährdung für die Umwelt dar.

Fotodienst KaPo/StaPo Zürich

Kann das auch bei uns passieren?

Grundsätzlich muss die Antwort darauf immer ja sein. Eine vollständige Sicherheit kann nie erreicht werden, solange mit gefährlichen Stoffen umgegangen wird. Allerdings muss hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die Wahrscheinlichkeit solcher Grossereignisse in der Regel sehr gering und somit das Risiko, verstanden als Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Schadenausmass, entsprechend klein ist.

Im Kanton Zürich wird als Instrument, um die geographische Zuordnung verschiedener Gefahren und Risiken zu ermöglichen, und um diese übersichtlich darstellen zu können, der Kantonale Chemie-Risikokataster (CRK) eingesetzt. Der CRK befindet sich noch im Aufbau, kann aber bereits verwendet werden, um Auskunft über die potentielle Gefährdung durch den Umgang mit gefährlichen Stoffen und Erzeugnissen – wie in der Störfallverordnung definiert – an beliebigen Stellen im Kanton zu erhalten. Die Daten stehen auf Anfrage und in dem Umfang, wie es die Datenschutzgesetzgebung zulässt, der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung.

Und was tun, wenn das wirklich so gefährlich ist?

Rufen wir uns nochmals das Ziel der Störfallvorsorge vor Augen: «die Bevölkerung und die Umwelt vor schweren Schädigungen infolge von Störfällen schützen». Wie wir gesehen haben, ist die notwendige Grundlage dafür, dass man im voraus Gefahren erkennen und mögliche Schäden abschätzen kann.

So wie der Arzt nach gestellter Diagnose, wenn nötig, eine geeignete Therapie einleiten

wird, belässt es die Störfallvorsorge auch nicht bei der Einschätzung des Schadenausmasses oder des Risikos. Im Anhang 2 zur Störfallverordnung sind denn auch eine Reihe von Massnahmen aufgelistet, die je nach

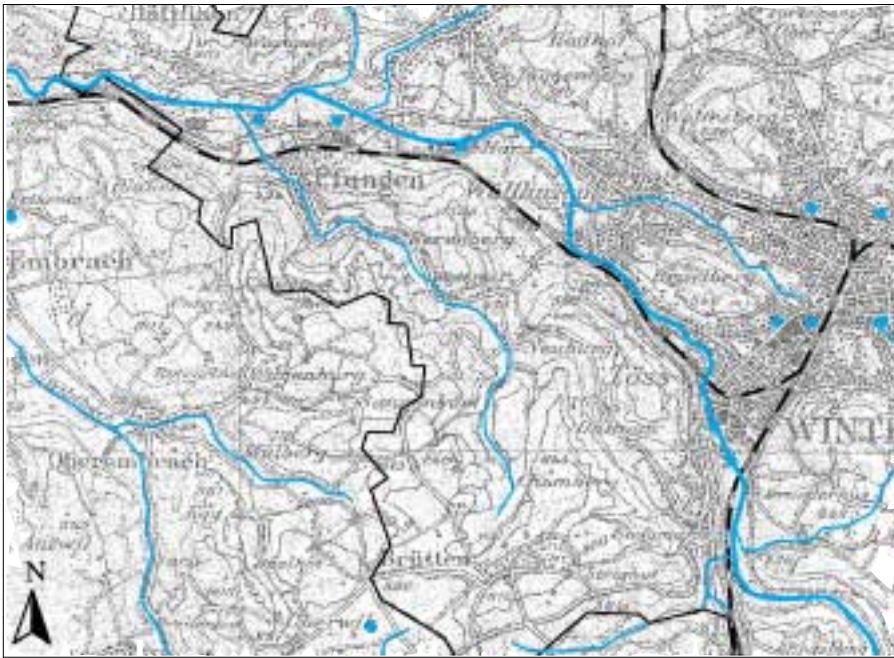
Beispiel 3: Bahnunfall

Beim Überfahren einer Weiche entgleist südwestlich von Winterthur auf Grund eines Materialdefekts ein voll beladener Güterzug. Mehrere mit Benzin beladene Zisternenwagen kippen um oder werden beschädigt. Der austretende Brennstoff entzündet sich und läuft teilweise in die unmittelbar neben der Bahnlinie fließende Töss.

Ein Haus, das sehr nahe (weniger als 35 m) an der Unfallstelle steht, wird durch die grosse Hitze in Brand gesetzt. Von den zehn Personen, die sich im Haus befinden, können fünf noch flüchten, fünf kommen in den Flammen ums Leben.

Ein Wohnquartier und ein grösserer Industriebetrieb werden durch die Benzindämpfe, die sich in der Kanalisation ausbreiten, gefährdet und müssen evakuiert werden. Durch Rückzündung erfolgt in der Kanalisation eine Explosion, die im Industriebetrieb einen grossen Sachschaden anrichtet.

Die Feuerwehr kann erst nach längerem Einsatz das Feuer unter Kontrolle bringen. Es kann nicht verhindert werden, dass insgesamt rund 80 m³ Brennstoff in die Töss fliesst und sich teilweise brennend auf der Wasseroberfläche ausbreitet. Bevor die Einsatzkräfte das Feuer gelöscht haben, kann keine Ölsperre gelegt werden. Dadurch wird die Töss bis zum Einlauf in den Rhein verschmutzt. Die geschädigte Gewässerfläche beträgt rund 40 ha.



Stark befahrene Verkehrswege verlaufen oft sehr nahe an Gewässern. Eine geographische Darstellung hilft Überblick über potentielle Gefährdungen zu schaffen.

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 19.1.1998

Wenn Sie zum Thema mehr erfahren möchten

Die Koordinationsstelle für Störfallvorsorge hat bereits in mehreren Beiträgen früherer Ausgaben der ZUP über verschiedene Aspekte der Störfallvorsorge im Kanton Zürich informiert.

Speziell mit dem Thema Schutzziele und schweren Schädigungen befasste sich der Beitrag im ZUP Nr. 8 vom März 1996. Über den Chemierisikokataster und über Massnahmen im Rahmen der Störfallvorsorge wurde im ZUP Nr. 10 vom Oktober 1996 berichtet.

Das BUWAL-Bulletin «Umweltschutz» Nr. 3/96, das dem Thema «Störfallvorsorge 10 Jahre nach Schweizerhalle» gewidmet war, enthält weitere Artikel und eine umfassende Literaturübersicht.

Wenn Sie an weiteren Informationen über die im Kanton Zürich eingesetzten computerbasierten Rechenmodelle und Hilfsmittel interessiert sind, erhalten Sie bei der Koordinationsstelle für Störfallvorsorge Auskunft.

Situation zum Tragen kommen. Der zentrale Begriff ist hier der «Stand der Sicherheitstechnik». Die Verantwortung für dessen Einhaltung liegt zwar bei den Betrieben, jedoch ist die Behörde dazu angehalten, dies auch im Einzelfall zu überprüfen.

Fast immer findet man oft erstaunlich einfache Massnahmen, die effizient Störfälle verhindern oder deren Wirkungen begrenzen. Bei grösseren Risiken lassen sich hingegen, das muss man ehrlicherweise zugeben, grössere Investitionen in die Sicherheit oft nicht umgehen. Sehr viele Betriebe haben auch durch verminderte Lagerhaltung oder «Just-in-Time-Produktion» ihre Gefahrenpotentiale erheblich reduziert.

Die bisherige Entwicklung bestätigt eindeutig die Ausrichtung für die Störfallvorsorge:

Man braucht nicht zuerst einen Schaden, um klug zu werden, sondern: Wer klug ist, lernt, den Schaden zu vermeiden.



Störfälle verursachen meist auch grosse Schäden an Anlagen der betroffenen Betriebe oder an der Infrastruktur.

Dansk Kemi