



Unfall C-Betrieb



Dieses Gefährdungsdossier ist Teil
der nationalen Risikoanalyse
«Katastrophen und Notlagen Schweiz»

Definition

Unter einem Unfall in einem C-Betrieb wird ein ausserordentliches Ereignis in einem stationären Betrieb oder in einer stationären Anlage verstanden, bei dem aufgrund des Austritts chemischer Substanzen erhebliche Einwirkungen ausserhalb des Betriebsareals auftreten. Chemische Stoffe gelangen dabei in solchen Mengen bzw. unter solchen Umständen ins Freie, dass eine Schädigung von Mensch, Tier, Umwelt oder Sachwerten auftritt bzw. auftreten könnte.

November 2020





Ereignisbeispiele

Stattgefundene Ereignisse tragen dazu bei, eine Gefährdung besser zu verstehen. Sie veranschaulichen die Entstehung, den Ablauf und die Auswirkungen der untersuchten Gefährdung.

23. Februar 2010
Monza (Italien)
Freisetzung Heiz- und Dieselöl

Im Februar 2010 flossen nach einem Sabotageakt mehrere Millionen Liter Heiz- und Dieselöl aus drei Tanks einer stillgelegten Raffinerie bei Monza in die Kläranlage Monza San Rocco. Während die Kläranlage einen Grossteil der Ölmenge zurückhalten konnte, gelangten mehrere 100 000 Liter in den Po-Zufluss Lambro. Trotz mehrerer Ölsperren breitete sich der Ölfilm bis in den Po aus. Dies hatte Folgen für die ansässige Flora und Fauna. Weiter wurden Folgen für die Landwirtschaft befürchtet, die Wasser aus dem Po für die Bewässerung nutzt. Durch die massiven Ölmengen wurde zudem das Klärwerk lahmgelegt. Diese Unterbrechung führte dazu, dass Abwasser von mehreren 100 000 Personen sowie der umliegenden Industrie für mehrere Wochen ungereinigt in den Po geleitet wurde.

1. November 1986
Basel/Schweizerhalle (Schweiz)
Brand Chemielager

Im November 1986 brannte in Basel eine Lagerhalle des Chemiekonzerns Sandoz, in der 1350 Tonnen Chemikalien lagerten. Es wurden keine gravierenden Personenschäden verzeichnet, dennoch waren die Auswirkungen katastrophal. Verseuchtes Löschwasser gelangte in den Rhein und löste ein grosses Fischsterben aus. Die Giftwelle im Wasser, bestehend aus 15 bis 40 Tonnen Chemikalien (insbesondere Pestiziden), schädigte das Ökosystem auf einer Länge von bis zu 500 km sehr stark. Im Rahmen eines Bodensanierungsprojektes wurden 45 670 Tonnen Untergrundmaterial ausgehoben. Davon mussten 13 300 Tonnen in einer Bodenwaschanlage gereinigt und 8470 Tonnen deponiert werden. Das gereinigte sowie das restliche unversehrte Material wurde am Unfallstandort wieder verfüllt. Trotz der Sanierung diffundieren immer noch gefährliche Substanzen ins Grundwasser. Eine 200 m vom Brandplatz entfernte Grundwasserfassung für die Gemeinde Muttenz (BL) kann seither nur noch eingeschränkt genutzt werden.

3. Dezember 1984
Bophal (Indien)
Giftgaswolke

Aufgrund technischer Pannen wurden im Dezember 1984 in Bophal aus einem Chemiewerk rund 40 Tonnen Methylisocyanat (MIC) in die Atmosphäre freigesetzt. Die dadurch entstandene Giftgaswolke trieb dicht über dem Boden durch ein angrenzendes Elendsviertel, wo ungefähr eine halbe Million Menschen lebten. Zwar sind genaue Opferzahlen nicht bekannt, aber Schätzungen zufolge starben rund 1600 Menschen sofort und weitere 6000 an den unmittelbaren Nachwirkungen. Man geht davon aus, dass die Zahl der Opfer bis heute auf mindestens 20 000 Personen anstieg. Tausende erblindeten, unzählige erlitten Hirnschäden, Lähmungen, Lungenödeme, Herz-, Magen-, Nieren- oder Leberleiden oder wurden unfruchtbar. Heute noch leiden rund 100 000 Menschen unter chronischen und unheilbaren Krankheiten, die auf das Ereignis zurückzuführen sind und sich offensichtlich weitervererben können.



Einflussfaktoren

Diese Faktoren können Einfluss auf die Entstehung, Entwicklung und Auswirkungen der Gefährdung haben.

Gefahrenquelle	<ul style="list-style-type: none">– Menge der involvierten chemischen Stoffe– Eigenschaften der involvierten chemischen Stoffe (Toxizität, Brennbarkeit, Explosivität, Aggregatzustände, Interaktion untereinander etc.)
Zeitpunkt	<ul style="list-style-type: none">– Tageszeit (Tag, Nacht)– Wochentag (Werktag, Wochenende, Feiertag)– Jahreszeit
Ort / Ausdehnung	<ul style="list-style-type: none">– Grossräumigkeit des Phänomens (regional oder lokal begrenzt)– Merkmale des betroffenen Gebiets (Bevölkerungsdichte, Anteil Oberflächengewässer und Grundwasserträger, Landwirtschaftsanteil, Exposition von Sachwerten usw.)– Beschaffenheit Betrieb / Anlage und Gelände:<ul style="list-style-type: none">– Fluchtmöglichkeiten für Betroffene und Zugänglichkeit für Rettung– Eingebaute Sicherheitsmassnahmen (Rückhaltebecken, Detektionsanlagen, Sprinkler etc.)– Ansammlung von Stoffen in Senken
Ereignisablauf	<ul style="list-style-type: none">– Freisetzungsmenge– Ausbreitungs- und Wirkverhalten:<ul style="list-style-type: none">– Freisetzung: spontan oder kontinuierlich (Grösse der Lecks / Dauer der Freisetzung)– Windstärke und -richtung– Zündung: sofort / verzögert / keine– Spezielle Abläufe: z. B. Eindringen in Kanalisation, Bildung explosiver Dämpfe/Gase, Übertragung auf andere chemische Stoffe bzw. Gefahrgüter– Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen– Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden– Reaktion der Bevölkerung und der Politik



Intensitäten von Szenarien

Abhängig von den Einflussfaktoren können sich verschiedene Ereignisse mit verschiedenen Intensitäten entwickeln. Die unten aufgeführten Szenarien stellen eine Auswahl von vielen möglichen Abläufen dar und sind keine Vorhersage. Mit diesen Szenarien werden mögliche Auswirkungen antizipiert, um sich auf die Gefährdung vorzubereiten.

1 – erheblich

- Lokal begrenzt
 - Rauchentwicklung mit übelriechenden Gasen
 - Spät am Abend
 - Ländliches Gebiet
 - Kontrolle über die Freisetzung nach wenigen Stunden
 - Windstill
-

2 – gross

- Brand mit Entwicklung von toxischen Gasen, Dämpfen und Aerosolen
 - Lokal begrenzt
 - Eintrag von Löschwasser in Gewässer
 - Nahe städtischem Gebiet
 - Morgen
 - Kontrolle über die Freisetzung nach einem Tag
 - Leichter Wind
-

3 – extrem

- Regionale Dimension
- Brand mit Entwicklung von sehr toxischen Gasen, Dämpfen und Aerosolen
- Freisetzung karzinogener Substanzen
- Eintrag von toxischen Substanzen in Gewässer und Grundwasser
- Nahe städtischem Gebiet
- Nachmittag
- Kontrolle über die Freisetzung nach drei Tagen
- Leichter Wind



Szenario

Das nachfolgende Szenario basiert auf der Intensitätsstufe «gross».

Ausgangslage / Vorphase	Ein Betrieb produziert in einer Anlage in städtischer Umgebung chemische Stoffe. Die Produktion läuft im Dreischichtbetrieb.
Ereignisphase	<p>In den frühen Morgenstunden (Rushhour) kommt es in der Produktionsanlage zu einem Unfall. Dabei werden bei der Produktion eines 2-Tonnen-Batches versehentlich zwei Chemikalien verwechselt. Die Überhitzung der Reaktionslösung führt zum Bersten des Reaktors und zur Freisetzung brennbarer Gase mit einer nachfolgenden Explosion. Es kommt zur Ausbreitung übelriechender Gase, Dämpfe und Aerosole. Es besteht die Befürchtung, dass toxische Brandgase freigesetzt werden.</p> <p>Die Polizei, die als Erste am Unfallort eintrifft, sperrt grossräumig die Gegend ab, beurteilt die Lage und versucht die Menschen zu beruhigen. Zufahrtswege werden gesperrt und der Verkehr umgeleitet. Weiterführende Rettungsmassnahmen darf die Polizei nicht einleiten, da der Eigenschutz vorgeht.</p> <p>Die Notrufzentrale, die die Alarmmeldung entgegengenommen hat, löst nach Bekanntwerden der Dimension des Unglücks umgehend die notwendigen weiteren Aufgebote aus und wenige Minuten nach Eintreffen der Polizei sind auch Sanität, Feuerwehr und Chemiewehr am Ereignisort. Angesichts der Grösse des Ereignisses werden auch Einsatzkräfte aus den umliegenden Gemeinden aufgeboden.</p> <p>Durch die Explosion und herumfliegende Trümmer werden verschiedene Produktionsanlagen beschädigt und es werden brennbare Lösungsmittel freigesetzt. Auf dem Fabrikgelände entsteht zudem ein Folgebrand. Die Beschädigungen in der näheren Gebäudeumgebung behindern die Brandbekämpfung. Erst nach zwölf Stunden kann der Brand unter Kontrolle gebracht und eine weitere Emission von Schadstoffen unterbunden werden.</p> <p>Angehörige der Chemie- und Feuerwehr begeben sich im Vollschutz auf das Gelände und beginnen den Stoffaustritt zu stoppen, ausgetretene Chemikalien zu binden und das Feuer zu löschen. Gleichzeitig werden die Verletzten geborgen und versorgt. Nach der Triage und einer medizinischen Erstversorgung werden die Verletzten auf verschiedene Spitäler in der ganzen Schweiz verteilt.</p> <p>Auch eine Messgruppe ist angekommen und beginnt damit, an verschiedenen Orten die freigesetzten Stoffe und deren Konzentration zu bestimmen. Bis zur Feststellung deren Art und Menge wird angenommen, dass im Bereich bis rund 50 m um das betroffene Gebäude akute Gesundheitsgefahr besteht.</p> <p>Rund zwei Stunden nach der Explosion stellt die Messgruppe fest, dass keine gesundheitsgefährdenden Konzentrationen giftiger Stoffe mehr vorliegen. Die Einsatzkräfte löschen das Feuer, suchen nach Verletzten und bleiben wegen der Explosionsgefahr den ganzen Tag vor Ort.</p>
Regenerationsphase	Die Behebung der Schäden auf dem Areal, an den Produktionsanlagen und den umliegenden Wohnhäusern dauert sechs bis zwölf Monate.



Zeitlicher Verlauf Die Ereignisphase dauert zwölf Stunden. Die Auswirkungen sind über ungefähr sechs Monate festzustellen.

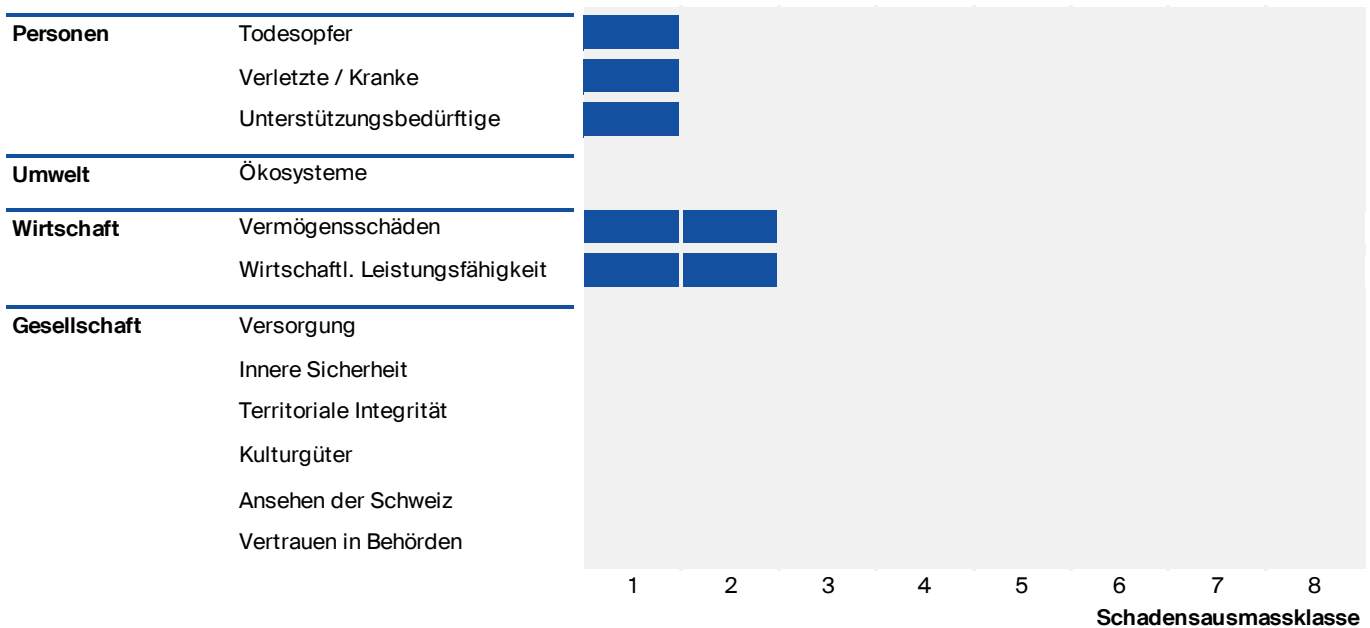
Räumliche Ausdehnung Innerhalb des Fabrikareals sowie in dessen unmittelbarer Nähe entstehen grosse Schäden durch die Explosion und den nachfolgenden Brand.

Die beim Brand entstehende starke Thermik sorgt dafür, dass die Brandgase grösstenteils in höher gelegene Luftschichten gelangen und dabei stark verdünnt werden. Die benachbarte Autobahn und die angrenzende dicht besiedelte Wohnzone sind von toxischen Gasen (Stickoxide [NO_x], Blausäure [HCN], Schwefeldioxid [SO₂], Schwefelwasserstoff [H₂S], Chlorwasserstoff [HCl], Phosgen [COCl₂]), Rauch und Brandruss sowie von übelriechenden Chemikalien betroffen. Das durch die Immission der Brandgase betroffene Gebiet ausserhalb des Fabrikareals umfasst eine Fläche von ca. 2 km².



Auswirkungen

Um die Auswirkungen eines Szenarios abzuschätzen, werden zwölf Schadensindikatoren aus vier Schadensbereichen untersucht. Das erwartete Schadensausmass des beschriebenen Szenarios ist im Diagramm zusammengefasst und im nachfolgenden Text erläutert. Pro Ausmassklasse nimmt der Schaden um den Faktor drei zu.



Personen

Im Gebäude, in dem sich der Reaktor befindet, ist durch die Explosion mit 3 Todesopfern zu rechnen. Zudem sind einige Schwerverletzte zu beklagen. Etwa 60 Belegschaftsangehörige und Anwohner erleiden leichte bis mittelschwere Verletzungen durch Glassplitter, Mauerwerktrümmer und Verbrennungen.

Es entsteht eine Geruchsbelästigung über mehrere km². Vorerst ist unklar, ob wegen der freigesetzten Stoffe auch eine Gefährdung für die Bevölkerung besteht. Die Einwohner in der Abwindrichtung werden über Lautsprecherwagen und Radio aufgefordert, Fenster und Türen geschlossen zu halten und ihre Häuser nicht zu verlassen. Dies betrifft etwa 100 Personen. Trotzdem klagen mehrere Mitarbeiter und Anwohner über Atemprobleme. Sie werden ärztlich betreut.

Einige Angehörige der Einsatzkräfte benötigen im Anschluss an die Ereignisbewältigung psychologische Betreuung, um das Erlebte zu verarbeiten.

Umwelt

Im engeren Abwindgebiet setzt sich Russ auf Boden und Pflanzen ab. Daneben gelangt Löschwasser mit ökotoxischen Chemikalien in angrenzendes Wiesen- und Ackerland.



Wirtschaft

Innerhalb des Fabrikareals entstehen grosse Schäden durch die Explosion und den nachfolgenden Brand. Durch die Druckwelle der Explosion bersten die Verglasungen der umliegenden Gebäude. Mauerwerkswände werden teilweise eingedrückt.

Die Trümmerwirkung und der Russ führen zu weiteren Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Fahrzeugen.

Die Kosten für die Bewältigung (Kosten der Einsatzkräfte, Dekontamination, Entsorgung von Sondermüll usw.) und die Vermögensschäden belaufen sich auf etwa 70 Mio. CHF. Die indirekten wirtschaftlichen Auswirkungen betragen weitere 120 Mio. CHF.

Gesellschaft

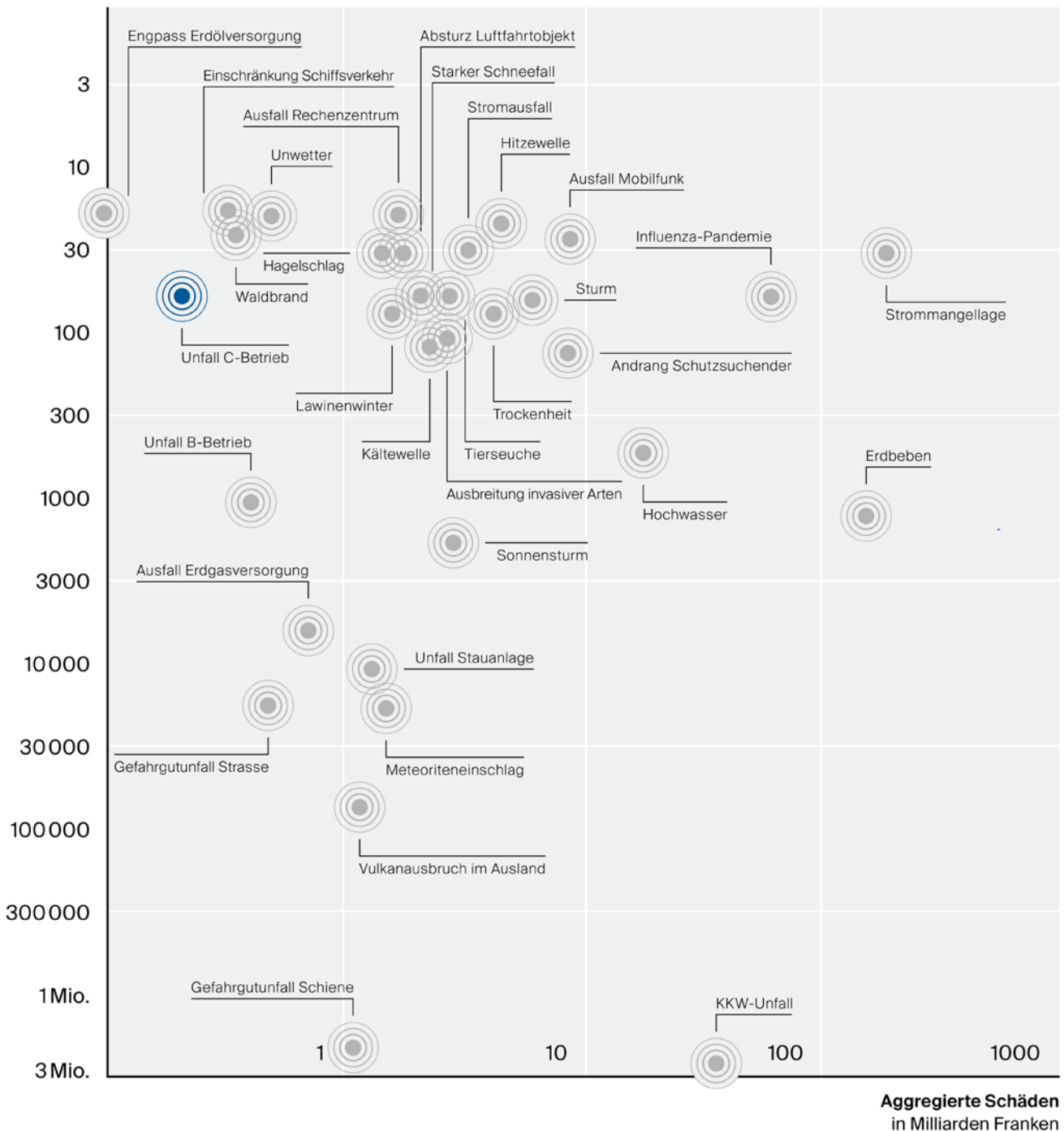
Aufgrund der Explosion, der Rauchentwicklung und der Dekontaminationsarbeiten wird die benachbarte Autobahn vorübergehend geschlossen. Der Verkehr wird lokal umgeleitet.



Risiko

Das Risiko des beschriebenen Szenarios ist zusammen mit den anderen analysierten Szenarien in einer Risikomatrix dargestellt. In der Risikomatrix ist die Eintrittswahrscheinlichkeit als Häufigkeit (1-mal in x Jahren) auf der y-Achse (logarithmische Skala) und das Schadensausmass aggregiert und monetarisiert in CHF auf der x-Achse (ebenfalls logarithmische Skala) eingetragen. Das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass stellt das Risiko eines Szenarios dar. Je weiter rechts und oben in der Matrix ein Szenario liegt, desto grösser ist dessen Risiko.

Häufigkeit
einmal in x Jahren





Rechtliche Grundlagen

- Verfassung
- Artikel 74 (Umweltschutz) der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999; SR 101.
-
- Gesetz
- Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz, RLG) vom 4. Oktober 1963; SR 746.1.
 - Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983; SR 814.01.
 - Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991; SR 814.20.
-
- Verordnung
- Verordnung über die Warnung, die Alarmierung und das Sicherheitsfunknetz der Schweiz (Alarmierungs- und Sicherheitsfunkverordnung, VWAS) vom 18. August 2010; SR 520.12.
 - Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz (VBSTB) vom 2. März 2018; SR 520.17.
 - Verordnung über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsverordnung, RLV) vom 26. Juni 2019; SR 746.11.
 - Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991; SR 814.012.



Weiterführende Informationen

- Zur Gefährdung
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2018): Handbuch zur Störfallverordnung (StFV). Allgemeiner Teil und Übersicht über alle Module. Reihe Umwelt-Vollzug. BAFU, Bern.
 - Feuerwehr Koordination Schweiz (FKS) (2014): Handbuch für ABC-Einsätze, Version 04/2014. FKS, Bern.
 - Gebäudeversicherung Kanton Zürich (2005): ABC-Einsatzunterlagen für die Oel-, Chemiewehr, Feuerwehr und Strahlenwehr. Ausgabe Februar 2002, Ergänzungen April 2005.
-

- Zur nationalen Risikoanalyse
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern
 - Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Methode zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. Version 2.0. BABS, Bern.
 - Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Welche Risiken gefährden die Schweiz? Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern.
 - Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2019): Katalog der Gefährdungen. Katastrophen und Notlagen Schweiz. 2. Auflage. BABS, Bern.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Guisanplatz 1B
CH-3003 Bern
risk-ch@babs.admin.ch
www.bevoelkerungsschutz.ch
www.risk-ch.ch