



Merkblatt

Massnahmenplanung bei der Störfallvorsorge

*Umsetzung von Art. 3 Störfallverordnung
in Ihrem Betrieb bzw. auf Ihrer Anlage*

Um was geht es?

Betriebe und Anlagen, die der Störfallverordnung unterstehen, können bei einem grossen Ereignis (Störfall) Menschen und die Umwelt schädigen. Es liegt in der Eigenverantwortung der Inhaberinnen und Inhaber von Betrieben und Anlagen, die Gefahr und die Schäden eines Ereignisses möglichst klein zu halten. Dieses Merkblatt hilft Ihnen, die geeigneten Sicherheits-Massnahmen zu finden, um die Anforderungen der Störfallverordnung zu erfüllen. Der Fachbereich Risikoversorgung wird periodisch die Sicherheits-Massnahmen überprüfen.

Die Störfallverordnung verlangt in Art. 3, dass Ihr Betrieb in Eigenverantwortung alle zur Senkung des Risikos notwendigen Massnahmen treffen muss, welche nach dem Stand der Sicherheitstechnik verfügbar und wirtschaftlich tragbar sind. Die Regeln der Technik sind dabei in jedem Fall zu erfüllen, genügen aber in vielen Fällen nicht.

Verschiedene Massnahmen können das **Risiko senken**, indem sie entweder die **Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses senken** oder das **Ausmass einer Schädigung reduzieren**. Das Diagramm 'Angriffspunkte für Sicherheits-Massnahmen' auf S. 3 zeigt den Ablaufpfad eines möglichen Ereignisses und deren Folgen sowie verschiedene Angriffspunkte für Sicherheits-Massnahmen um das Risiko zu senken.

Bei der Prüfung der wirtschaftlichen Tragbarkeit von Massnahmen sind folgende Vermeidungskosten zu berücksichtigen (nicht abschliessend):

- Kosten für Schadensbeseitigung (intern und extern)
- Bussen für Umwelt- und/ oder Personenschädigung
- Betriebsausfallkosten und evtl. Verlust von Kunden
- Immaterielle Kosten für Imageverlust
- tiefere Versicherungsprämien

Welche Typen von Sicherheits-Massnahmen gibt es und wie wirken diese?

Es gibt vier Typen von Sicherheits-Massnahmen, mit denen entweder ein Ereignis verhindert bzw. die Wahrscheinlichkeit gesenkt oder das Schadensausmass reduziert wird (vgl. Massnahmenmatrix auf S.6). Die verschiedenen Massnahmen ergänzen sich gegenseitig:

Gefahrenpotenzial herabsetzen oder beseitigen (ohne Gefahr – kein Risiko!) kann durch Mengenreduktion oder Ersatz von gefährlichen Stoffen, Organismen, Prozessen erreicht werden. Z.B. kann in Schwimmbädern die Lagerung von giftigem Chlorgas durch Vor-Ort erzeugtem Desinfektionsmittel ersetzt werden – damit konnten viele Bäder im Kanton Luzern aus der Störfallverordnung entlassen werden.

Bauliche Massnahmen an Gebäuden und Anlagen können z.B. gefährliche Stoffe, Organismen, Prozesse einschliessen, voneinander trennen/ separieren sowie zurückhalten. Sie verhindern oder reduzieren somit die Freisetzung von Stoffen, Organismen und Energien und wirken als Barriere vor externen Einflüssen.

Auch die Wahl eines geeigneten Standortes für ein neues Lagergebäude oder eine neue Anlage mit ausreichendem Abstand zu gefährdeten Objekten gehören dazu.

Technische Massnahmen an Anlagen können z.B. überwachen, steuern, regeln, alarmieren und automatische 'Schadensbegrenzungsmassnahmen' auslösen. Es handelt sich dabei um aktive Massnahmen (vgl. Kasten unten), welche versagen können. Deshalb braucht es je nach Gefahrenlage redundante Massnahmen d.h. zusätzliches Vorhandensein funktional gleicher oder vergleichbarer unabhängiger Massnahmen (z.B. Sensoren, Ventile, Pumpen).

Je nach Gefahrenpotenzial und Komplexität einer Anlage oder eines technischen Systems gibt es vier Sicherheits-Integritätsstufen (SIL-Level: 1 = niedrigste Stufe, 4 = höchste Stufe). Aus dem angestrebten Level ergeben sich die Anforderungen z.B. an Sensoren, Ventile, Pumpen um das Risiko einer Fehlfunktion zu minimieren.

Organisatorische Massnahmen stellen sicher, dass:

- Schwachstellen im bestehenden Sicherheitssystem entdeckt werden (z.B. Lücke im Löschwasserrückhaltekonzept)
- (neue) Gefahren/ Risiken erkannt und geeignete Sicherheits-Massnahmen getroffen werden
- die Sicherheits-Massnahmen gewartet, getestet und geübt werden
- Mitarbeitende motiviert und gut ausgebildet sind, so dass sie Gefahren erkennen, Arbeitsanweisungen befolgen und Unachtsamkeiten/ Fehlhandlungen reduziert werden
- Mitarbeitende bei einem Ereignis den Ersteinsatz leisten

Aktive und passive Massnahmen

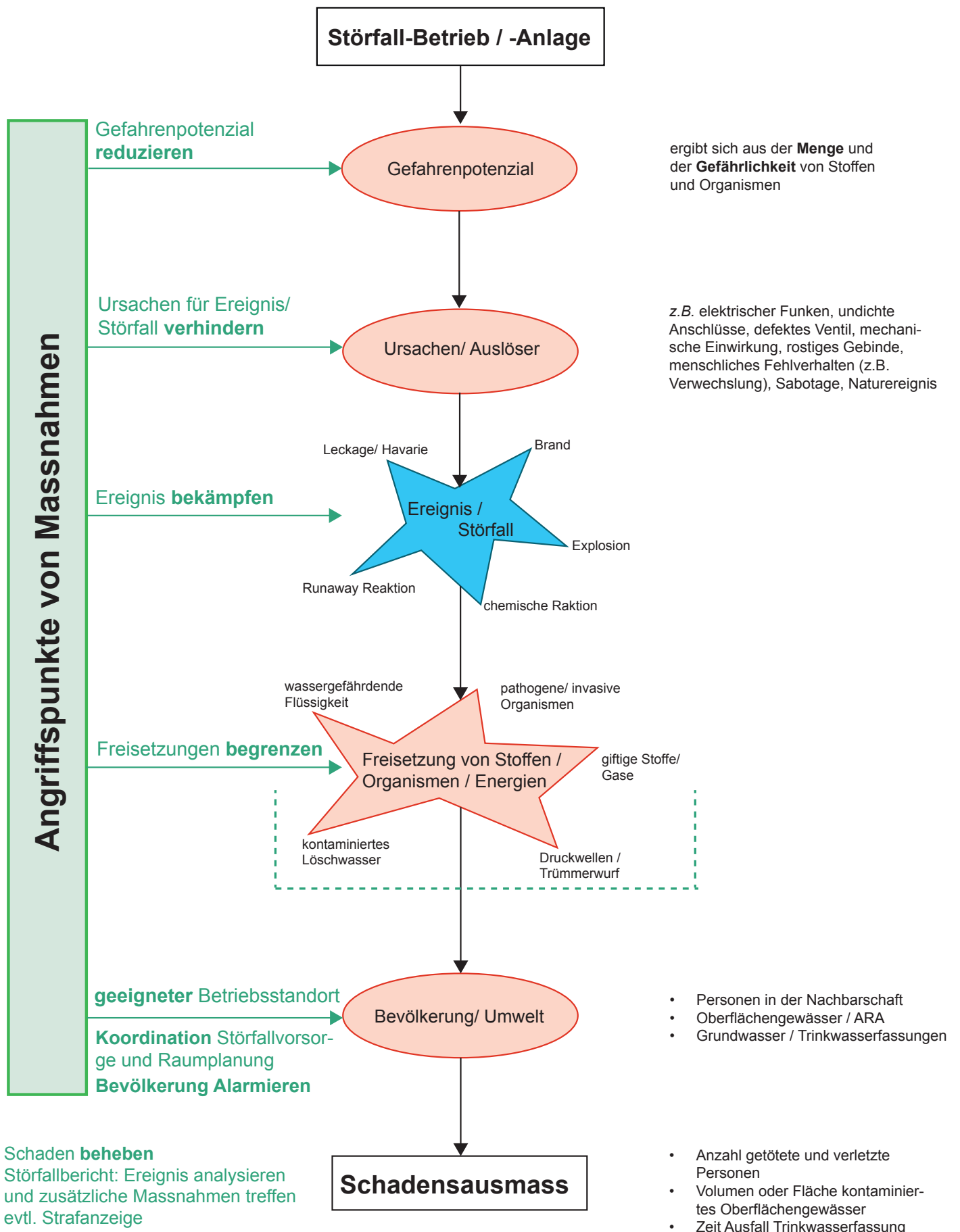
Passive Massnahmen sind ohne zusätzliche Aktivitäten wirksam, aktive Massnahmen müssen zuerst noch errichtet werden (automatisch oder manuell).

Da aktive Massnahmen ausfallen können und erst zeitverzögert greifen, sind passive Massnahmen vorzuziehen. Bei den aktiven Massnahmen sind automatische Massnahmen den manuellen vorzuziehen.

Bauliche Massnahmen sind v.a. passive Massnahmen, welche im Normalfall nicht versagen.

Technische und organisatorische Massnahmen sind v.a. aktive Massnahmen.

Angriffspunkte für Sicherheits-Massnahmen



Welche Sicherheits-Massnahmen sind notwendig?

Um für Ihren Betrieb die erforderlichen Sicherheits-Massnahmen zu identifizieren, müssen die verschiedenen Gefahren, die daraus möglichen Ereignisse sowie deren Ursachen und Auswirkungen auf Mensch und Umwelt bekannt sein.

Folgende Checkliste mit Fragen soll Ihnen helfen, die möglichen **Angriffspunkte von Massnahmen** zu erkennen (vgl. Grafik S. 3) und die geeigneten Massnahmenkombinationen mit Hilfe der 'Massnahmenmatrix' (vgl. Tabelle S. 6) herzuleiten.

Checkliste

Welches **Gefahrenpotenzial** gibt es in meinem Betrieb bzw. auf meiner Anlage?

Als Gefahrenpotenzial gilt die Gesamtheit der Einwirkungen, die infolge der Mengen und Eigenschaften der Stoffe, Zubereitungen, Sonderabfälle, Organismen oder gefährlichen Güter entstehen können (Art. 2, Abs. 3 StfV).

- Lagerung/ interner Transport/ Umschlag von gefährlichen Stoffen (z.B. Gesundheitsgefahren, Brand- und Explosionsgefahren, Umweltgefahren, vgl. Sicherheitsdatenblätter, Gefahrensymbole) oder Sonderabfällen
- Herstellung von gefährlichen Stoffen
- Tätigkeit mit pathogenen, gentechnisch veränderten oder invasiven Organismen
- Verwendung gefährlicher Stoffe in technischen Infrastruktur-Anlagen (z.B. Ammoniak-Kälteanlage, Propangastankanlage) oder Produktionsanlagen (z.B. Galvanikbäder)
- gefährlichen Prozessbedingungen (z.B. hohe Temperatur, hoher Druck, offene Systeme, Staubanfall)

⇒ Besteht die Möglichkeit, auf diese Gefahrstoffe, Sonderabfälle, Organismen oder Prozessbedingungen zu verzichten oder zumindest die Menge oder die gefährlichen Bedingungen herabzusetzen?

Welche **Ereignisse/ Störfälle** können aus dem Gefahrenpotenzial entstehen?

- Brand
- Explosion
- Leckage/ Havarie
- Runaway Reaktionen/ gefährliche Reaktion zweier Stoffe
- Dominoeffekt – ein Ereignis kann weitere Ereignisse auslösen

⇒ Mit welchen Massnahmen können diese Ereignisse bekämpft werden um den Schaden zu reduzieren und Folgeereignisse zu verhindern?

Welche **Ursachen/ Auslöser** können diese Ereignisse auslösen bzw. wie kommt es zu einem Ereignis?

Bei der Ursachensuche muss man davon ausgehen, dass alles möglich ist.

Oft braucht es mehrere Ursachen bzw. Bedingungen für ein Ereignis. Beispielsweise braucht es für einen Brand im Lösungsmittelager ein Versagen eines Gebindes **und** die Raum-Temperatur liegt über dem Flammpunkt **und** es gibt einen Kurzschluss infolge defektem Lichtschalter.

- Welche physikalischen, mechanischen, chemischen Bedingungen/ Voraussetzungen braucht es, dass es zu einem Ereignis kommt?
- Was muss abweichen, ausfallen, versagen, defekt sein oder fehlen/ ungenügend sein?
- Was muss zu viel, zu wenig, zu früh, zu spät, zu hoch, zu niedrig, zu heiss, zu kalt, zu fest, zu dünn etc sein, dass ...?
- Was muss verwechselt, falsch oder nicht gemacht werden (z.B. durch Mitarbeitende)?
- Kann ein Ereignis andere Ereignisse auslösen (Dominoeffekt)?
- Welche Ereignisketten braucht es für eine Freisetzung?
- Gibt es externe Ursachen für ein Ereignis (z.B. Stromausfall, Naturgefahren, Sabotage, Cyberangriff, Störfall in der Nachbarschaft)

⇒ Mit welchen Massnahmenkombinationen können die verschiedenen Ursachen für ein Ereignis verhindert werden?

Verwenden Sie die Checkliste an allen Orten, wo Sie eine mögliche Gefahr vermuten - Lager, Umschlagplätze, Produktion, Labor, Infrastrukturanlagen.

Welche **Stoffe/ Organismen/ Energien** können durch diese Ereignisse **freigesetzt** werden und **Schaden verursachen?**

- Giftige Gase/ pathogene Organismen
- Giftgasbildung durch Brand oder gefährliche Reaktion zweier Stoffe
- Wassergefährdende Stoffe/ kontaminiertes Löschwasser
- Hitzestrahlung
- Druckwellen/ Trümmerwurf

Welche **Freisetzungspfade** gibt es?

- Austritt mit dem Löschwasser bei Toren und Türen ins Freie und Einlauf in die Kanalisation oder Abfluss in ein Gewässer oder Versickerung in den Boden
- Austritt von Flüssigkeiten, Gasen, Energien aus einem beschädigten Primär-Containment (Gebäudehülle, Tank, Gebinde, Leitungen, Infrastrukturanlage, Produktionsanlage etc.) und Austritt über unterschiedliche Pfade ins Freie (beschädigte Gebäudehülle, Einlaufschächte im Gebäude oder beim Umschlagplatz, Türen und Tore).

⇒ An welchen Orten kann mit welchen Massnahmenkombinationen die Freisetzung verhindert oder reduziert werden bzw. Stoffe / Organismen/ Energien zurückgehalten oder 'entgiftet und unschädlich gemacht' werden?

Was/ Wer kann durch die Freisetzung **geschädigt** werden?

- Personen in der Nachbarschaft im Freien und im Gebäude
- Oberflächengewässer via Abfluss oder Meteorkanalisation
- Grundwasser und Trinkwasserfassung via Versickerung in den Boden
- ARA via Schmutzwasserkanalisation

⇒ Mit welchen Massnahmen kann der Schaden reduziert bzw. können Personen in der Nachbarschaft oder Umweltgüter geschützt werden?

Massnahmenmatrix (nicht abschliessend)

Typen von Massnahmen	Gefahrenpotenzial Herabsetzen		Bauliche Massnahmen		Technische Massnahmen		Organisatorische Massnahmen	
	v.a. passive Massnahmen	v.a. aktive Massnahmen	v.a. passive Massnahmen	v.a. aktive Massnahmen	v.a. aktive Massnahmen	automatisch oder manuell	v.a. aktive Massnahmen	v.a. aktive Massnahmen
Angriffspunkte von Sicherheits-Massnahmen Verhindern von Ereignissen Gefahr beseitigen Ursachen verhindern menschliche Fehler vermeiden Überwachen Regulieren	<ul style="list-style-type: none"> - Gefährliche Stoffe ersetzen - Gefährliche Organismen ersetzen - Gefährliche Prozesse (z.B. exotherme Reaktionen) ersetzen - Gefährliche Prozessbedingungen (Temp./ Druck/ Staub) ersetzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz vor Nachbarschaftsgefährdung (Abstand/ Abschottung) - mechanischer Schutz von Anlagenteilen - Materialbeständigkeit von Gehäusen/ Tanks/ Leitungen (gegen Chemikalien/ Korrosion/ Ermüdung) - Separat-Lagerung/ Lagertrennung - verschiedener Stoffklassen - örtliche Trennung Produktion/ Lager - Geschlossene Systeme/ Anlagen - Ausschneiden von Ex-Zonen - Schutz vor Naturgefahren (z.B. Damm, Aufschüttung) - Schutz vor Einbruch/ Sabotage (Unzählung) 	<ul style="list-style-type: none"> - sicheres Prozessdesign - fehlertolerante Systeme (Robustheit gegen Fehler) - Messen/ Regeln/ Steuern (z.B. Temp./ Druck/ pH, Füllstand) - Überwachen (z.B. Brandmelder, Gas-/ Flüssigkeitssensoren, Leitfähigkeit, Vakuum) - Erdern/ Potenzialausgleich - Lüftung / Absaugung / Staub entfernen - Sauerstoffreduktion / Inertisierung - Explosionsunterdrückung - Schutz vor Verwechslungen - automatische Dosierungen - Stützbarrieren/ Notstromaggregate - sicherer Zustand bei Stromausfall (fail safe) bei Steuerungen) - Schutz vor Cyberangriff (z.B. Einbruchsicherung) 	<ul style="list-style-type: none"> - sinnvolle Raumordnung innerhalb der Gebäude - geschützte, abgeschirmte Plätze im Freien - hitzeresistente Fassaden - dichte Gebäudedühle - sichere Fluchtwege 	<ul style="list-style-type: none"> - Gassenrosen bei Lüftungsanlagen (bei Alarm automatisch Lüftung ausschalten) 	<ul style="list-style-type: none"> - Evakuationsplan (z.B. in Einkaufscenter) 	Kombination von verschiedenen Massnahmen / Redundanzen	Kombination von verschiedenen Massnahmen / Redundanzen
Begrenzen des Schadens Ereignis bekämpfen 'Freisetzungen' (Stoffe/ Energien) - zurück halten - unschädlich machen Bewäckerung - alarmieren und evakuieren Geeigneter Betriebsstandort	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffmenge reduzieren (in der Produktion, im Lager, beim Umschlag) - Gebindegrösse reduzieren - Organismenmenge reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> - statisch stabile und dichte Rückhaltesysteme (z.B. Auffang-Wannen/ -Schalen/ -Tanks) - Doppelwandige Gebinde/ Leitungen - Erdverlegte Tanks - (Gas-)dichtes Containment - (Explosions-)druckfeste Bauweise - Rückhaltevorrichtung für Trümmerrwurf - Brandabschritte - geeigneter Betriebs-Standort wählen (grosse Entfernung von Personen und Gewässer/ Grundwasser) 	<ul style="list-style-type: none"> - schnelles Entdecken und Alarmieren - Auslösen von techn. Sicherheitsmassnahmen • Sprinkler / CO2-Anlage (löschen) • Sturm-/ Notlüftung (verdunnen) • Engtöffnen / Neutralisieren / Abregnen • Notkühlung • Rückhaltebarrieren • Kanalisationsschleiber / -ballone • mobile Rückhaltebassins • Pumpen ein- oder ausschalten • Not-Aus-System/Taster • Schnellschlussventile 	<ul style="list-style-type: none"> - Notfallplan- u. Notfallübungen - Einsatzschutz durch Mitarbeitende: • Leck abdichten • Bindemittel streuen • Handfeuerlöschler/ Löschwasserposten • Manuelles Schliessen von Barrieren, Schließe • Abdecken von Einlaufschächten Intervention - Ereignisdienste: • Löschen • Dispersen setzen • Nachbarschaft schützen 	<ul style="list-style-type: none"> - Information/ Alarmieren der Nachbarschaft - Information/ Alarmieren der ARA 	Kombination von verschiedenen Massnahmen / Redundanzen		
Koordination von Störfallvorsorge und Raumplanung (Massnahmen bei den künftigen Siedlungen)	<ul style="list-style-type: none"> - Personenzahl beschränken - Nutzungsarten einschränken (keine empfindliche Einrichtungen) - Abstand zum Störfallvorordnungs-Betrieb vergrössern 	<ul style="list-style-type: none"> - sinnvolle Raumordnung innerhalb der Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> - Gassenrosen bei Lüftungsanlagen (bei Alarm automatisch Lüftung ausschalten) 	<ul style="list-style-type: none"> - Evakuationsplan (z.B. in Einkaufscenter) 	Kombination von verschiedenen Massnahmen / Redundanzen			

Gibt es Prioritäten der verschiedenen Sicherheits-Massnahmen?

Ja. Welche Massnahmen im konkreten Fall erforderlich sind, hängt einerseits von der Höhe des Gefahrenpotenzials/ Risiko und der Komplexität der Anlagentechnik ab und andererseits ob es sich um einen Neubau/ neue Tätigkeit handelt oder ob eine bestehende Situation vorhanden ist.

Da bei einem Neubau gewisse Massnahmen einfacher und günstiger umzusetzen sind als bei einer bestehenden Situation, ist das Schutzniveau bei einem Neubau höher. V.a. passive bauliche und automatisierte technische Massnahmen kommen hier zum Tragen.

Wann muss ich die Massnahmen überprüfen?

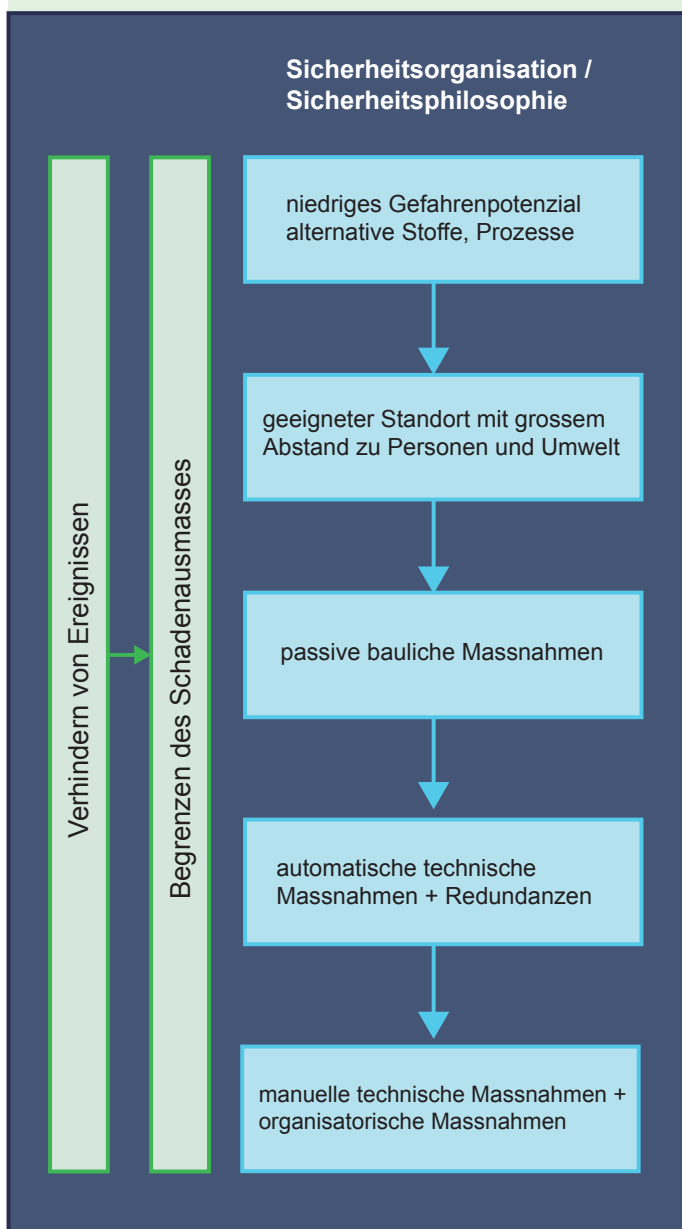
Der Zustand der passiven Massnahmen ist periodisch zu überprüfen. Die aktiven Sicherheitsmassnahmen sind regelmässig zu testen, beüben und zu warten, damit diese im Ernstfall auch funktionieren.

Auch muss regelmässig überprüft werden, ob wirklich alle notwendigen Sicherheitsmassnahmen realisiert wurden und dem vorhandenen Gefahrenpotenzial/ Risiko genügen.

Eine Überprüfung der vorhandenen Sicherheitsmassnahmen ist erforderlich, wenn:

- neue Stoffe, Organismen oder neue Tätigkeiten oder neue Anlagen eingeführt werden
- bei einem Neubau oder Sanierung Ihres Betriebes
- neue Erkenntnisse über die Gefahrenpotenziale vorliegen
- es neue Regeln der Technik oder neue Normen gibt
- neuer Stand der Sicherheitstechnik definiert wurde bzw. schon in anderen vergleichbaren Betrieben umgesetzt wurde
- es Änderungen in der Nachbarschaft gibt (z.B. Zunahme der Bevölkerung)
- es einen Zwischenfall im Betrieb gegeben hat

Der Fachbereich Risikovorsorge wird in periodischen Kontrollen prüfen, ob Ihr Betrieb in Eigenverantwortung alle erforderlichen Massnahmen umgesetzt hat. Dies verlangt die Störfallverordnung in Art. 8b.



Abgrenzung zur Arbeitssicherheit

Der Schutz der Arbeitnehmenden dient meistens auch der Störfallvorsorge (z.B. Sensibilisierung der Mitarbeitenden bezüglich Gefahren, Brand- und Explosionsschutz, richtige Handhabung und Lagerung von Chemikalien). Der Zweck der Störfallverordnung ist jedoch ein anderer: den Schutz der betriebsfremden Personen und der Bevölkerung (ausserhalb des Betriebsareals) sowie der Schutz der Umwelt. In der Störfallverordnung werden Ereignisse/ Störfälle betrachtet, welche Auswirkungen ausserhalb des Betriebes haben.

Eine Koordination zwischen Arbeitssicherheit und Störfallvorsorge ist wichtig, weil z.T. Massnahmen der Störfallvorsorge dem Arbeitnehmerschutz entgegen stehen (z.B. beim Verhindern der Freisetzung von Stoffen ins Freie und gleichzeitig Gewährleisten der sicheren Flucht der Mitarbeitenden ins Freie).

Wichtige Begriffe

Gefahr: Folgende Gefahren für Mensch und Umwelt sind möglich:

- Stoffe: physikalische Gefahren wie Brand- und Explosion, Gesundheitsgefahren wie Giftigkeit und Verätzung und Umweltgefahren (Ökotoxizität, pH-Änderungen, Sauerstoffzehrung durch leichtabbaubare Stoffe)
- Organismen: Pathogenität (Verursachen von Krankheiten) oder Invasivität von Neobiota

Zu den verschiedenen Gefahrenigenschaften gibt es noch 'Schweregrade' z.B. leicht bis schwer brennbar, stark bis schwach wassergefährdend oder kleine bis hohe Virulenz.

Das **Gefahrenpotenzial** ergibt sich aus dem Schweregrad einer Gefahr und der Menge eines Stoffes.

Störfall: Ein ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb, bei dem erhebliche Einwirkungen auftreten - ausserhalb des Betriebsareals (Art. 2 Abs. 4 StFV).

Durch einen Brand, Explosion, Leckage/ Havarie oder eine Runaway Reaktion können gefährliche Stoffe, Organismen oder Energien (Hitze, Druckwellen, Trümmerwurf) freigesetzt werden und Mensch und Umwelt schädigen.

Risiko: ergibt sich aus dem Schadenausmass und der Wahrscheinlichkeit eines Störfalls.

Schadensausmass: Je nach Ereignisart und den freigesetzten Stoffen, Organismen und Energien ergibt sich ein anderes Schadensbild. Giftgase, Hitzestrahlung, Druckwellen und Trümmerwurf können Personen z.T. bis in weite Distanzen gefährden. Wassergefährdende Stoffe und kontaminiertes Löschwasser verschmutzen die Oberflächengewässer und das Grundwasser. Dabei können auch wichtige Infrastrukturen wie die ARA oder Trinkwasserfassung beeinträchtigt werden.

Die Grösse des Schadens hängt ab:

- von der Gefährlichkeit und Menge der freigesetzten Stoffe, Organismen, Energie und
- der Anwesenheit und Anzahl Personen in der Nachbarschaft oder
- dem Abstand zu und Grösse von einem Gewässer, Grundwasserträger oder Trinkwasserfassung.

Wahrscheinlichkeit eines Störfalls: setzt sich, entsprechend einer Ursachenkette, aus Teilwahrscheinlichkeiten zusammen z.B. Wahrscheinlichkeit einer Explosion = Wahrscheinlichkeit für ein Materialversagen eines Gebindes mit leichtbrennbaren Flüssigkeiten mal Wahrscheinlichkeit für Ausfall der Lüftung mal Wahrscheinlichkeit für einen Funken. Dazu kommt noch die Wahrscheinlichkeit, dass sich in diesem Moment Personen in der Nachbarschaft aufhalten und der Wahrscheinlichkeit für eine letale Strahlungsdosis.

Human Factors: Der Mensch kann durch schnelles, richtiges, wissendes Handeln Ereignisse verhindern oder Schaden begrenzen. Oft ist der Mensch aber auch der Verursacher von Ereignissen/ Störfällen z.B.

- falsches Planen von technischen Prozess-Anlagen
- Unkenntnis von Gefahren oder von richtigem Handeln
- nicht befolgen von Regeln und Anweisungen
- Verwechslungen
- Unachtsamkeit
- mutwillige Sabotage

Hilfsmittel

Sicherheitsdatenblatt von verwendeten Gefahrstoffen
Normen und Richtlinien der Schweiz und EU für Brand- und Explosionsschutz, Chemikaliensicherheit, Arbeitnehmerschutz, Gewässerschutz, Ingenieurwesen, Anlagentechnik z.B. VKF, EKAS, VSA, SIA

Leitfäden/ Merkblätter auf Homepage uwe.lu.ch z.B.

Leitfaden „[Löschwasser-Rückhaltung](#)“

Leitfaden „[Lagerung gefährlicher Stoffe](#)“

Leitfaden „[Absicherung und Entwässerung von Güterschlagplätzen](#)“

Merkblatt [Umsetzung der Störfallverordnung](#)

[Störfallverordnung Anhang 2.1, 2.2-2.5](#)



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Umwelt und Energie (uwe)
Libellenrain 15, Postfach 3439, 6002 Luzern
Tel. 041 228 60 60, Fax 041 228 64 22
uwe@lu.ch, www.uwe.lu.ch

Januar 2023