



# Anleitung zum Kapitel 5 der Checkliste "Kurzbericht für Betriebe nach Störfallverordnung (StFV)"

Untersuchungseinheiten und Störfallszenarien für Betriebe mit chemisch-technischen Risiken

## 1 Zusammenfassung

---

Das Kapitel 5 der Checkliste "Kurzbericht für Betriebe nach Störfallverordnung (StFV)" umfasst für jede einzelne Untersuchungseinheit (U1, U2, U3 usw.) folgende zwei Teile:

- Teil 1 (Abs. 3: a. bis e.): Beschreibung der Untersuchungseinheit U<sub>x</sub> (Umschlagplatz, Lager oder Produktionsabschnitt) mit:
  - aussagekräftigen Plänen,
  - der Stoffliste,
  - der Beschreibung der Sicherheitsmassnahmen.
- Teil 2 (Abs. 4: f. bis l.): Beschreibung aller relevanten Störfallszenarien S<sub>y</sub> für jede Untersuchungseinheit (U<sub>x</sub>S<sub>1</sub>, U<sub>x</sub>S<sub>2</sub>, ..., U<sub>x</sub>S<sub>y</sub>).

Zu jeder Untersuchungseinheit wird es in der Regel mindestens einen oder auch mehrere relevante Ereignisabläufe (Störfallszenarien) geben, wobei Teil 1 nur einmal beschrieben wird, gewissermassen als Deckblatt für die zugehörigen Szenarien S<sub>1</sub> bis S<sub>y</sub>.

Die Festlegung der Untersuchungseinheiten bzw. deren Grenzen ist Sache des Autors. Sie definieren sich zweckmässigerweise als Betriebseinheiten (-flächen), die sich in sachlicher (technisch-technologisch, physisch-baulich, brandschutztechnischer, organisatorisch und/oder stofflich) Hinsicht durch weitestgehende Gleichartigkeit auszeichnen.

## 2 Allgemeines

---

Das Kapitel 5 der Checkliste bildet den Schwerpunkt des Kurzberichts. Hier ist nun kompromisslos das Gefährdungspotenzial des gesamten Betriebes durch Analyse aller relevanten Bereiche zu bestimmen. Etwaige Dominoeffekte (Fortpflanzung bzw. Übergreifen von Einwirkungen auf andere Bereiche) sind zu prüfen. Auch hier ist für das Verständnis des Lesers (zuständige Behörde) die Nachvollziehbarkeit und Plausibilität der Überlegungen, Modellierungen, Schlussfolgerungen usw. des Autors wieder von besonderer Bedeutung.

In diesem Kapitel soll für jede einzelne Untersuchungseinheit U (Lagerort, Umschlagplatz oder Produktionsabschnitt), in der mit Mengen von Stoffen, Zubereitungen oder Sonderabfällen umgegangen wird, separat Auskunft gegeben werden. Das heisst, dass jede Untersuchungseinheit mit je einem eigenen Kapitel 5 beschrieben wird und zwar durch:

- Menge und Eigenschaften der einzelnen Stoffe, Zubereitungen, Sonderabfälle (Stoffliste),
- die Sicherheitsmassnahmen,
- die schlimmstmöglichen Störfallszenarien (Worst-Case-Szenario).

Um den nötigen Überblick zu behalten, sollten diese verschiedenen Kapitel 5 am besten fortlaufend nummeriert werden (U1 / U2 / U3 usw.). Auf dem jeweils ersten Blatt ist im Titelbalken die Bezeichnung des untersuchten Bereichs anzugeben. **Bei den Gebäude-/Raum-/Umschlagplatz- und Bezeichnung der Lager im Freien ist darauf zu achten, dass sie mit denen übereinstimmen, die in den Plänen und im Kapitel 2 verwendet werden.**

Bei einem Betrieb, der beispielsweise einen Umschlagplatz und zwei Lagerräume mit (gefährlichen) Stoffen umfasst, müssen insgesamt 3 verschiedene Kapitel 5 (5.U1 bis 5.U3) verfasst werden.

## 3 Vorgehensweise

---

Die nachfolgend aufgeführten Schritte a bis l stimmen mit den gleich bezeichneten Schritten in der Checkliste überein. Die ersten fünf Schritte a bis e (Teil 1 der Risikountersuchung) befassen sich mit der Beschreibung der jeweils ausgewählten Untersuchungseinheit:

- a. Beschreibung der Situation
- b. Beschreibung der Nutzung
- c. Liste der vorhandenen Stoffe, Zubereitungen und Sonderabfälle (Lagerliste, Excel-Tabelle)

- d. Lagerkonzept
- e. Sicherheitsmassnahmen

Die Schritte f bis l (Teil 2 der Risikountersuchung) beschreiben den Ablauf aller vorstellbaren Störfallszenarien:

- f. Bezeichnung des Szenarios (Brand, Explosion, toxische Gaswolke etc.)
- g. Mögliche Ursachen, die zu einer Freisetzung führen können
- h. Maximal mögliche Mengen an freigesetzten Stoffen, Zubereitungen, Sonderabfällen
- i. Wirkung der Sicherheitsmassnahmen auf den Ablauf des Störfallszenarios
- j. Ausbreitungsrechnung
- k. Berechnung des maximal möglichen Schadensausmasses
- l. Begründung, wieso Szenarien mit grösseren Schadensausmassen ausgeschlossen werden können.

Im Folgenden werden die Schritte a bis l detaillierter beschrieben. Die Aufzählungen sind beispielhaft und nicht abschliessend gemeint.

#### 4 Beschreibung der Untersuchungseinheiten

---

##### a. Beschreibung der Situation

Die Räumlichkeit oder der Bereich im Freien ist knapp zu beschreiben:

- Bezeichnungen der zu dieser Untersuchungseinheit eingereichten Pläne
- Lage des Raumes: Gebäudebezeichnung, Etage, Zugänge
- Grundfläche, Raumvolumen
- Bauweise des Gebäudes (z.B. Leichtbau, Massivbau: Stahl, Holz, Beton, Ziegel)
- Unterkellerung, Anzahl Stockwerke
- Lage der Dachwasserabläufe: innerhalb/ausserhalb des Gebäudes
- Entwässerung / Bodenabläufe / Schächte

##### b. Beschreibung der Nutzung

Gruppirt nach den grundsätzlichen Nutzungsarten: Umschlag, Lagerung oder Produktion. Die folgenden Stichwörter beschreiben eine Auswahl der relevanten Nutzungsmöglichkeiten.

Umschlagprozesse:

- Einsatz von Gabelstaplern, Flüssigkeiten- /Gasumschlag in stationäre Tanks, andere Umschlags- bzw. Ein-/Auslagerungsprozesse

Lagerung:

- Hochregal- / Block- / Tank- / Fass- / Gebindelager etc.

Produktionsprozesse:

- Chemische Synthese, Stoffumformung, Mischen, Herstellung von Zubereitungen
- Oberflächenbehandlung wie Härten, Galvanisieren, Brünieren, Beizen, Lackieren, Drucken etc.
- Abfüllen, Kommissionieren
- Kunststoffverarbeitung

Hilfsprozesse:

- Kälteerzeugung und -verteilung
- Hygienisierung, Desinfektion (Wasseraufbereitung)
- Abwasservorbehandlung / Entgiften

### c. Liste der vorhandenen Stoffe, Zubereitungen und Sonderabfälle (Lagerliste)

Die in der betrachteten Untersuchungseinheit vorhandenen Stoffe, Zubereitungen und Sonderabfälle, deren Mengen und Eigenschaften sowie die Gebindeart und –grösse, in der die Lagerung erfolgt, sind aufzulisten. Dabei sollen nicht nur die an einem beliebigen Tag vorhandenen Lagermengen berücksichtigt werden. Als massgebend **gelten die maximal möglichen Stoffmengen bzw. die durch die Raum-, Flächen- oder Tankmasse begrenzten Lagerkapazitäten** für die einzelnen Stoffe, Zubereitungen und Sonderabfälle.

Bei einem Umschlagplatz sind die Maximalmengen jene, die sich während eines Umschlagvorganges dort befinden können (z.B. Rauminhalt des Tankwagens).

Die Sicherheitsdatenblätter sind beizulegen.

Falls in einer Untersuchungseinheit zahlreiche Stoffe in relativ kleinen Mengen vorliegen, können solche mit gleichen Gefahrenereigenschaften in Gruppen zusammengefasst werden (z.B. [GHS02](#), vorhandene Lagermenge: 6'300 kg).

Für die Auflistung der Stoffe, Zubereitungen oder Sonderabfälle kann das zur Verfügung gestellte Excel-Formular verwendet werden.

Betriebseigene, bereits vorhandene Listen sollten unbedingt inhaltlich vergleichbar sein.

### d. Lagerkonzept

Bei der Lagerung von Stoffen, Zubereitungen oder Sonderabfällen sind ihre Eigenschaften zu berücksichtigen. Insbesondere von Bedeutung sind:

- Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit
- Toxizität, Wassergefährdung
- Chemische Instabilität, gefährliche Reaktionen mit anderen Stoffen

Es ist anzugeben, für welche Gefahrenereigenschaften das Lager konzipiert wurde. Sind zwischen einzelnen gelagerten Stoffen gefährliche Reaktionen (sogenannte Inkompatibilitäten) bekannt? Was wurde unternommen, um diese auszuschliessen? Sind z.B. gewisse Lagerbereiche für Stoffe mit bestimmten Gefahrenereigenschaften reserviert?

### e. Spezifische Sicherheitsmassnahmen

Art. 3 StFV verlangt, dass alle zur Verminderung des Risikos geeigneten Massnahmen zu treffen sind, die nach dem Stand der Sicherheitstechnik verfügbar, aufgrund der Erfahrung ergänzt und die wirtschaftlich tragbar sind. Dazu gehören Massnahmen, mit denen das Gefahrenpotenzial herabgesetzt, Störfälle verhindert und deren Einwirkungen begrenzt werden.

Bei der Wahl der Massnahmen müssen betriebliche und umgebungsbedingte Ursachen für Störfälle sowie Eingriffe Unbefugter berücksichtigt werden. Bei der Umsetzung der Massnahmen sind namentlich die im Anhang 2.2 StFV genannten Grundsätze zu berücksichtigen.

Alle Sicherheitsmassnahmen zur Minderung der chemisch-technischen Risiken sind detailliert zu beschreiben und ggf. auf beigelegte Pläne zu verweisen. Zur Darstellung bzw. Verdeutlichung eines systemischen Charakters wird empfohlen, auf Schemata oder andere geeignete grafische Darstellungen zurück zu greifen.

Die Sicherheitsmassnahmen sind ggf. nach "bereits realisierten" und "demnächst beabsichtigten" Massnahmen zu unterscheiden.

Die ausführlichere Beschreibung der erwarteten Wirkung bei einem konkreten Ereignisablauf erfolgt unter i.

## 5 Beschreibung der Störfallszenarien

---

Da für eine Untersuchungseinheit möglicherweise mehrere, verschiedenartige Störfallszenarien denkbar sind, müssen ggf. die Schritte f bis l mehrmals durchlaufen werden. Wie das zu verstehen ist, soll an einem Beispiel gezeigt werden. Dabei wird angenommen, dass eine grössere Menge eines Stoffes freigesetzt worden ist, der die folgenden Eigenschaften aufweist: flüssig, leichtflüchtig, brennbar und toxisch:

- Szenario 1: Die Flüssigkeit entzündet sich sofort (Lachenbrand). Die entstehende Wärmestrahlung gefährdet Personen, die sich in der Nähe aufhalten und angrenzende Gebäude oder andere Infrastrukturen.
- Szenario 2: Die Flüssigkeit entzündet sich nicht sofort, dafür bildet sich aufgrund der Leichtflüchtigkeit eine explosible Gaswolke, die sich in die Umgebung ausbreitet, bis sie mit einer Zündquelle in Kontakt kommt und gezündet wird. Die Wolke brennt sehr schnell ab und Menschen, die sich im Zeitpunkt der Zündung innerhalb dieser Wolke befinden, können durch die Hitze schwer verletzt oder getötet werden. Je nach Situation kann es beim Abbrand einer Gaswolke auch zu einer Explosion kommen, die zu einer Druckwelle und/oder zu Trümmerwurf führen kann.
- Szenario 3: Die gebildete Gaswolke entzündet sich nicht. Aber wegen deren Toxizität sind Personen im entsprechenden Ausbreitungsradius gefährdet.
- Szenario 4: Die Flüssigkeit gelangt in ein Gewässer oder versickert im Boden. Im Gewässer kommt es zu einem Fischsterben bzw. beim Versickern im Boden wird das Grundwasser verschmutzt oder die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigt.

Sollten an verschiedenen Orten im Betrieb dieselben Stoffe vorhanden und deshalb gleichartige Szenarien von Bedeutung sein, reicht es das Szenario mit dem grösstmöglichen Schadensausmass (Worst-Case-Szenario) vollständig und mit Begründungen abzuhandeln.

### f. Bezeichnung des Szenarios S

Art: Die wesentliche Eigenart des Szenarios ist zu charakterisieren. Dafür stehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten zur Auswahl: Brand (Wärmestrahlung, toxische Brandgase, Löschwasseranfall und Eintrag in Oberflächengewässer), Explosion, BLEVE, Gaswolkenbrand, toxische Gaswolke, Auslaufen in Oberflächengewässer, Versickern ins Grundwasser, Kontamination des Bodens.

### g. Mögliche Ursachen, die zu einer Freisetzung führen können

Pauschale Beschreibung der möglichen Ursachen, die zu relevanten Stofffreisetzungen führen können. Im Allgemeinen genügt eine Aufzählung. Mögliche Einwirkungen sind zum Beispiel:

- Manipulations-/Bedienungsfehler, Sabotage
- Korrosion, Materialfehler
- Hitzeeinwirkung, z.B. durch Gebäudebrand oder Sonneneinstrahlung
- Stoffinstabilitäten, -inkompatibilitäten
- Hochwasser, Blitzschlag, Erdbeben, Erdbeben
- Unfallbedingte Einwirkungen von Strassen- oder Schienenfahrzeugen, Flugzeugabsturz

### h. Maximal mögliche Mengen an freigesetzten Stoffen, Zubereitungen, Sonderabfällen

Die maximale Freisetzungsmenge eines Stoffes etc. ist jene Menge, die beim grössten Leck oder schlimmstmöglichen Defekt aus einem Behälter oder aus einem Leitungssystem entweichen kann.

Je nach Stoffeigenschaften und Anlagekonstruktion kann diese Menge auch viel geringer sein als die maximale Lagermenge. Die Überlegungen zur Festlegung der maximal möglichen Freisetzungsmengen sind nachvollziehbar zu beschreiben.

### i. Wirkung der Sicherheitsmassnahmen auf den Ablauf des Störfallszenarios

Die Szenarien sollen konsequent als schlimmstmögliche Ereignisse (sogenannte Worst-Case-Szenarien) entwickelt werden. Hinsichtlich der Qualifizierung der Sicherheitsmassnahmen werden aktive und passive Massnahmen unterschieden. Als sehr zuverlässig

gelten in der Regel die passiven (physische, bauliche) Sicherheitsmassnahmen, solche also, die sich immer im wirksamen Zustand befinden oder zumindest für ihre Funktion keine Fremdenergie benötigen. Aktive Sicherheitsmassnahmen müssen hin-

gegen erst durch einen energetischen Impuls (automatisch oder manuell) aktiviert werden.

Der Einfluss von sehr zuverlässig wirkenden passiven Sicherheitsmassnahmen auf den Ablauf des Szenarios kann berücksichtigt werden. Dazu zählen u.a.:

- Auffangbecken, Löschwasserrückhaltebecken
- Doppelwandtanks oder -leitungen mit überwachtem Zwischenraum
- Druckentlastungsöffnungen
- fixe Barrieren, Abweis-, Ableitkonstruktionen u.ä.

Unter Umständen können aber auch Kombinationen gleicher oder verschiedener, zwar aktiver, sich jedoch gegenseitig ergänzender Sicherheitsmassnahmen (Redundanz: **Fail-stop/Shutdown**-Schnellstmögliche Abschaltung der Anlage im Fehlerfall) berücksichtigt werden.

Sinngemässe Beispiele könnten sein:

- Doppelte (serielle) Anordnung von Sicherheitsventilen, -sensoren u.a.
- Einlagerungspumpen-AUS elektrisch und pneumatisch

Es ist für jeden einzelnen Fall abzuklären, welche Sicherheitsmassnahmen diese Redundanz-Bedingung tatsächlich erfüllen.

Es ist darzulegen und nachvollziehbar zu begründen, welche Sicherheitsmassnahmen in der betrachteten Untersuchungseinheit auch beim schlimmstmöglichen Ereignis als wirksam betrachtet werden können.

#### **j. Ausbreitungsrechnung**

Es sind Überlegungen anzustellen, wie sich die freigesetzten Stoffe bzw. die Einwirkungen (z.B. Wärmestrahlung, Druckstoss) in die Umgebung ausbreiten können. Alle möglichen Ausbreitungswege sind zu überprüfen. Je nach freigesetztem Stoff kommen einer oder mehrere der folgenden Ausbreitungswege in Betracht:

- Luftweg (Gase, Dämpfe, Stäube, Wärmestrahlung von Bränden, Druckwellen oder Trümmerwurf bei Explosionen)
- Bodenoberfläche (Flüssigkeiten, schwere Gase oder Dämpfe)
- Gewässer (Flüssigkeiten, wasserlösliche Stoffe)
- Untergrund und Grundwasser (Flüssigkeiten, Gase, i.d.R. nur bei Austritt direkt im Untergrund)
- Kanalisationsleitungen (Flüssigkeiten, Dämpfe oder schwere Gase)

In der Regel sind die Ausbreitungen rechnerisch abzuschätzen. In vielen Fällen ist dafür die Verwendung eines anerkannten Rechenmodells erforderlich. Die Überlegungen müssen nachvollziehbar dargestellt werden.

Die Umweltbedingungen, die sich auf die Ausbreitung auswirken sind so zu wählen, dass das maximal mögliche Schadensausmass entsteht. Die folgenden Parameter können von Bedeutung sein:

- Wetter: Windstärke und -richtung, atmosphärische Stabilität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit
- Wasserstände von Fließgewässern, Seen und Grundwasser
- Tageszeit, Wochentag und Jahreszeit (Bevölkerungsverteilung und damit das Schadensausmass, kann davon abhängen)

Ein iteratives Vorgehen kann notwendig sein.

#### **k. Berechnung des maximal möglichen Schadensausmasses**

Gemäss der Richtlinien Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung werden die Schadensausmasse mittels folgender 5 Schadensindikatoren erfasst (n1 bis n5):

- n1 Todesopfer (Anzahl Personen, die innerhalb von 30 Tagen an den direkten Folgen des Störfalles sterben)
- n2 Verletzte (Anzahl Personen, die eine medizinische Betreuung benötigen) *nur für hochaktive Stoffe*
- n3 Verunreinigte oberirdische Gewässer (Volumen in m<sup>3</sup> oder Fläche in km<sup>2</sup>)
- n4 Verunreinigte unterirdische Gewässer (Ausfall der betroffenen Trinkwasserversorgung in Personenmonaten)
- n5 Boden mit beeinträchtigter Bodenfruchtbarkeit (Flächenjahre in km<sup>2</sup> pro Jahr)

Die Bevölkerungsverteilung, die für die Abschätzung der Zahl der Toten (n1) oder Verletzten (n2) zugrundegelegt wird, muss die tatsächlichen Gegebenheiten berücksichtigen. Dem Einfluss der Tages- oder Jahreszeit bzw. des Wochentages ist dabei Rechnung zu tragen. Die angewendeten Letalitätsparameter müssen aus einer anerkannten Quelle stammen.

Die entsprechenden Kriterien für die Schädigung der Gewässer und des Bodens können den [Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung](#) entnommen werden.

Die Schadensabschätzungen sind nachvollziehbar darzustellen.

**I. Begründung, weshalb Szenarien mit grösseren Schadensausmassen ausgeschlossen werden können**

Die Störfallverordnung verlangt, dass im Kurzbericht die schlimmstmöglichen Szenarien beschrieben werden. In der Regel lässt sich jedoch nicht ohne weiteres erkennen, ob tatsächlich das oder die schlimmstmöglichen Szenarien untersucht worden sind. Es soll daher anhand von zusätzlichen Überlegungen gezeigt werden, unter welchen Bedingungen ein noch grösseres Schadensausmass denkbar wäre. Anschliessend ist plausibel darzulegen, wieso diese Bedingungen ausgeschlossen werden können.