



SICHERES ENTLADEN VON CHEMIKALIEN

Empfehlungen zum Vermeiden von Verwechslungen

Inhaltsverzeichnis

1	VORWORT	3
2	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	5
3	ALLGEMEINES	6
4	SPEZIELLE MAßNAHMEN	7
4.1	Bauliche Maßnahmen	7
4.2	Organisatorische Maßnahmen vor dem Verladevorgang	7
4.3	Aktiv technische Maßnahmen vor dem Verladevorgang	8
4.4	Schadensbegrenzende Maßnahmen	9
5	ZUSAMMENFASSUNG	9
	ABKÜRZUNGEN	10

1 Vorwort

Wenngleich die nachgewiesene absolute Anzahl an Vorfällen mit gefährlichen Stoffen bei der Be- und Entladung nicht groß ist, ist das Gefahrenpotential an der Schnittstelle zwischen dem Transportvorgang und der Lagerung unbestritten. Einerseits sind bis in die jüngste Vergangenheit Unfälle mit teils erheblichen Konsequenzen aufgetreten¹, andererseits sind u. a. die Fehlerwahrscheinlichkeiten der Einrichtungen an Verladestellen auf Grund der Auswertung von Vorfällen vergleichsweise deutlich höher als bei gleichartigen Einrichtungen in anderen Anlagenteilen².

Eine relevante Fehlerquelle in diesem Bereich ist die Verwechslung von Gefahrstoffen, d.h. eine Abfüllung eines Stoffes in einen Behälter mit einem anderen Stoff, wobei die Vermischung dieser beiden Stoffe zu einer gefährlichen Reaktion führt. Ein Vorfall im Dezember 2017 in OÖ³ hat dazu geführt, dass die diesbezüglichen Anforderungen an Verladestellen näher betrachtet wurden. Da es abgesehen vom Bereich der entzündlichen Flüssigkeiten weder generell gültige noch speziell auf diese Thematik abgestimmten Anforderungen gibt, sind diese als Vorschriften im Einzelfall zu formulieren. Die nachstehende Empfehlung ist für diese Anwendung gedacht. Sie fasst die neusten Erkenntnisse des Standes der Sicherheitstechnik zusammen und ist jeweils auf die Umstände des Einzelfalles abzustimmen.

Die Empfehlung wurde von einer Arbeitsgruppe erstellt, die in nahezu gleicher Zusammensetzung bereits zwei Publikationen⁴ zu ähnlichen Themen vorbereitet hat. In der Gruppe haben Vertreter von Firmen, die Anlagen mit hohem Gefahrenpotential besitzen, einschlägig befassete Konsulenten und Behörden zusammengearbeitet.

Die Arbeitsgruppe war von 2019 – 2020 zu diesem Thema tätig.

¹ Referenz z.B. Ereignisberichte in der IVSS-Publikation „Verwechslung von Chemikalien“ https://safety-work.org/fileadmin/safety-work/articles/Verwechslung_von_Chemikalien/Stoffverwechslung_d.pdf

² Referenz z.B. „Guidelines for Quantitative Risk Assessment“ (Purple Book), Kapitel 3.21

³ Aschach/OÖ am 13.12.2017; Vertauschen von Hypolauge und Salzsäure, ca. 600 Liter Hypochlorid in einen Salzsäuretank gepumpt. Folge: Freisetzung einer Chlorgaswolke mit 40 Personen in Behandlung

⁴ *Layer of Protection Analyse (LOPA) zur risikobasierenden Bewertung von Szenarien - Guideline zur Anwendung für prozessbedingte Störungen bei der Sicherheitsanalyse von technischen Anlagen (2012)* und *Technische Risikoanalysen für Anlagen mit hohem Gefahrenpotenzial - Empfehlung für eine Methodenstruktur (2014)*, jeweils erschienen bei Edition TÜV Austria

Arbeitsgruppe Prozesssicherheit

Teilnehmer:

DI Dr. Martin Doktor, Leiter Competence Center Anlagensicherheit, TÜV Austria

DI Karl Findenig, Leiter Competence Center Elektrotechnik, TÜV Austria

DI Dr. Friedrich Fröschl, Process Safety, VTU Engineering GmbH

DI Rainer Hebenstreit, Seveso-Beauftragter, Amt der OÖ Landesregierung

DI (FH) Ernst Holzweber, Prozessverantwortlicher Maschinensicherheit, voestalpine Stahl GmbH

DI Dr. Robert Inführ, Process Safety, Borealis Polyolefine GmbH

Matthias Kaiser-Pöllertzer MSc., Functional Safety, OMV Downstream GmbH

DI (FH) Helmut Lengerer, Head Technical Safety, Sandoz GmbH

DI Alfred Moser, Planung-Technik und Umwelt, Magistrat Linz

DI Steffen Rupp, Process Safety, OMV Downstream GmbH

DI Daniel Sandholzer, Process Safety, Borealis Agrolinz Melamin, Linz

DI Dr. Dieter Schiefer, Seveso-Beauftragter, Amt der OÖ Landesregierung

DI Dr. Gerhard Schoppel, Process Safety, Thermo Fisher

DI Ernst Simon, Abteilung 15, Stmk. Landesregierung

DI Dr. Michael Struckl, ehem. Leiter der Abt. Gewerbetchnik des BMDW i.R.

DI Dr. Helmut Timmerer, Leitung Engineering Maschinen- & Anlagenbau, PMS

DI Helmut Weißböck, Anlagensicherheit / Anlagenrecht Lenzing AG

2 Einleitung und Zielsetzung

Die vorliegende Empfehlung betrifft ausschließlich die Gefahren durch fehlerhafte Befüllung ortsfester Lagerbehälter aus Eisenbahnkesselwagen oder Straßentankwagen. Dabei können durch Verwechslungen beim Umschlag von Chemikalien im engeren Sinne der gegenständlichen Empfehlung Auswirkungen durch

- a) exotherme Reaktionen (Druck, Temperaturerhöhung) oder
- b) Bildung toxischer Gase durch chemische Reaktion

eintreten.

Die Gefahrenvermeidung von Entlade- bzw. Verladeeinrichtungen in Bezug auf Chemikalienverwechslung ist zu einem großen Anteil über organisatorische Maßnahmen geregelt. Dabei sind gerade die damit verbundenen Tätigkeiten vielfach Unfallursachen. Im Gegensatz zu den Schutzmaßnahmen gegen Stoffaustritt durch Schlauchabriss oder unbeabsichtigte Bewegung des Fahrzeugs und daraus resultierende Gefahren (z.B. Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre), gibt es für die Chemikalienverwechslung vergleichsweise wenige technische Vorkehrungen. Eine automatische Medieneerkennung als Schutzmaßnahme ist nicht in allen Fällen möglich und benötigt jedenfalls zusätzliche Schutzebenen, kann also keinesfalls als einzige Barriere anerkannt werden.

Verladestellen für gefährliche Chemikalien und damit verbundene Einrichtungen sind durchwegs Bestandteile einer ortsfesten Anlage und somit Gegenstand einer Betriebsanlagengenehmigung nach Gewerbeordnung. Wenn die Gesamtanlage die Mengenschwellen an Stoffen oder Gemischen nach Anlage 5 der Gewerbeordnung überschreitet, ist diese eine „Seveso-Anlage“ und unterliegt somit den einschlägigen zusätzlichen Bestimmungen. Dem entsprechend sind die jeweiligen Schutzinteressen wahrzunehmen. Die Anwendung aller oder eines Teils der im folgenden dargestellten Maßnahmen kann aber auch für Anlagen weit unterhalb der SEVESO Mengenschwellen sinnvoll sein. Umfang und Qualität orientiert sich am Risiko bzw. Schutzziel.

3 Allgemeines

Folgende allgemeine Grundsätze sind für die weitere Betrachtung einzuhalten, um eine effiziente Gefahrenvermeidung zu gewährleisten:

- Maßnahmen im Rahmen der Anlieferung:
 - Festlegung der Materialspezifikation, Menge, Zeitpunkt und Art der Anlieferung (Gebinde, TKW, KWG, ...) über die zuständige Stelle (Einkauf)
 - Lieferant ist bekannt
 - Sicherheitseinschulung für Personal des Lieferfahrzeugs sichergestellt
 - Abgleich der Anlieferung mit der Bestellung (Lieferschein, Beprobung vor Einfahrt oder dergleichen)
 - Eventuell zusätzliche Kontrollen z.B. Verwiegung
 - Eine definierte Anmeldestelle, welche nicht mit der Verladestelle identisch ist, unterstützt bei der Lenkung der TKWs zu den korrekten Entladestellen bzw. zur Analysestelle und benachrichtigt den Betreiber.
- Maßnahmen am Standort des Lieferfahrzeugs:
 - Definierter Standort
 - Einhaltung allgemeiner Engineering-Grundsätze wie z.B. Werkstoffauswahl
 - Grundlegende technische Sicherheitsmaßnahmen (Erdung, Ex-Schutz, Abrollsicke- rung, Not-Aus, Überfüllsicherung)
 - Grundlegende organisatorische Sicherheitsmaßnahmen (Anwesenheit des Personals, Berücksichtigung von Fremdpersonal)
- Informationen über die Auswirkungen einer Chemikalienverwechslung
 - Erstellen einer Wechselwirkungsmatrix (z.B. in Anlehnung an TRGS 510⁵ Abschnitt 7 - Achtung! Zusammenlagerung von Säuren und Laugen wird in TRGS 510 nicht be- trachtet)
 - Auswirkungsabschätzung (z.B. toxische Wolke, Explosion, ...)
 - Gefahren und Risikoanalyse für Verladevorgang, z.B. HAZOP oder SWIFT

⁵ Technische Regeln für Gefahrstoffe, Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern – TRGS 510 (Fassung 30.11.2015)

4 Spezielle Maßnahmen

Für den Schutz vor Chemikalienverwechslung werden die im folgenden dargestellten Schutzebenen empfohlen. Es ist anzumerken, dass die Festlegung der Qualität der Ausführung bzw. die Kombination aller oder Teile dieser Empfehlungen in Abhängigkeit zum zuvor ermittelten Risiko zu treffen ist.

4.1 Bauliche Maßnahmen

- Getrennte Säure/Laugen Verladestationen
 - D.h. baulich so getrennt, dass deutlich mehr als die Verladeschlauchlänge zwischen den Stationen liegt.
- Anschlüsse
 - Eindeutige Beschriftung der Anschlüsse (UN-Nummer + Medium) nahe am Füllstutzen
 - Unterschiedliche Anschlüsse für unterschiedliche Medien; mitunter schwierig umzusetzen – muss mit Einkauf abgestimmt werden, da dadurch möglicherweise die Zahl der Lieferanten eingeschränkt wird!
 - Farbliche Kennzeichnung z.B. nach ÖNORM Z1001(wird aktuell überarbeitet); Die Problematik ist, dass es keinen eindeutigen Farbcode gibt; ideal wäre z.B. interner farblicher Lieferschein mit derselben Farbe wie Stutzen für Entladung.
- Leitungen
 - möglichst kurz
 - Kennzeichnung der Flussrichtung in Richtung Tank
- Getrennte Auffangwannen
 - zumindest Kontrolle / Entleeren der Auffangwanne vor Befüllung

4.2 Organisatorische Maßnahmen vor dem Verladevorgang

Für die Durchführung organisatorischer Maßnahmen für den Verladevorgang ist grundsätzlich das Anlagenpersonal verantwortlich! Die Vergabe sicherheitskritischer Tätigkeiten an Fremdpersonal wird sehr kritisch gesehen.

- **„Digitalisierte“** und **personalisierte** Checkliste als Schrittkette – d.h.:
 - elektronisches Beantworten des Arbeitsschrittes mit Zeitstempel
 - Nächster Arbeitsschritt am Display kommt erst wenn der aktuelle Schritt beantwortet ist
 - Erst nach Abarbeitung aller Schritte erfolgt Freigabe für Verladung

Anmerkung: Nur wenn der TKW Fahrer eingeschult wurde (d.h. qualifiziert, sprachkundig und ortskundig ist) und auch mit Username im System angelegt ist, kann auch dieser in die Abarbeitung der digitalisierten Checkliste eingebunden werden, allerdings nur untergeordnet zum Anlagenpersonal (4-Augen Prinzip).

Sinnvollerweise ist die folgende Checkliste mit dem Verladepersonal durchzugehen und zu optimieren (d.h. die Abfolge soll so gestaltet sein, dass unnötige Wege vermieden werden, selbsterklärend, Nummerierungen intuitiv in richtiger Reihenfolge, ...)

- Anmeldung am Verladesytem
 - Eingabe eines personenbezogenen Users mit Passwort
- Eingabe der Lieferantendaten:
 - Fahrzeugnummer
 - Bestellnummer
 - Nettogewicht
- Identifizierung Transportgut
 - Lieferschein / UN-Nummer⁶ / Medium
 - (falls vorhanden Analysenzertifikat vom Hersteller)
 - Vergleich Lieferschein mit Wagenkennzeichnung
 - Probenahme vor Ort (und/oder Labor)
 - 4-Augen Prinzip – Einloggen einer zweiten Person (in der Messwarte), die die Eingaben prüft und bestätigt und den weiteren Verladevorgang freigibt

4.3 Aktiv technische Maßnahmen vor dem Verladevorgang

Für die im Folgenden dargestellte In-Line Messung ist vorab zu klären:

- Gibt es eine Messung, die einen Messwert mit einer brauchbaren Auflösung zur Unterscheidung der möglichen Chemikalien liefert (Dichte, Schallgeschwindigkeit, pH-Messung, Refraktometrie, Redox-Messung, ...)
- die Medientauglichkeit der Messung ist nachzuweisen
- In-Line Messung
 - eingebaut in: Start – Schleife, Bypass, Probenahmekreislauf oder Zwischenbehälter, um das Ergebnis der Analyse abwarten zu können, bevor auf den zu befüllenden Tank geschaltet wird.
 - Abklären ob Zirkulieren zurück zum TKW problematisch sein kann.
 - Der Messvorgang (Schritt看ette bzw. Teile dieser - wie z.B. oben beschrieben) ist in der Steuerung mit zu protokollieren und zu plausibilisieren.
 - Erst wenn das Messergebnis einen stabilen Wert liefert und der erwarteten Chemikalie entspricht, kann auf den Lagertank umgeschaltet werden, d.h. Freigabe für Betankung – Entladepumpe, Einlagerungsventil(e) durch die (Sicherheits-) Steuerung.
 - Für die Messung sind unter anderem folgende Punkte zu beachten:
 - Automatische Kalibrierung (vor jeder Messung) / Genauigkeit
 - Restmedien in Zirkulationsleitung
 - Vorlaufzeit/-menge

⁶ Auch Stoffnummer genannt. ist eine vierstellige Zahl zur Kennzeichnung von Stoffen oder Gegenständen für die Beförderung gefährlicher Güter. <https://www.dgg.bam.de/quickinfo/de/#list>

Arbeitsgruppe Prozesssicherheit

- Einschwingzeit der Messung (T90-Zeit ...Sprungantwortzeit, bis der Messwert 90% vom Endwert hat)
- Reinigen nach Messung
- Blasenfreiheit
- Wartung
- Umgebungsbedingungen (Feuchte, Temperatur, Staub, ...)
- Qualität der Ausführung ist abhängig von der Risikoanalyse, z.B. in getrennter Logik zur elektronischen Checkliste.
 - z.B. wäre vorstellbar den Messwert in eine fehlersichere Steuerung mit einer Materialkennung aus dem Datenmanagement (z.B. SAP) zu plausibilisieren, und erst dann die Verladung freizugeben

4.4 Schadensbegrenzende Maßnahmen

- Notfallplan mit dazugehörigen Trainings und Übungen
- Fernbetätigbare Not-Aus Schaltung / Isolation
 - Auslösung außerhalb einer möglichen Gaswolke
 - Definition des sicheren Anlagenzustandes mittels Verriegelungsmatrix
- Technische Überwachung der Tanks in die eingelagert wird
 - z.B. Temperatur, Druck, Gaswarnsensoren an den Ausblasestellen, etc.
- Falls auf Grund der Risikoanalyse noch zusätzliche mitigierende Maßnahmen erforderlich sind können z.B. Abgaswäscher zur Anwendung kommen.

5 Zusammenfassung

Wie einleitend unter Pkt. 3 ausgeführt, wird für die gegenständliche Empfehlung das Vorhandensein grundlegender Absicherungen wie z.B. Überfüllsicherung, Auffangwanne/Doppelmantel eines Chemikalienbehälters vorausgesetzt. Dies entspricht bereits den üblichen Auflagen und der guten Ingenieurpraxis. Dennoch sei angemerkt, dass Abfülleinrichtungen für Chemikalien wegen des erwähnten Gefahrenpotentials eine gleichwertige Beachtung in Bezug auf die Sicherheitseinrichtungen erfordern wie komplexe Anlagen.

Die im gegenständlichen Merkblatt aufgelisteten Maßnahmen sind im Sinne einer Gesamtschau der technischen und organisatorischen Möglichkeiten zu sehen. Dies bedeutet, dass im Einzelfall auch nicht alle Maßnahmen erforderlich sein können, wobei im Sinne des risikobasierten Ansatzes das Schutzziel zu beachten ist. D.h. die Anwendung der qualitativ höherwertigen Lösungen ist zu bevorzugen, und eine minimalistische Anwendung der obigen Schutzebenen wird in der Regel nicht zur gewünschten Risikoreduktion führen.

Da es für die baulichen und organisatorischen Maßnahmen keinen Sinn macht Zuverlässigkeitskennwerte (z.B. PFD-Werte) zu vergeben, ist eine (semi-) quantitative Risikoabschätzung mittels LOPA schwierig. Somit bleibt letztlich eine qualitative Einschätzung, ob die Kombination der oben erwähnten Maßnahmen angemessen ist, um das zu erwartende Risiko auf einen akzeptablen Wert zu reduzieren.

Arbeitsgruppe Prozesssicherheit

Daher wäre im Sinne eines sicherheitstechnischen Vorsorgeprinzips eine möglichst vollständige Umsetzung der hier enthaltenen Maßnahmen (unter Beachtung der Umstände des Einzelfalls) empfehlenswert.

Abkürzungen

Abk.	Englisch	Deutsch
TKW		Tankkraftwagen
KWG		Kesselwagen
HAZOP	Hazard and Operability	Gefährdung und Verfügbarkeit
SWIFT	Structured What-If	Strukturierte Was wäre wenn Analyse
LOPA	Layer of Protection Analysis	Schutzebenenmodell
PFD	Probability of failure on demand	Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung