



DIE INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT (IVSS)

hat über 300 Mitglieder (Regierungsbehörden und Anstalten) in mehr als 120 Staaten, von denen sich die Hälfte mit der Arbeitssicherheit befassen. Sitz der IVSS ist Genf, beim Internationalen Arbeitsamt. Ihr Hauptziel ist die Förderung und der Ausbau der SOZIALEN SICHERHEIT in allen Teilen der Welt.

Zur Intensivierung der Arbeitssicherheit in den Betrieben ist seit 1970 für den Bereich der chemischen Industrie einschliesslich der Kunststoff-, Sprengstoff-, Mineralöl- und Gummiindustrie die



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS FÜR DIE VERHÜTUNG VON ARBEITSUNFÄLLEN UND BERUFSKRANKHEITEN IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE

gebildet worden. Vorsitz und Sekretariat liegen bei der Berufsgenossenschaft der chemische Industrie, 69115 Heidelberg, Deutschland.



EPSC - das europäische Zentrum für Prozess-Sicherheit - ist eine internationale Vereinigung von Industrieunternehmen, die eine unabhängige technische Beratung für Prozess-Sicherheit in Europa anbieten.

Die Aktivitäten des EPSC werden unterstützt durch Chemiefirmen und Institutionen, die sich für chemische Prozess-Sicherheit interessieren.

VERWECHSLUNG VON CHEMIKALIEN

FALLBEISPIELE UND VORBEUGENDE MASSNAHMEN FÜR LAGERUNG, TRANSPORT UND BETRIEB

1998 wurde beim Europäischen Prozesssicherheitszentrum (European Process Safety Centre, EPSC) eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich speziell mit Sicherheitsfragen diskontinuierlich betriebener chemischer Produktionsprozesse beschäftigen sollte. Als Arbeitsergebnis wurde im Jahr 2000 ein Bericht fertiggestellt, der die Maßnahmen verschiedener Mitgliedsbetriebe des EPSC zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen aufzeigt.

Aufgrund der Bedeutung dieses Themas war es ein Anliegen des EPSC, die Ergebnisse nicht nur intern zu diskutieren, sondern sie weiteren Kreisen zur Verfügung zu stellen. Als Partner konnte die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) gewonnen werden. Diese befasst sich in ihrer Sektion Chemie ebenfalls seit langem mit der Sicherheit von Prozessanlagen und hat bereits eine ganze Reihe weiterführender Schriften publiziert. Durch Kontakte zwischen EPSC und IVSS kam es zu der gemeinsamen Erarbeitung und Herausgabe der vorliegenden Veröffentlichung.

In dieser Broschüre werden Gefahren, die durch eine Verwechslung von Chemikalien auftreten können, aufgezeigt und entsprechende Gegenmaßnahmen beschrieben. Ausgewählte Unfallberichte sollen Verantwortliche und Mitarbeiter aller involvierten Unternehmen entlang der ganzen Logistik-Kette für das Thema sensibilisieren und die Aufmerksamkeit schärfen, um Unfälle, Beinaheunfälle und Sachschäden zu vermeiden.



Dr. Georg Suter

Vorstandsvorsitzender EPSC



Dr. Erwin Radek

Vorsitzender Sektion Chemie der IVSS

VORSITZ

Dr. Joachim Sommer
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg, Deutschland

MITARBEIT

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie),
Heidelberg, Deutschland

Europäisches Prozesssicherheitszentrum
(European Process Safety Centre, EPSC), Rugby, United Kingdom

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Luzern, Schweiz

AUTOREN

Dr. Luca Rossinelli, Schweiz

Dr. Joachim Sommer, Deutschland

Dr. Georg Suter, Schweiz
(als Vertreter der Safety Issues in Batch Production Contact Group des EPSC)

DESIGN, PRODUKTION

Dipl.-Design. Dieter Settele, Mannheim, Deutschland

DRUCK

M+M Druck GmbH, Heidelberg, Deutschland

QUELENNACHWEIS

Foto S. 18: Michael Arning
Ereignisbeschreibung S. 19: Expertenkommission für Sicherheit in der chemischen
Industrie der Schweiz (ESCIS)

EINLEITUNG	S. 10
EREIGNISBERICHTE	S. 12
URSACHEN	S. 24
MASSNAHMEN	S. 26

Die Verwechslung von Einsatzstoffen ist ein zentrales Problem in diskontinuierlich betriebenen Produktionsanlagen, wie sie beispielsweise in der Feinchemikalien- und Pharmaindustrie üblich sind. Aber auch Betriebe anderer Branchen, die unterschiedliche reaktive Chemikalien - überwiegend mit rein organisatorischer Absicherung - beispielsweise zur Behandlung von Abwässern einsetzen, sind mit dieser Gefahr konfrontiert, wie zahlreiche Unfallschilderungen belegen.

Die Verwechslung von Chemikalien ist stets von Bedeutung, wenn z. B.

- Säcke, Fässer, Container oder Kesselwagen anstelle fester Rohrleitungsverbindungen zum Transport der Chemikalien verwendet werden
- in einem (Zwischen-) Lager verschiedene Chemikalien umgeschlagen werden
- zur Einstellung eines vorgegebenen pH-Wertes sowohl Säuren als auch Laugen vorgehalten werden
- in Vielzweck-Anlagen unterschiedliche Produkte aus verschiedenen Einsatzstoffen hergestellt werden (in diesem Fall sind zweierlei Verwechslungsmöglichkeiten zu berücksichtigen: sowohl bei dem Einsatz der Chemikalien als auch beim Inverkehrbringen der hergestellten Produkte)

Die genannten Aspekte erfordern bei dem Gebrauch von Chemikalien entsprechende Maßnahmen, z. B.

- Sicherstellen der richtigen Stoffidentität
- Sicherstellen der richtigen Zugabemenge
- Sicherstellen des richtigen Zugabeortes
- Sicherstellen des richtigen Zugabezeitpunktes
- Sicherstellen der richtigen Prozessbedingungen

Thema dieser Broschüre ist insbesondere der Punkt „richtige Stoffidentität“. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die eingesetzten Chemikalien oft zugekauft und von Dritten angeliefert werden. Daher muss die Gefahr einer Verwechslung entlang der ganzen Logistik-Kette, beginnend von der Herstellung über Lager, Spedition und Transport bis zur Auslieferung an den Endverbraucher berücksichtigt werden.

Welche Maßnahmen zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen in einem Betrieb letztendlich zum Tragen kommen, wird von der konkreten Situation abhängen. Bei der Auswahl der Maßnahmen ist deren Zuverlässigkeit zu beachten, die sich an dem potentiellen Schadensausmaß einer Verwechslung orientieren muss.

Eine anerkannte Methode, mit der die hohe Verfügbarkeit von Schutzmaßnahmen sichergestellt wird, ist das so genannte Einzelfehler-Toleranzprinzip. Dieses Prinzip ist beispielsweise erfüllt, wenn eine Maßnahme redundant, das bedeutet mehrfach und unabhängig voneinander wirksam ausgeführt ist. Das Einzelfehler-Toleranzprinzip ist sowohl bei technischen als auch bei organisatorischen Schutzmaßnahmen einzuhalten.

In der Praxis wurden in verschiedenen Unternehmen ganz unterschiedliche Sicherheitskonzepte entwickelt und umgesetzt. Ausgangspunkt jedes Sicherheitskonzeptes sollte eine Sicherheitsbetrachtung z. B. nach dem PAAG-/HAZOP-Verfahren oder einer anderen systematischen Methode sein, mit der eine Gefahrenermittlung und -bewertung durchgeführt wird. Dabei ist zu beachten, dass die Ursache für eine Chemikalienverwechslung auch außerhalb der üblichen Betrachtungsgrenzen solcher Analysen liegen kann. Wiederholt kam es z. B. durch unglückliche Umstände auf dem Transportweg zum Vertauschen der Ladung oder der Frachtpapiere. Daher sollte - selbst beim Zukauf von Chemikalien bei zertifizierten Herstellern - ein solcher Fehler nie ganz ausgeschlossen werden.

In einigen Betrieben werden so genannte „Wechselwirkungs-Matrizen“ eingesetzt, um die Auswirkungen eines unerwünschten Zusammentreffens verschiedener Chemikalien qualitativ zu charakterisieren. Auf diese Weise können die möglichen Folgen z. B. als „unkritisch“, „qualitätsrelevant“ oder „sicherheitstechnisch bedeutsam“ differenziert und entsprechende Maßnahmen auf kritische Stoffkombinationen fokussiert werden. Hinsichtlich einer Chemikalienverwechslung berücksichtigen solche Matrizen in der Regel ausschließlich diejenigen Stoffe, die im betrachteten Prozess vorkommen, nicht aber solche, die durch eine Verwechslung außerhalb der Betrachtungsgrenzen in den Betrieb gelangen können.

In den folgenden Kapiteln sind zunächst einige ausgewählte Ereignisse beschrieben, die auf einer Chemikalienverwechslung beruhen. Es werden anschließend Lehren dargestellt, die daraus zu ziehen sind sowie Maßnahmen aufgezeigt, die derartige Vorkommnisse vermeiden helfen. Auf eine Bewertung der Maßnahmen im Hinblick auf eine Quantifizierung der Verfügbarkeit wurde bewusst verzichtet.

Der Mensch und seine Zuverlässigkeit spielen in allen Konzepten zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen eine wichtige Rolle. Einerseits, weil er durch Fehlhandlungen selbst Ereignisse auslösen kann, andererseits weil er durch seine vielfältigen Wahrnehmungsmöglichkeiten und Erfahrungen umfassender als jede technische Einrichtung zur Erkennung und Lösung des Problems beitragen kann. Schulung und Qualifikation der Mitarbeiter sind daher ein zentraler Ansatzpunkt der Maßnahmen.

Ein Patentrezept, wie Verwechslungen von Chemikalien mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden können, ist jedoch mit keiner Methode gegeben.

Die folgenden Berichte beschreiben Ereignisse, die bei verschiedenen Firmen in ähnlicher Weise tatsächlich vorgekommen sind. Aus Gründen der Anonymisierung wurden jedoch Stoffbezeichnungen teilweise verfremdet und der Gesamtzusammenhang etwas vereinfacht. Ziel war es, möglichst unterschiedliche Ursachen und Auswirkungen einer Chemikalienverwechslung aufzuzeigen. Aus diesem Grund spiegelt die Auswahl der Ereignisse nicht die Häufigkeit der Ursachen wider.



Bei der manuellen Befüllung eines Rührwerkbehälters mit Phenoxyessigsäure aus einem flexiblen Schüttgutbehälter werden die beiden Anlagenfahrer von einer unerwarteten Freisetzung von Schwefelwasserstoff überrascht und erleiden Vergiftungserscheinungen.

Wie sich herausstellte, wurde in dem Rührbehälter nicht wie vorgeschrieben Kaliumhydroxid zur Neutralisation der Phenoxyessigsäure vorgelegt. Stattdessen enthielt der Behälter Natriumhydrogensulfid, das bei Kontakt mit Säuren Schwefelwasserstoff abspaltet.

Als **Unfallursache** wurden Versäumnisse bei der Lagerung und der Verwendung der Chemikalie erkannt. Der Hersteller des Kaliumhydroxids lagerte die Säcke üblicherweise in einem separaten und mit „Kaliumhydroxid“ gekennzeichneten Lagerbereich. Aus Platzgründen wurde zu den Paletten mit Kaliumhydroxid jedoch noch eine Palette mit Natriumhydrogensulfid-Säcken gestellt. Auch diese Chemikalie wurde in Einheiten zu 40 Säcken á 25 kg gelagert.

Als eine Anforderung für 1000 kg Kaliumhydroxid eintraf, stellte der Lagerist eine Palette aus dem entsprechenden Lagerbereich bereit und kontrollierte die Zahl der Säcke. Weder der Lagerarbeiter noch die Mitarbeiter des verarbeitenden Betriebs prüften jedoch die Stoffbezeichnung, somit konnte das Natriumhydrogensulfid unbemerkt an Stelle des Kaliumhydroxids in den Rührkessel gelangen.

EREIGNIS 2

Zum Trocknen einer Charge Aceto-Acet-Toluidid werden 20 Fässer der Chemikalie bereitgestellt. Dabei bemerkt ein Mitarbeiter, dass zwei der Fässer etwas leichter sind. Beim Öffnen der Gebinde zeigt sich eine unterschiedliche Kristallform des Produktes, obwohl alle 20 Fässer völlig identisch aussehen und gleich beschriftet sind. Der Mitarbeiter sondert die Fässer aus und informiert seinen Vorgesetzten.

Die Laboranalyse der Chemikalie zeigt, dass die beiden ausgesonderten Fässer nicht Aceto-Acet-**Toluidid**, sondern Aceto-Acet-**Anilid** enthalten, das einen wesentlich niedrigeren Schmelzpunkt besitzt. Bei der Trocknungstemperatur für das Toluidid wäre das Anilid geschmolzen, was zeit- und kostenaufwändige Reinigungsarbeiten in dem Trockner verursacht hätte. Bei Produkten mit kritischeren sicherheitstechnischen Kenngrößen (z. B. exotherme Zersetzungsreaktionen) hätte die Verwechslung möglicherweise eine thermische Explosion zur Folge haben können.

Recherchen zur **Ursache** der Chemikalienverwechslung ergaben, dass das Produkt von einem Kunden wegen eines zu hohen Feuchtigkeitsgehaltes zurückgeschickt worden war. Die Verwechslung ereignete sich im Lager des Kunden, wo die Fässer mit Aceto-Acet-Anilid falsch etikettiert wurden. Als die Fässer beim Hersteller eintrafen, verzichtete man auf die sonst übliche Eingangsanalytik, da es sich ja um Retourware handelte, die nicht den QM-Anforderungen unterworfen war.

EREIGNIS 3

An der Füllstelle eines Tanklagers werden verschiedene Chemikalien aus Bahnkesselwagen übernommen. Einer der Stoffe ist Epichlorhydrin, das in zweiachsigen, nicht isolierten Bahnkesselwagen mit Steigrohr bezogen wird. Eine Amino-Verbindung wird dagegen in vierachsigen, isolierten Bahnkesselwagen mit Bodenauslauf angeliefert. Beim Anschließen der Schlauchleitung für die Amino-Verbindung an den Bodenauslauf eines Bahnkesselwagens kommt es zu einer heftigen Reaktion, aus dem Belüftungsstutzen des Bahnkesselwagens treten Dämpfe in die Umgebung aus.

Ursache für den Vorfall war das Anschließen des falschen Bahnkesselwagens. Am Ereignistag wurde Epichlorhydrin in einem Bahnkesselwagen angeliefert, der wie üblich ordnungsgemäß beschriftet, zweiachsig und nicht isoliert war, neben dem Steigrohr jedoch zusätzlich einen Bodenauslauf besaß. Das Epichlorhydrin wurde vom Betriebspersonal bestimmungsgemäß über das Steigrohr entnommen und der Kesselwagen danach an der Übernahmestelle stehen gelassen. Als zwei Mitarbeiter der nächsten Schicht den Auftrag erhielten, einen Bahnkesselwagen mit Amino-Verbindung zu entleeren, schlossen sie fälschlicherweise die entsprechende Leitung an den Bodenauslauf des Epichlorhydrin-Bahnkesselwagens an. Beim Öffnen der Armaturen gelangten etwa 20 kg Restmenge Epichlorhydrin zu Produktresten in der Amin-Leitung. Dies führte zu der heftigen Reaktion.



EREIGNIS 4

Für eine Nitrier-Reaktion sollen entsprechend der Arbeitsvorschrift in einem Rührwerkbehälter 190 kg Salpetersäure vorgelegt werden. Diese Menge wird vom Betriebspersonal in drei Portionen aus drei völlig identisch aussehenden Kunststoffbehältern über eine Waage in den Behälter chargiert. Kurz nachdem die beiden Mitarbeiter den Einfüllbereich verlassen haben, kommt es zu einer thermischen Explosion. Der Deckel des Behälters durchschlägt das Dach des Gebäudes, durch die Druckwelle gehen zahlreiche Scheiben zu Bruch.

Ursache der Explosion war eine Verwechslung von Chemikalien. Mittels umfangreicher Laboruntersuchungen wurde nachgestellt, dass sich in einem der Fässer nicht Salpetersäure, sondern eine 40%ige Formaldehydlösung (Formalin) befand, die mit Salpetersäure unter Freisetzung nitroser Gase reagiert. Die Gasentwicklung war so heftig, dass das vorhandene Sicherheitsventil des Behälters zwar öffnete, den anfallenden Gasmengenstrom jedoch nicht vollständig abführen konnte. Wie es zu der Verwechslung kommen konnte, blieb ungeklärt. Nach Aussagen der Warenannahme waren alle Fässer entsprechend ihres Inhalts gekennzeichnet. Nach Aussage des Betriebspersonals waren alle Fässer mit „Salpetersäure“ beschriftet.

EREIGNIS 5

Zur Herstellung eines Pflanzenschutzmittels sollen in einem Rührwerkbehälter 600 kg Chlornitrotoluol, 1050 kg Dimethylsulfoxid und 500 kg Kaliumcarbonat zur Reaktion gebracht werden. Zwei Produktionsmitarbeiter und der Betriebsleiter überprüfen das Einfüllen und verlassen danach den Produktionsraum.

Kurz darauf explodiert der Behälter, die Druckwelle hebt Teile des Leichtdaches an, austretendes Produkt setzt die Produktionshalle in Brand. Die Löscharbeiten dauern mehrere Stunden. Elf Mitarbeiter werden verletzt, zwei von ihnen erleiden Trommelfellperforationen. Insgesamt müssen 102 Personen, die meisten aus dem angrenzenden Stadtgebiet, ambulant behandelt werden.

Ursache für die heftige Reaktion war eine Verwechslung der Einsatzstoffe. Statt Kaliumcarbonat, dessen Säcke mit „Pottasche“ beschriftet sind, wurde Kaliumhydroxid, das in ähnlich aussehenden Säcken mit der Aufschrift „Potassium Hydroxide“ gehandelt wird, in den Rührwerkbehälter gefüllt. Dieses reagiert mit Chlornitrotoluol unter starker Energiefreisetzung.



EREIGNIS 6

Im Lagerbereich einer Wasseraufbereitungsanlage gibt es zwei Tankbehälter, einen für Natronlauge und einen für Salzsäure. Bei der routinemäßigen Befüllung des Säuretanks aus Containern einer durch langjährige Zusammenarbeit bewährten Lieferfirma kommt es plötzlich zu einer heftigen Entwicklung von Chlorgas. Die frei werdende Gaswolke zieht über das Werksgelände in ein Wohngebiet, was einen Großeinsatz von Polizei und Feuerwehr erforderlich macht.

Die Ursachenforschung steht zunächst vor einem Rätsel, da die Lieferpapiere für die Salzsäure in Ordnung sind und Säure- und Laugentank unterschiedliche Anschlusskupplungen aufweisen. Trotzdem muss offensichtlich eine Chemikalienverwechslung vorliegen.

Die genaue Untersuchung der **Ursachen** brachte zu Tage, dass in der Bereitstellungszone des zertifizierten Herstellers trotz korrekter Lieferpapiere statt Salzsäure versehentlich ein äußerlich identischer Container mit Natriumhypochlorit (Beschriftungszusatz: „12 % Aktivchlorgehalt“) auf den Transport-Lkw geladen wurde. Aufgrund der Zertifizierung des Herstellers wurde im verarbeitenden Betrieb auf eine analytische Eingangskontrolle verzichtet und nur die richtigen Lieferpapiere überprüft. Das „Problem“ der unterschiedlichen Anschlusskupplungen zwischen Container und Tank wurde vom Lkw-Fahrer durch ein entsprechendes „Passstück für Notfälle“ gelöst.



EREIGNIS 7

Beim Befüllen eines Flüssigstickstofftanks bei einem Kunden bemerkt der Fahrer des anliefernden Straßentankwagens eine ungewöhnliche Differenz zwischen Gewicht und Füllmenge des Gases.

Eine Schnellanalyse ergibt, dass der **Stickstoff** im Vorratsbehälter etwa 25 % **Sauerstoff** enthält! Der Kunde wird informiert, der Vorratsbehälter und das Inertgas-Verteilnetz werden sofort entleert und sauerstofffrei gespült. Die Gefahr einer Explosion kann so im letzten Moment abgewendet werden.

Die **Ursache** für die Verwechslung von Sauerstoff und Stickstoff wurde beim Hersteller aufgefunden gemacht. Dieser benutzt Eisenbahnkesselwagen für den Transport der Gase von der Luftzerlegungsanlage zum Verteilwerk und ab dort Straßentankwagen. Beide Wagenarten sind sowohl für den Transport von flüssigem Stickstoff als auch von flüssigem Sauerstoff zugelassen. Klappschilder an den Seiten zeigen den jeweiligen Inhalt an:

hochgeklappt = Sauerstoff,
niedergeklappt = Stickstoff.

Je nach Inhalt sind die Wagen mit unterschiedlichen Gewindeanschlüssen ausgerüstet.

Im Herstellerwerk hatte ein Mitarbeiter den mündlichen Auftrag bekommen, einen bereitstehenden Bahnkesselwagen mit Stickstoff zu befüllen. Das Klappschild auf der Füllseite zeigte jedoch - aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen - Sauerstoff an (auf der anderen Seite stand Stickstoff, was aber nicht bemerkt wurde). Der Mitarbeiter hielt sich an die auf seiner Seite sichtbare Beschriftung und füllte Sauerstoff ein. Da das Kupplungsstück des Füllschlauches nicht zu dem des Kesselwagens passte, tauschte er den Schlauchanschluss gegen eine Stickstoffkupplung aus.

EREIGNIS 8

Bei der Befüllung eines Lagertanks für Diphenylmethandiisocyanat (MDI) mit einer Flüssigkeit, die in einem Straßentankwagen angeliefert wurde, kommt es zu einer unerwarteten Reaktion im Behälter, die zu einer Freisetzung reizender Dämpfe führt. Zwei Mitarbeiter müssen sich in ärztliche Behandlung begeben.

Ursache für die chemische Reaktion war eine Verwechslung der Transportpapiere im grenzüberschreitenden Verkehr. Die Fahrer zweier Straßentankwagen, die MDI bzw. eine wässrige Pflanzenschutzmittel-Lösung des gleichen Herstellers geladen hatten, brachten ihre Fracht bis zur Zollabfertigung. Dort wurden versehentlich die Frachtpapiere vertauscht. Den Weitertransport zu den unterschiedlichen Kunden übernahmen jedoch andere Fahrer. Deshalb fiel die Verwechslung der Frachtpapiere nicht auf, und das Pflanzenschutzmittel gelangte unbemerkt an Stelle des MDI zu dem Betrieb. Da die Chemikalie dort stets vom gleichen, nach ISO 9000 zertifizierten Lieferanten bezogen wurde, war auf eine Eingangsanalytik vor dem Befüllen des Lagertanks verzichtet worden.



EREIGNIS 9

Im Trommelofen eines Hüttenwerkes kommt es zu einer folgenschweren Explosion. Durch die Druckwelle und die Flammenentwicklung wird die Schmelzhalle verwüstet, zurück bleiben sechs Tote, zwölf zum Teil schwer Verletzte und mehr als eine Million Euro Sachschaden.

Die Ermittlungen zur **Unfallursache** ergaben, dass infolge einer Verwechslung als Zuschlagstoff für die Aluminiumschmelze nicht 100 kg Natrium**chlorid**, sondern die gleiche Menge Natrium**nitrat** in den Ofen chargiert wurde. Dieses reagiert mit geschmolzenem Aluminium explosionsartig unter Bildung nitroser Gase und unter gewaltiger Energiefreisetzung.

EREIGNIS 10

In einem Mehrzweckrührkessel werden verschiedene Organo-Silizium-Verbindungen im Chargenbetrieb hergestellt. Wenige Minuten nach Vorlegen der Einsatzstoffe und Zugabe des Katalysators vernehmen der Anlagenfahrer und ein Kollege ein starkes Zischen und Rauschen, worauf sie fluchtartig das Produktionsgebäude verlassen. Der Betriebsleiter geht dem Lärm entgegen und wird von der Druckwelle der Explosion voll getroffen. Alle drei erleiden schwere Verbrennungen, der Betriebsleiter verstirbt am nächsten Tag.

Als **Ursache** des Unfalls wurde eine Verwechslung der Einsatzstoffe identifiziert: statt Allylglycidylether war Wasserstoffsiloxan vorgelegt worden. Es handelte sich hierbei um eine Chemikalie in ähnlich aussehenden Fässern, die üblicherweise für ein anderes Verfahren im gleichen Rührkessel verwendet wurde. Nach Zugabe des Katalysators kam es zu einer Zersetzungsreaktion, bei der sich Wasserstoff und andere Zersetzungsprodukte in einer solchen Geschwindigkeit bildeten, dass der Gasmengenstrom nicht rasch genug über die vorhandene Druckentlastungseinrichtung abgeleitet werden konnte und der Zulassungsdruck des Behälters überschritten wurde.

EREIGNIS 11

Neben Chemikalienverwechslungen im Produktionsbetrieb kann ein entsprechender Vorfall auch in einem Laboratorium geschehen, wie nachfolgender Zeitungsartikel zeigt. Technische Gegenmaßnahmen sind in einer solchen Situation praktisch nicht möglich, es bleibt die Gewissenhaftigkeit des Laborpersonals. Das Ereignis soll dafür sensibilisieren, dass in einem Labor gegebenenfalls auch Proben zur analytischen Kontrolle verwechselt werden könnten, was zu einer Fehlinformation des verarbeitenden Betriebes führen kann.

Nitroglyzerin-Alarm in Bonner Labor

Durch ein Versehen hat eine Mitarbeiterin im Untersuchungslabor eines Bonner Institutes einen hochbrisanten Sprengstoff-Cocktail gemixt. Statt Schwefelsäure gab sie Salpetersäure zu einer Reihe von Glycerin-Fettproben. Damit stellte die Laborantin ungewollt 30 Gramm Nitroglyzerin her. Nachdem der Fehler erkannt worden war, informierte die Institutsleitung die Bonner Berufsfeuerwehr. Ein Sprengstoffexperte des Landeskriminalamtes in Düsseldorf trug die brisante Mischung vor das Gebäude, wo eine gezielte Sprengung durchgeführt wurde. (soj)

Ursachen für die Verwechslung von Chemikalien sind häufig:

- Falsche, fehlende oder unzureichende ...
- Schlecht lesbare oder leicht zu verwechselnde ...
 - ... Kennzeichnung von Verpackungen und Behältern
- Lagerung oder Bereitstellung am falschen Ort
- Vertauschen von Transportpapieren
- Fehlende oder falsche Bemusterung
- „Blindes“ Abzeichnen von Checklisten
- Orientieren an nicht eindeutigen Identifikationsmerkmalen (z. B. an Farbe oder Form von Gebinden)
- Ignorieren von Abweichungen (z. B. andere Körnung der Chemikalie, unterschiedliche Kupplungsstücke)

Die Aufzählung zeigt, dass die Ursache für eine Chemikalienverwechslung an verschiedenen Stellen in der Logistik-Kette liegen kann: Bei der Herstellung, bei Lagerung/Spedition/Transport und schließlich bei dem verarbeitenden Betrieb selbst. Die Ereignisberichte sowie die Aufzählung zeigen auch, dass in einigen Fällen das Versagen einzelner „Barrieren“ die Ursache für einen Vorfall sein kann. Die Auswahl des Schutzkonzeptes muss dies berücksichtigen.

MASSNAHMEN

Die Verwechslung von Einsatzstoffen ist eine Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb, die in der chemischen Produktion im Rahmen systematischer Sicherheitsbetrachtungen stets berücksichtigt werden sollte. Sofern sich hierbei zeigt, dass diese Abweichung zu einer Gefahr führen kann, sind technische oder organisatorische Gegenmaßnahmen zu treffen, die eine Verwechslung verhindern oder deren Auswirkungen begrenzen.

Ereignisse im Zusammenhang mit Chemikalienverwechslungen gehen nicht selten auf menschliches Fehlverhalten zurück. Gut ausgebildetes und instruiertes Personal mit Verständnis für die Abläufe im Betrieb und den damit verbundenen Gefahren ist ein entscheidendes Element zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen. Die betroffenen Mitarbeiter sollen geschult sein, Anzeichen für mögliche Verwechslungen zu erkennen. Beispiele für solche Beobachtungen sind:

- Ungewohnte Farbe eines Materials
- Veränderte Teilchengröße oder Konsistenz
- Fehlende oder schlecht lesbare Etiketten
- Eine andere Gebindeart als üblich
- Unterschiedliches Gewicht von Gebinden
- Unpassende Kupplungsstücke und Schläuche
- Unübliche Bezeichnung auf der Etikette
- Differenzen zwischen Transportpapieren und Etiketten

Die Mitarbeiter müssen wissen, was bei entsprechenden Beobachtungen zu tun ist. Auch bei guter Ausbildung muss dem Personal klar sein, wo die Grenzen eigener Entscheidungen liegen und wann die Vorgesetzten einzubeziehen sind.

Eine weitere Grundvoraussetzung zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen ist die sorgfältige und systematische Überprüfung von Dokumenten wie Transportpapieren, Lieferscheinen, Datenblättern usw. bei der Übernahme, Lagerung und Weitergabe von Chemikalien.

Bei der Auswahl zusätzlicher Maßnahmen können unterschiedliche Aspekte eine Rolle spielen, die von den Umständen des Einzelfalles abhängen. Im Folgenden sind Methoden dargestellt, die sich in der Praxis in verschiedenen Firmen bewährt haben. Es handelt sich dabei nicht um Anforderungen, die allesamt in jedem Fall umgesetzt sein müssen. In einem chemischen Vielzweckbetrieb entsprechen im Allgemeinen organisatorische, redundant ausgeführte Kontrollen der Einsatzstoffe guter betrieblicher Praxis.



ETIKETTIERUNG / KENNZEICHNUNG

Durch die Etikettierung werden Gebinde (Fässer, Säcke, Container usw.) gekennzeichnet, so dass deren Inhalt einfach und eindeutig identifiziert werden kann. Wesentliche Elemente eines guten Kennzeichnungssystems sind:

- Gut sichtbare Etiketten
- Kennzeichnung aller Gebinde einer Lieferung (z. B. aller Pakete auf einer Palette)
- Widerstandsfähige Etiketten (gut haftend, witterungsbeständig)
- Chemikalienbezeichnung in großer, gut sichtbarer Schrift
- Vermeidung von ähnlichen Bezeichnungen, insbesondere ähnlich lautenden Abkürzungen

Eine saubere und einwandfreie Kennzeichnung von Chemikalien für Transport, Lagerung und im verarbeitenden Betrieb ist eine Grundvoraussetzung zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen.

Das Anbringen der Etiketten auf dem Gebinde ist durch die verfügbare Fläche begrenzt. Es kann daher manchmal nicht vermieden werden, dass Etiketten an schlecht sichtbaren Stellen angebracht sind, wo sie oft nur mit zusätzlichem Aufwand gelesen werden können.

Bezüglich der Haftfestigkeit der Etiketten müssen oft Kompromisse eingegangen werden. Die Logistik erfordert häufig eine Umetikettierung von Gebinden. Daher muss ein Kompromiss zwischen der grundsätzlich erwünschten guten Haftfestigkeit der Etiketten und der für die Umetikettierung notwendigen problemlosen Entfernsbarkeit gefunden werden.

Ein Grundproblem bei der Vermeidung von Verwechslungen ist die Ähnlichkeit von Chemikalienbezeichnungen. Innerhalb einer Firma werden oft Abkürzungen oder Codes verwendet, die die Kommunikation erleichtern und Verwechslungen vorbeugen sollen. Mit steigender Zahl solcher Kurzbezeichnungen besteht aber die Gefahr, dass zunehmend ähnliche Codes entstehen. Es sind auch Fälle bekannt, in denen ein solcher Code zufälligerweise identisch war mit der Summenformel einer ganz anderen Substanz.

Angesichts der ständigen Organisationsänderungen in der Industrie, z. B. durch Firmenzusammenschlüsse oder Übernahmen, muss auch beachtet werden, dass bei der Verwendung unterschiedlicher Abkürzungen in den neu zusammengeführten Unternehmen eine Möglichkeit zur Verwechslung von Chemikalien gegeben ist.



PROBENAHE UND ANALYTIK

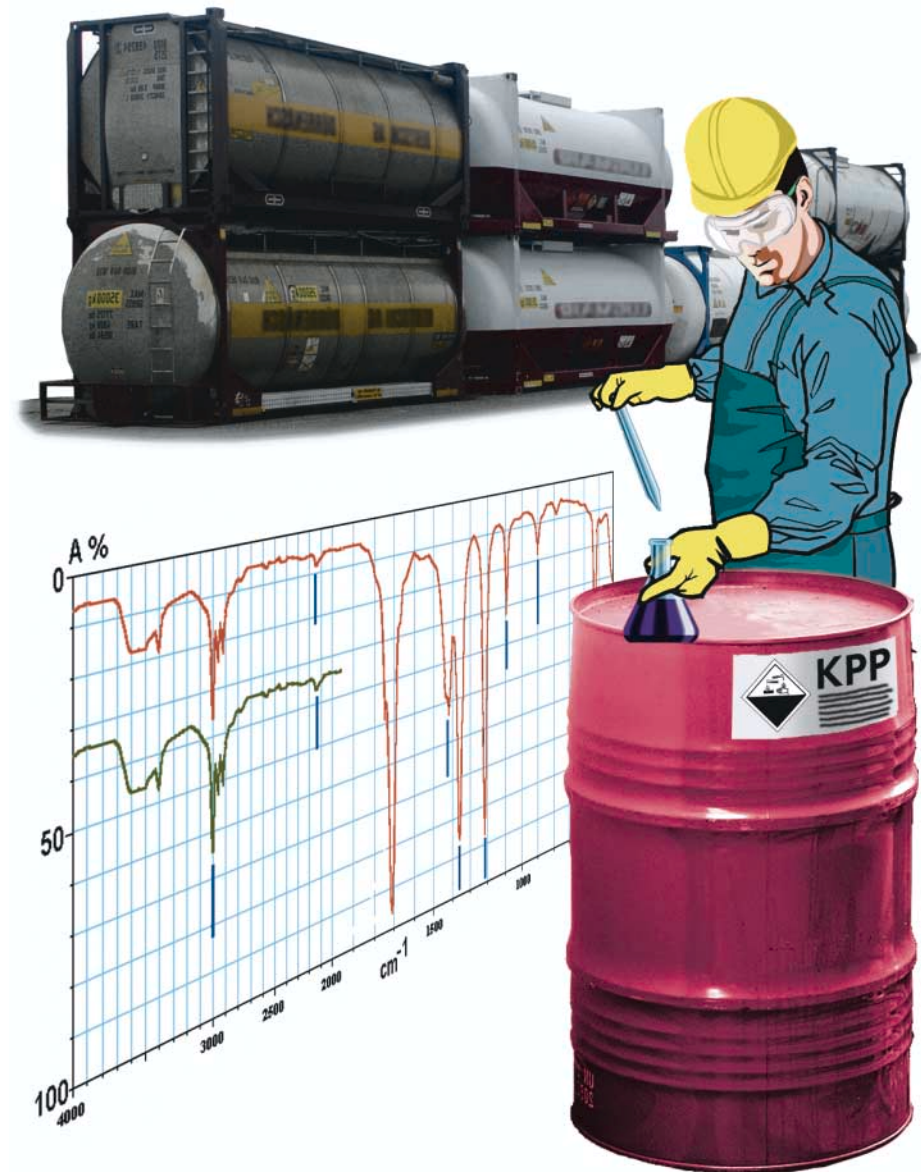
Analytische Methoden gestatten die Identifikation von Chemikalien anhand bestimmter chemischer bzw. physikalischer Parameter. Es gibt heute eine Vielzahl analytischer Methoden und entsprechender Probennahmesysteme; moderne mikroelektronische Systeme wie die Infrarot-Spektrometrie erlauben sogar die analytische Identifikation von Chemikalien ohne Probenahme direkt im Originalgebilde.

Die analytische Identifikation von Chemikalien ist prinzipiell überall anwendbar. Da die Analytik oft die einzige verlässliche und eindeutige Methode zur Bestimmung der Identität einer Chemikalie ist, ist sie - nicht zuletzt aus Gründen der Qualitätskontrolle - entlang der gesamten logistischen Kette von Lagerung, Transport und verarbeitendem Betrieb weit verbreitet.

Eine Probenahme kann in gewissen Fällen neue Gefahren mit sich bringen. Beispielsweise können destabilisierende Verunreinigungen ins Gebinde gelangen, die bei der weiteren Verwendung gefährlich sein können. Bei unzureichenden Schutzmaßnahmen können Mitarbeiter bei der Probenahme gefährdet werden. Diese Gefahren sind im Einzelfall gegen die Gefahren einer Chemikalienverwechslung ohne analytische Identifikation abzuwägen.

Werden Chemikalien in relativ kleinen Gebinden angeliefert (z. B. eine Palette mit 40 Säcken), ist eine analytische Identifikation des Inhaltes aller Gebinde praktisch nicht mehr möglich. In diesen Fällen müssen Stichproben genügen, wobei die Probenahme so zu gestalten ist, dass bei gegebenem Analytikaufwand das zuverlässigste Resultat zu erwarten ist.

Es ist zu beachten, dass auch der Transfer der Muster zum analytischen Labor und die Bearbeitung dort Verwechslungsgefahren mit sich bringen kann. Manche Firmen haben ein „Just-in-Time“ System für die Zulieferung von Chemikalien. Dieses System hat bezüglich der Sicherheit den Vorteil, dass die Lagerbestände und damit die inhärenten Gefahrenpotentiale (z. B. Brandlast) reduziert werden. Andererseits führt dies zu zunehmendem Zeitdruck für die Analyse von Chemikalien. Die entsprechenden Abläufe müssen in jedem Fall den Gefahren einer möglichen Chemikalienverwechslung Rechnung tragen.



STRICH-CODES (BARCODES)

Strich-Codes sind maschinenlesbare Etiketten. Sie erlauben die elektronische Identifikation von einzelnen Gebinden und können so entlang der gesamten logistischen Kette dazu beitragen, Verwechslungen zu vermeiden. Eine Standardisierung der Strich-Codes für wichtige Chemikalien wird momentan in internationalen Arbeitsgruppen diskutiert. Eine solche Vereinheitlichung würde die Anwendung dieser Systeme sehr erleichtern.

Strich-Code-Systeme eignen sich besonders für die in der Feinchemikalien-Industrie üblichen batchweise durchgeführten Syntheseprozesse mit einzelnen Chemikaliengebunden. Sind auch Waagen, Analyseinstrumente usw. in das System einbezogen, können Strich-Code-Systeme zu einem umfassenden Kontroll- und Planungsinstrument für die Produktion erweitert werden. Dies ermöglicht eine umfassende Dokumentation aller Operationen, Mengen, Prüfungen und Freigaben und bildet eine ausgezeichnete Grundlage zur Erfüllung der GMP-Anforderungen insbesondere für pharmazeutische Produkte.

In der Praxis haben sich so genannte „Scanner“, mit denen ein Strich-Code aus einem Abstand gelesen werden kann, eher bewährt als Lesestifte, die über den Strich-Code geführt werden müssen. Dies gilt insbesondere wenn der Code auf einer gewölbten Oberfläche (z. B. einem Fass) angebracht ist.

Ein Strich-Code-System ist nicht zuverlässiger als die Person bzw. die Organisation, die die Gebinde mit Strich-Codes kennzeichnet. Es kann daher eine chemisch-physikalische Identifikation nie ganz ersetzen.

Bei der Verwendung eines Strich-Code-Systems als Schutzvorrichtung gelten erhöhte Anforderungen an die Zuverlässigkeit aller einbezogenen technischen Bauteile. Nicht zuletzt bei der Wartung spielen auch hier organisatorische Aspekte eine Rolle. Die Kosten für die Einführung eines Strich-Code-Systems können daher so hoch sein, dass sich eine Einführung allein zur Verminderung von Chemikalienverwechslungen kaum rechtfertigt.



VERRIEGELUNGSSYSTEME

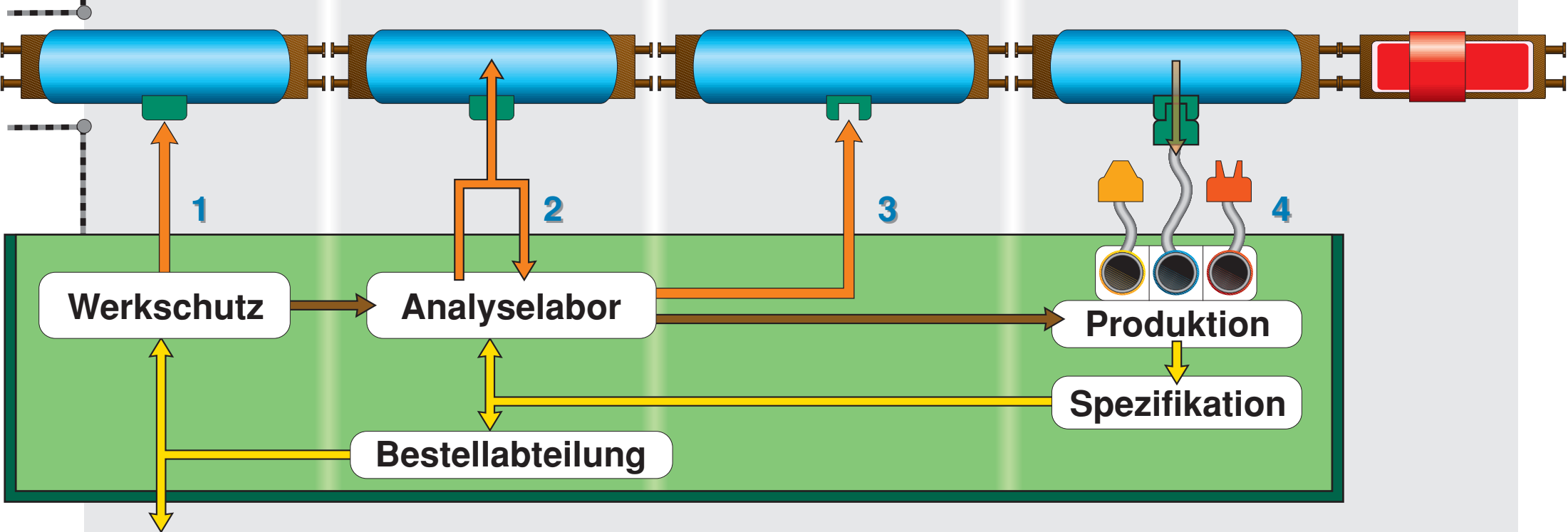
1 Durch Verriegelungssysteme wird die Entnahme von Chemikalien aus einem Gebinde durch eine mechanische Sperrvorrichtung blockiert. Diese kann ausschließlich durch eine berechtigte Person entfernt werden.

2 Es gibt eine Vielzahl solcher Systeme; das Bild zeigt eine der Möglichkeiten. Am Eingang des Werksgeländes wird die Entleerungsöffnung eines eintreffenden Eisenbahnkesselwagens vom Werkschutz versiegelt (1) und die zur Freigabe berechtigte analytische Abteilung informiert. Nachdem ein Muster gezogen und die Identität des Tankinhaltes zweifelsfrei festgestellt worden ist (2), wird die Entleerungsöffnung mit einem chemikalienspezifischen Schloss verriegelt (3) und der verarbeitende Betrieb informiert. Dieser kann danach über ein komplementäres Schlüsselssystem ausschließlich den zugeordneten Lagerbehälter befüllen (4).

3 Das Vorgehen wird begleitet von entsprechenden Übergabedokumenten zwischen den beteiligten Stellen (braune Pfeile). Bei einer Bestellung der Chemikalie werden die Informationen auf dem entsprechenden Weg weitergegeben (gelbe Pfeile).

✓ Verriegelungssysteme sind besonders geeignet zur Kontrolle von Chemikalien, die regelmäßig in standardisierten Großgebinden angeliefert werden und deren Entleerung mit standardisierten Einrichtungen (Ventilen/Kupplungen) erfolgen kann. Gerade „Just-in-Time“ Lieferungen können auf diese Weise effizient und zuverlässig überprüft werden.

! Verriegelungssysteme sind nicht geeignet zur Kontrolle von Stückgütern (z. B. Sackware), bei denen die Gebinde nicht gegen unberechtigte Entleerung gesichert werden können. Die Systeme erfordern auch eine analytische Infrastruktur im Werk, da sonst bis zur Freigabe Zeit verstreicht bzw. der Transfer der Muster zum analytischen Labor wieder Verwechslungsgefahren mit sich bringt.



DOPPELUNTERSCHRIFT / VIER-AUGEN-PRINZIP

Das Vier-Augen-Prinzip besteht darin, dass die Überprüfung der Identität einer Chemikalie von zwei Personen durchgeführt wird, die unabhängig voneinander die Freigabe mit ihrer Unterschrift bestätigen.

Das Vier-Augen-Prinzip mit Doppelunterschrift eignet sich zur Absicherung von Handlungen, die bei ungenauer oder falscher Ausführung gefährliche Folgen haben können, d. h. insbesondere auch zur Vermeidung von Chemikalienverwechslungen. Diese Maßnahme wird häufig angewandt bei Tätigkeiten, die nur relativ selten durchgeführt werden oder wo technische Absicherungen unverhältnismäßig oder nicht realisierbar sind.

Das Vier-Augen-Prinzip mit Doppelunterschrift sollte nur sparsam und nur bei erheblichen Gefahren angewandt werden. Zum Einen sind solche Kontrollen meist mit Mehrarbeit verbunden, zum Anderen wird die Doppelunterschrift bei zu häufiger Anwendung zur Routine.

Das Vier-Augen-Prinzip zur Kontrolle von Etiketten erkennt nicht Fehler, die bei falscher Auszeichnung des Gebindes gemacht wurden. Hier ist zusätzlich die Aufmerksamkeit des Betriebspersonals auf sekundäre Stoffmerkmale (z. B. Farbe, Körnung) gefordert.

Eine Schwäche des Vier-Augen-Prinzips besteht in der Vermischung der Verantwortung. Wenn jede der beteiligten Personen davon ausgeht, dass der jeweilige Partner die Kontrollen durchführt und deshalb selbst nur unzuverlässig kontrolliert, besteht die Gefahr, dass trotz formeller Doppelunterschrift überhaupt nicht mehr kontrolliert wird. Das Vier-Augen-Prinzip setzt daher voraus, dass die betroffenen Personen über die Gründe für diese Maßnahme informiert sind, sie verstehen und ernst nehmen.

Herstellervorschrift



GETRENNTLAGERUNG

Zur Vermeidung von Stoffverwechslungen werden Chemikalien, deren Vertauschung gefährliche Folgen hätte, in einigen Firmen getrennt voneinander gelagert. Die Getrenntlagerung kann rein organisatorisch sichergestellt werden, d. h. durch eine Vorschrift, welche Chemikalien wo abzustellen sind. Zusätzlich können die bezeichneten Lagerbereiche durch Geländer, Mauern, Freihaltezonen oder Lagerbereiche für andere, nicht kritische Chemikalien, von einander getrennt werden.

Getrenntlagerung ist beim Hersteller, der Spedition sowie in dem betrieblichen Lager des verarbeitenden Betriebes anwendbar. Sie setzt klare Anweisungen an das betreffende Personal und dessen Verständnis dieser Maßnahmen voraus. Die Einhaltung der Getrenntlagerung sollte regelmäßig überprüft werden.

Getrenntlagerung bringt einen erhöhten Bedarf an Lagerflächen mit sich. Oft stehen jedoch in Lagern und Betrieben nur begrenzte Flächen zur Verfügung, besonders, wenn erhöhte Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen (z. B. Sprinkleranlagen) bestehen.

Die Bezeichnung von Lagerbereichen für bestimmte Chemikalien birgt die Gefahr, dass der Lagerort bewusst oder unbewusst zum eigentlichen Identifikationsmerkmal wird. Werden nun (z. B. aus Platzmangel) andere Chemikalien vorübergehend in solchen, an sich fest zugeordneten Bereichen abgestellt, können sich daraus gefährliche Verwechslungen ergeben. Getrenntlagerung allein ist daher keine wirksame Maßnahme gegen Chemikalienverwechslung.



ZUSAMMENARBEIT ZWISCHEN VERBRAUCHER UND LIEFERANTEN BEI GROSSMENGEN

Chemikalien, die in großen Mengen in Containern und Kesselwagen transportiert werden, stellen bei der Vermeidung von Verwechslungen erhöhte Anforderungen, da die möglichen Auswirkungen wegen der großen Mengen viel schwerwiegender sind. Andererseits ist im Vergleich zu Chemikalien in kleineren Gebinden wie Fässern, Paletten oder flexiblen Schüttgutbehältern (FIBC) der Aufwand für Probenahme und -analytik kleiner.

Grundsätzlich können die bereits beschriebenen Maßnahmen in geeigneter Form auch für Großmengen angewendet werden. Von besonderer Bedeutung ist jedoch die Zusammenarbeit zwischen Verbraucher und Lieferant sowie weiteren Partnern in der Transportkette.

Wesentlich hierbei ist:

Jeder Lieferung müssen Begleitpapiere mitgegeben werden, die sowohl Art und Qualität der Chemikalien als auch deren gefährliche Eigenschaften dokumentieren. Diese Dokumente müssen bei jeder Änderung der Zuständigkeit, z. B. bei einem Wechsel der Spedition, übergeben werden.

Bei jeder Übergabe von Großgebinden sind diese anhand der Dokumentation und der Gebidenummer eindeutig zu identifizieren.

Lieferanten bzw. Transportunternehmen sollten die Anlieferung von Großgebinden schriftlich beim Verbraucher/Abnehmer ankündigen. Durch diesen redundanten Dokumententransfer können Missverständnisse erkannt und frühzeitig behoben werden.

Auf jedem Transportabschnitt muss die Beschriftung, einschließlich der Warnschilder am Gebinde, überprüft und mit den Transportpapieren verglichen werden.

Lieferant und Verbraucher können sich auf produktspezifische Kupplungsstücke für die Entleerung der Transportbehälter einigen. Allerdings darf dies nicht dazu führen, dass eine Notentleerung, z. B. nach einem Unfall verzögert wird.

Lieferanten können die Entleerungsöffnung mit (Einweg-)Abschlüssen versiegeln, die mit der Bezeichnung des Gebindeinhalts beschriftet sind und die nur einmal verwendet werden können.

Lieferanten und Transportfirmen sollten bei der Vergabe von Aufträgen auch hinsichtlich ihrer Qualitäts- und Managementsysteme im Hinblick auf die Vermeidung von Chemikalienverwechslungen beurteilt und ausgewählt werden. Eine regelmäßige Überprüfung dieser Systeme im Rahmen von Audits soll deren einwandfreies Funktionieren sicherstellen.



EPSC Vision Statement

UNSERE VISION:

Wir wollen die erste Anlaufstelle sein, wenn Sie zu europäischen Prozesssicherheitsfragen die sachliche Unterstützung brauchen.

Wir wollen den Einsatz der „best practices“ fördern, um Störfälle bei der Verarbeitung und Lagerung gefährlicher Stoffe zu verhindern und die Auswirkungen evtl. auftretender Störungen zu vermindern.

UNSERE ZIELE:

EPSC hat vier Hauptziele:

Information

- Auskunft über Informationsquellen auf dem Gebiet Prozesssicherheit

Forschung und Entwicklung

- Zusammentragen von Forschungsaktivitäten und Forschungsbedürfnissen auf dem Gebiet der Prozesssicherheit in Europa
- Anregung neuer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
- Unabhängige Beratung von Behörden bzgl. Prioritäten für die Zuwendung von Forschungsmitteln

Gesetze und Vorschriften

- EPSC hat eine Schlüsselrolle in der Bereitstellung unabhängiger technischer Unterstützung in Angelegenheiten der Prozesssicherheit an die zuständigen Gesetzgeber der Europäischen Kommission

Bildung und Ausbildung

- Das EPSC ist eine Quelle für Trainingsinformationen über Sicherheit und Loss Prevention für Hochschulen und Industrie zur Aus- und Weiterbildung von Studenten bzw. Personal jedes Wissenstandes

DIE IVSS UND DIE VERHÜTUNG VON ARBEITSUNFÄLLEN UND BERUFSKRANKHEITEN

Der ständige Fachausschuss der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten bringt Arbeitsschutzspezialisten aus aller Welt zusammen. Er fördert das internationale Vorgehen in diesem Bereich und unternimmt Sonderstudien über Themen wie die Rolle von Presse, Rundfunk und Fernsehen im Arbeitsschutz und integrierte Sicherheitsstrategien für den Arbeitsplatz, den Strassenverkehr und den häuslichen Bereich. Er koordiniert ferner die Tätigkeiten der sieben internationalen Sektionen für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten, die in verschiedenen Industrien und der Landwirtschaft tätig sind und ihre Sekretariate in verschiedenen Ländern haben. Zwei weitere Sektionen befassen sich mit Informationstechniken im Bereich des Arbeitsschutzes und mit der einschlägigen Forschung.

Die Tätigkeiten der internationalen Sektionen der IVSS bestehen aus

- dem Austausch von internationalen Informationen zwischen den an der Verhütung von Berufsgefahren interessierten Gremien,
- der Organisation der Tagungen von Fachausschüssen und Arbeitsgruppen, Rundtischgesprächen und Kolloquien auf internationaler Ebene,
- der Durchführung von Erhebungen und Untersuchungen,
- der Förderung der Forschungsarbeit,
- der Veröffentlichung einschlägiger Informationen.

Weitere Informationen über diese Tätigkeiten und die allgemeine Arbeit der IVSS auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes finden Sie in dem Faltblatt «Sicherheit weltweit». Es ist in deutscher, englischer, französischer und spanischer Fassung beim Sekretariat der Sektion erhältlich.

DIE MITGLIEDER DER INTERNATIONALEN SEKTIONEN

Jede internationale Sektion der IVSS hat drei Kategorien von Mitgliedern:

- **Vollmitglied:** Vollmitglieder und assoziierte Mitglieder der IVSS, Genf, und andere Organisationen ohne Gewinnstreben können die Aufnahme als Vollmitglied beantragen.
- **Assoziiertes Mitglied:** Andere Organisationen und gewerbliche Unternehmen können assoziierte Mitglieder einer Sektion werden, wenn sie über Sachkenntnisse im Aufgabenbereich der Sektion verfügen.
- **Korrespondent:** Individuelle Experten können korrespondierende Mitglieder einer Sektion werden.

Weitere Informationen und Aufnahmeformulare sind direkt beim Sekretariat der einzelnen Sektion erhältlich.