

Lessons Learned Bulletin Nr. 8

Chemieunfälle - Verhütung und Vorsorge

Schwere Unfälle mit Explosivstoffen

Das Bulletin soll industriellen Betreibern und staatlichen Aufsichtsbehörden Einblick in die Lehren geben, die aus den im European Major Accident Reporting System (eMARS) und anderen Quellen erfassten Unfällen zu ziehen sind. Das Bulletin erscheint halbjährlich. In jeder Ausgabe wird ein bestimmtes Thema in den Mittelpunkt gestellt.

Was ist ein Unfall mit Explosivstoffen?

Ein Explosivstoff ist ein Stoff mit genügend chemischer Energie, um bei ihrer plötzlichen Freisetzung zu einer Explosion zu führen, die normalerweise mit der Erzeugung von Licht, Wärme, Schall und Druck einhergeht. Die Definition von Explosivstoffen kann je nach Kontext variieren. Im Zusammenhang mit der Verhütung von Chemieunfällen wird im Allgemeinen von einem Unfall mit Explosivstoffen ausgegangen, wenn Stoffe beteiligt sind, die gemäß der UN-Empfehlungen über die Beförderung gefährlicher Güter (UN ADR) - Handbuch für Prüfungen und Kriterien als Explosivstoffe klassifiziert sind. Diese Kriterien gelten für primäre und sekundäre Explosivstoffe sowie für pyrotechnische Gegenstände.

Anmerkung:

Die Beschreibungen der Unfälle und der gezogenen Lehren basieren auf Unfallberichten, die dem Major Accident Reporting System der EU

<https://emars.jrc.ec.europa.eu>

gemeldet wurden sowie aus anderen öffentlich zugänglichen Quellen. eMARS enthält mehr als 900 Berichte zu Chemieunfällen, die von EU-Mitgliedstaaten und OECD-Ländern zur Verfügung gestellt wurden.

Auch aus den in diesem Bulletin aufgeführten Fällen wurden diverse Lehren gezogen, auf die in diesem Bulletin nicht alle im Einzelnen eingegangen wird. Es werden die Lehren hervorgehoben, die die Autoren als für dieses Thema am interessantesten erachten. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass oftmals nicht alle Einzelheiten eines speziellen Unfalls bekannt sind und die gezogenen Lehren daher auf Schlussfolgerungen aus der verfügbaren Beschreibung beruhen. Die Autoren danken den Ländervertretern, die beratend zu einer Verbesserung der in den Beschreibungen der einzelnen Fälle enthaltenen Informationen beigetragen haben.

Unfall 1: Feuerwerksfabrik

Unfallhergang

In einer Feuerwerksfabrik kam es im Lagerbereich für fertige Feuerwerkskörper zu mehreren Explosionen. Die ersten drei Explosionen, die kurz hintereinander erfolgten, ereigneten sich vermutlich in der Nähe von Schuppen 4 und 5 (Abb. 1), die zur Lagerung der fertigen Feuerwerkskörper verwendet wurden. 40 Min. nach den ersten drei Explosionen ereignete sich eine vierte Explosion in Gebäude 8, wo Explosivstoffe gelagert wurden. Zum Zeitpunkt der ersten Explosionen transportierten drei Personen, der Betreiber und zwei Techniker, Feuerwerkskörper von Schuppen 4 zu Schuppen 5, wobei ein für werksinterne Transporte zur Verfügung stehender Kleinlastwagen be-

nutzt wurde. Alle wurden gleich bei der ersten Explosionswelle tödlich verletzt. Das vierte Opfer, der Sohn des Betreibers, starb bei der Suche nach seinem vermissten Vater.

Ein Feuerwehrmann wurde aufgrund der Explosion von Gebäude 8 von Wurfstücken getroffen und verstarb drei Monate später im Krankenhaus. Die Explosionen zerstörten die Fabrik und die Druckwellen führten im Umkreis von 500m zu schweren Gebäudeschäden. Der durch die Explosionen verursachte Gesamtschaden belief sich schätzungsweise auf mehr als 1,5 Mio. Euro.

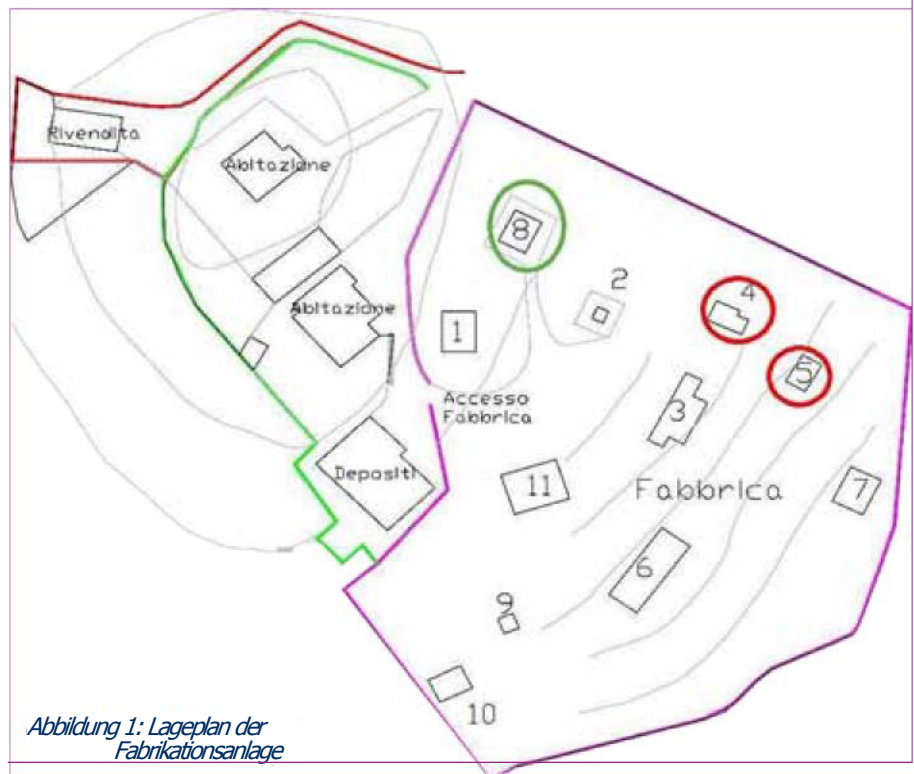


Abbildung 1: Lageplan der Fabrikationsanlage

MAH BULLETIN

SECURITY TECHNOLOGY ASSESSMENT UNIT
Institute for the Protection and Security of the
Citizen European Commission; 21027 Ispra
(VA) Italien

<https://ec.europa.eu/jrc/>



**Nummer 8
Dezember 2015**

JRC99808

Chemieunfälle - Verhütung und Vorsorge

(Fortsetzung Fall 1) Feuerwerksfabrik

Ursachen

Aufgrund der von dem Inspektionsteam zusammen getragenen Informationen wird davon ausgegangen, dass der Transport der Feuerwerkskörper die Explosionen ausgelöst hat. Die Zündung erfolgte vermutlich während der Handhabung der Feuerwerkskörper.

Wichtige Untersuchungsergebnisse

- Bei der Untersuchung fanden sich als Primärladung zu verwendende explosive Produkte, d.h. Produkte, bei denen sich die explosive Mischung in der Hülse bereits durch einfache mechanische Einwirkung (Schlag, etc.) entzünden kann, im Hof der Betriebsstätte vor dem Eingang der Fabrik und im Geräteschuppen, der als Garage für Lieferwagen genutzt wurde. Nach den geltenden Bestimmungen dürfen jedoch Zünder niemals in derartigen Herstellungsbetrieben montiert werden, sondern immer nur direkt am Ort des Feuerwerks.
- Es gab nur ungenügende Informationen und Schulungen für Bediener, bei denen als Experten in dem Bereich davon ausgegangen werden sollte, dass sie sich der Gefahr bei der Handhabung von Primärladungen bewusst sind; es ist eher auf ein im Laufe der Zeit zu groß gewordenes 'Selbstvertrauen' und vielleicht eine zu große Vertrautheit mit Arbeiten mit Materialien, denen in der Realität ein großes Risiko innewohnt, auszugehen.
- Es war allgemeine Praxis, Explosivstoffe, die nach der Beschlagnahme durch die Polizei der amtlichen Verwahrung unterlagen, unbegrenzte Zeit bis über ihr Verfallsdatum hinaus zu lagern, und zwar in denselben Schuppen, in denen auch die von dem Unternehmen hergestellten explosiven Produkte gelagert wurden. Außerdem überstieg die Menge der Explosivstoffe die behördlich zugelassene Menge, und es war keine Explosivstoff-Klassifizierung angegeben.
- Nach dem Unfall stellten die staatlichen Inspektoren ferner fest, dass die Sicherheitsabstände sowohl innerhalb der Fabrik als auch außerhalb unzureichend waren.

Gezogene Lehren

- Angesichts der Tatsache, dass sich in der Fabrik explosionsfähige Produkte fanden, die entgegen den gesetzlichen Bestimmungen bereits mit elektrischen Zündern versehen waren, waren die von dem Unternehmen eingesetzten betrieblichen Verfahren nicht sicher und gesetzlich unzulässig. Die Nichteinhaltung von betrieblichen Sicherheitsverfahren und nationalen gesetzlichen Vorschriften ist ein klares Zeichen von Fahrlässigkeit. Die Einhaltung von Normen und Standards zur Handhabung von Explosivstoffen sollte ständiges Thema bei Audits, Inspektionen und Schulungen an Betriebsstätten sein, bei denen Explosivstoffe hergestellt, weiterverarbeitet und gelagert werden.
- Die Durchführung von Arbeiten unter großer Belastung und Zeitdruck kann dazu führen, dass betriebliche Verfahrensvorschriften nicht eingehalten werden und so gefährliche Situationen entstehen. Gefährliche Prozesse verlangen nach einem stabilen Zeitrahmen für eine angemessene Durchführung, daher sollten entsprechende Lieferfristen angesetzt werden.
- Die Betreiber müssen eine Unternehmenskultur ständiger Wachsamkeit aufrecht erhalten und jegliche Art von Selbstzufriedenheit beim Umgang mit explosiven Materialien ist zu vermeiden. Zu den typischen Strategien in diesem Zusammenhang gehören oftmals die strikte Einhaltung der Sicherheitsvorschriften zu jeder Stunde an jedem Tag, die Sensibilisierung für Unfallrisiken mittels Informationen über Fastunfälle und aus Unfällen gezogene Lehren (am

gleichen Standort oder an anderen) sowie häufige Sicherheitstreffen, auf denen Fastunfälle und Beispiele von sicherem bzw. unsicherem Verhalten diskutiert werden können.

(eMARS-Unfall #939, ARIA No. 46088. Ähnliche Unfälle: eMARS-Unfall #816; ARIA: No. 28480 und No. 22018. Siehe auch Enschede unter ARIA No. 17730)

Unfall 2

Herstellung von Jagdmunition

2 Unfälle an der gleichen Betriebsstätte

Unfallhergang

Im Verbrennungsbereich für pyrotechnische Abfälle brach an einem Tag, als die Produktion wegen Sommerbetriebsferien geschlossen war, ein Feuer aus. Es gab nur einen Zugang zu diesem Bereich, der teilweise durch einen Schutzwall eingefasst war und in dem sich ein Feuerhydrant befand. Die Verbrennung der pyrotechnischen Abfälle erforderte eine vorläufige Genehmigung durch die Abteilung Sicherheit und Umwelt (SE). Zur Zerstörung durch Verbrennung müssen die Abfälle am Boden einer Grube parallel liegend ausgebracht werden, was normalerweise auf Holz (d.h. Paletten) geschieht. Bei der Verbrennung von großen Mengen war die Anwesenheit eines vollausgestatteten Notfalleinsatzfahrzeugs zwingend vorgeschrieben. Am Vormittag unterstützte der SE-Manager, der sich der extremen Instabilität der am Standort vorhandenen Abfälle sehr wohl bewusst war, zwei Produktionstechniker bei Vorbereitungsarbeiten zur geplanten Zerstörung dieses unverbrannten Materials, da die beiden SE-Beschäftigten an dem Tag frei hatten. Zu den Aufgaben gehörte die Verteilung und Ausrichtung der pyrotechnischen Abfälle zur Trocknung auf Paletten. Am frühen Nachmittag platzierten die Beschäftigten vor Ort in zwei Durchgängen Paletten über den Abfällen. Gegen 15.00 Uhr entzündete sich ganz in der Nähe des SE-Managers ein spontanes Feuer, er wurde von den Flammen und dem Rauch eingeschlossen. Die beiden anderen Beschäftigten konnten sich unverletzt aus dem Bereich retten. Der SE-Manager, der sich 30m von der Stelle befunden hatte, wo sich das Feuer am Fuß des Schutzwalls entzündet hatte, starb innerhalb einer Stunde an seinen Verletzungen.

Ursachen

Das Feuer ist möglicherweise durch die Reibung des Pulvers, das trocken und verunreinigt und daher empfindlicher war, aufgrund einer herunterfallenden/verrutschenden Palette oder der Fußbewegungen des später verstorbenen Managers ausgelöst worden.

Wichtige Untersuchungsergebnisse

- Die Techniker, die die Arbeiten durchführten, waren normale Beschäftigte und weder für Arbeiten in der Verbrennungszone berechtigt noch geschult. Die beiden qualifizierten und autorisierten SE-Techniker waren nicht anwesend, es gab keine Vertretung.
- Die Arbeiten wurden begonnen, ohne dass das zwingend vorgeschriebene Notfalleinsatzfahrzeug anwesend war.
- Die Arbeiten wurden unter großen Druck ausgeführt, da der Manager aufgrund der Instabilität der vor Ort gelagerten Abfälle angeordnet hatte, so viel wie möglich hiervon zu vernichten.

Gezogene Lehren

Im genannten Fall wurden mindestens zwei wichtige Vorsichtsmaßnahmen im Rahmen der gewählten Verfahren ignoriert:

Schwere Unfälle mit Explosivstoffen

(Fortsetzung Unfall 2)

Herstellung von Jagdmunition

- Nicht geschulte Beschäftigte wurden zu gefährlichen Arbeiten hinzugezogen, für die sie nicht geschult waren, und das vorgeschriebene Notfalleinsatzfahrzeug war nicht vor Ort.
- Obwohl anscheinend eine spezifische Genehmigung für diese Arbeiten erforderlich war, scheint diese erteilt worden zu sein, ohne dass die zugrunde liegenden Sicherheitsbedingungen wirklich erfüllt wurden.

Vorgänge, die nicht Standard sind, d.h. die außerhalb des normalen Betriebs erfolgen, sind besonders anfällig für ad-hoc-Entscheidungen. Risiken können weiter minimiert werden, wenn es für ein Verfahren Checklisten gibt und eine Genehmigung erforderlich ist. Diese Checklisten und Genehmigungsverfahren sind von entscheidender Bedeutung für die Risikoeindämmung und sollten rigoros eingehalten werden.

Ferner ist es möglich, dass die speziellen Gefahren, die mit pyrotechnischen Abfällen verbunden sind, unterschätzt wurden. Die Eigenschaften von pyrotechnischen Abfällen sind nicht klar definiert, da ihre Zusammensetzung stark variiert. Trotzdem sind sie im Allgemeinen empfindlicher als die klassifizierten Stoffe, aus denen sie bestehen. Außerdem hängt die Behandlung und Entsorgung dieser Abfälle sehr stark von den Beurteilungsfähigkeiten, Qualifikationen und Erfahrungen der für die Arbeiten zuständigen Techniker ab. Daher sollte der Anlagenbetreiber bei der Risikobewertung der Betriebsstätte auch die Abfallbehandlung und -entsorgung mit aufnehmen und ein klares Bewusstsein der Mitarbeiter schaffen und aufrechterhalten, welche potenziellen Risiken mit jeglicher betrieblicher Tätigkeit verbunden sein können. Außerdem hätte der Betreiber schriftlich dokumentieren sollen, dass Mitarbeiter und Auftragsnehmer, die Arbeiten im Bereich Behandlung und Entsorgung von Abfällen durchführen, über die für diese Arbeiten notwendigen Qualifikationen und Erfahrungen verfügen.

[ARIA No. 32086 mit einem ähnlichen Unfall an der gleichen Betriebsstätte ARIA No. 45545. Siehe auch <http://www.sozogaku.com/fkd/en/cfen/CC1000110.html>; eMARS-Unfall #842]

Unfall 3

Herstellung und Lagerung von Explosivstoffen

Unfallhergang

In dem Gebäude der Endmontage brach ein Feuer aus; hierdurch kam es zu mehreren Explosionen, die zu schweren Schäden an dem Gebäude und auf einem Teil des Geländes führten. Das Problem trat beim Schließen der Transportbehälter für Mörsergranaten auf. Diese werden in Kunststoffbehältern transportiert, die jeweils drei Granaten in getrennten Röhren enthalten. Der Bediener hatte Schwierigkeiten beim Verpacken der Granaten in die Behälter und dem Schließen der Sicherungskappe. Daher blieb ein Spalt zwischen Behälter und Abdeckung. Der Bediener stellte fest, dass durch Schläge mit einem Hammer auf die Sicherungskappe des Behälters diese richtig ausgerichtet und so in der richtigen Position geschlossen werden konnte.

Ursachen

Der Zwischenfall wurde durch die Zündung einer Mörsergranate vom Typ HE M512A1 während der Endverpackung verursacht. Eine Seite des Palettenaufbaus war mit 54 Projektilen, Durchmesser 81mm, gefüllt. Primäre Ursache war, dass der Bediener mit einem Hammer auf die

Sicherungskappe des Behälters schlug, um sie richtig auszurichten und dann in Position verschließen zu können.

Wichtige Untersuchungsergebnisse

Die Neoprenauskleidung der Verschlusskappen der Behälter war stark abgenutzt, so dass die Behälter schwer zu schließen waren. Außerdem ragten manchmal die Mörsergranaten aus dem Kunststoffbehälter heraus, wodurch es schwieriger war, die Sicherungskappe richtig aufzusetzen, zu drehen und richtig auszurichten.

Als technischer Auslöser wurde die Zündung des Anzündsatzes einer Mörsergranate durch ein direktes Zusammenstoßen mit der sich daneben befindenden Granate aufgrund des Schlags mit dem Hammer identifiziert.

Die Untersuchung brachte jedoch auch signifikante Management-systemfehler zutage, die zu dem Zwischenfall beigetragen haben können. Insbesondere das Schulungsprogramm der Mitarbeiter wurde als nicht angemessen bezeichnet und es gab Belege dafür, dass das Management ein nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechendes Verhalten der Mitarbeiter im Allgemeinen tolerierte. Insbesondere hatten Mitarbeiter das Management über die Schwierigkeiten beim Schließen der Behälter informiert, aber das Management hatte auf keinerlei Weise auf diese Information reagiert; dadurch wurde diese unsichere Praxis fortgeführt, was letztendlich zu dem Unfall führte.

Gezogene Lehren

Dieser Unfall ist ein weiteres Beispiel für eine Situation, in der ein Arbeiter offenkundig sowohl technische als sicherheitsrelevante Kontrollmaßnahmen ignorierte, die den Unfall hätten verhüten können.

Standardwartungs- und Kontrollpraktiken sollten das Auftreten von technischen Mängeln der für Herstellung und Sicherheit kritischen Gerätschaften verhindern. Auch wenn von der Untersuchung nur begrenzte Informationen zur Verfügung stehen, wurde doch ein klares Muster ersichtlich, das darauf hindeutete, dass durch einen Auslegungs- oder Wartungsfehler abgenutzte Dichtungsringe weiter verwendet wurden.

Es ist undenkbar, dass ein paar Handgriffe auch nur als ansatzweise angemessenes Vorgehen gelten, wenn es um die Herstellung und Lagerung von Explosivstoffen geht. Wenn zur Behebung eines nicht funktionierenden Vorgangs zu Ad-hoc-Verfahren gegriffen wird, ist dies ein klares Anzeichen dafür, dass die Produktion gestoppt werden muss und sichere Optionen für das weitere Vorgehen zu identifizieren sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass wenn davon ausgegangen wird, dass die Produktion mit einer Änderung des Prozesses fortgesetzt werden kann, auch Verfahren des Änderungsmanagements zum Einsatz kommen sollten, um zu beurteilen, was die Auswirkungen in Bezug auf Risiken sind und zu bestätigen, dass dies wirklich eine sichere Alternative darstellt.

Bei Standorten mit großen Sicherheitsrisiken geht man davon aus, dass funktionierende Sicherheitsmanagementsysteme bestehen. Wenn das Management nicht auf Berichte der Mitarbeiter über technische Probleme in der Produktion reagiert, stellt sich die Frage, ob überhaupt ein Managementsystem besteht, von einem Sicherheitsmanagementsystem ganz zu schweigen.

In diesem Fall verhielten sich die Mitarbeiter - trotz offensichtlich mangelnder Schulung - verantwortungsvoller als das Management. Die Entscheidung des Managements, das Feedback der Mitarbeiter in dieser Situation zu ignorieren, könnte bei einem Unfall die rechtlichen Schwierigkeiten des Unternehmens stark erhöhen.

[eMARS-Unfall #887]

Unfall 4

Sieben von Treibladungspulver

Unfallhergang

Der Unfall ereignete sich in einem Gebäude, in dem Treibladungspulver gesiebt wurden. Am Tage des Unfalls waren zwei Mitarbeiter für die Siebanlage zuständig, ein junger Praktikant und ein erfahrener Mitarbeiter, der ihn einweisen sollte. Zuerst hat der Mitarbeiter wie im Betriebshandbuch festgelegt die Siebanlage auseinander und wieder zusammengebaut, um vor dem Sieben des Pulvers die Siebanlage zu reinigen. Gegen 4.00 morgens kam es zu einer Fehlfunktion der Siebanlage und es brach in der Anlage ein Feuer aus, das sich auf das gesamte Treibladungspulver in der Siebanlage ausbreitete. Der erfahrene Mitarbeiter war zu dem Zeitpunkt in dem Raum. Der Alarm wurde ausgelöst und das ultraschnelle Flutungs- und Sprinklersystem sprang an.

(Fortsetzung auf der Rückseite...)

Motto des Halbjahrs

*"Doch im Grunde gibt es
überhaupt nichts Neues un-
ter der Sonne. Was gewesen
ist, das wird wieder sein;
was getan wurde, das wird
wieder getan."*

*Prediger/Kohelet, 1:9
(Gute Nachricht Bibel)*

MAH BULLETIN

Kontakt

Weitere Informationen zu diesem Bulletin über die gezogenen Lehren aus schweren Industrieunfällen erhalten Sie über:

zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu

oder emars@jrc.ec.europa.eu

Security Technology Assessment Unit
European Commission
Joint Research Centre
Institute for the Protection
and Security of the Citizen
Via E. Fermi, 2749
21027 Ispra (VA) Italy

<https://minervajrc.ec.europa.eu>

Sollte Ihre Organisation das MAHBulletin noch nicht erhalten, wenden Sie sich bitte an emars@jrc.ec.europa.eu. Geben Sie Ihren Namen und die E-Mail-Adresse des Ansprechpartners für das Bulletin in Ihrer Organisation an.

Alle MAHB Publikationen stehen im [Minerva Portal](#) zur Verfügung.



European Commission

(Fortsetzung von Unfall 4) Sieben von Treibladungspulver

Trotzdem sprang das Feuer auf einen zweiten Behälter mit 250 Kg Pulver über. Dieser Behälter war von dem Praktikanten zum Eingang des Raums gebracht worden und löste einen zweiten Feuerball aus. Und schließlich fing auch ein dritter Behälter mit 250 kg Pulver, die sich außerhalb des Raums befand, Feuer, wodurch ein dritter Feuerball entstand. Im Rahmen des Unfalls erlitten die zwei Mitarbeiter ernsthafte Verbrennungen. Sie konnten jedoch das Gelände noch aus eigener Kraft verlassen und verloren auch während ihres Transports in Spezialkrankenhäuser, wo ihre Wunden entsprechend versorgt wurden, nicht das Bewusstsein. Trotz der ärztlichen Bemühungen starben jedoch beide Opfer in den folgenden Wochen an den Folgen ihrer Verbrennungen.

Ursachen

Beobachtungen deuten darauf hin, dass sich die Schnellverschluss-Dichtungsringe der Siebanlage während des Siebprozesses geöffnet haben. Da sie nicht mehr fest saßen, bewegten sich die Filter aus ihrem Gehäuse, wobei es zu einer Reibung zwischen den Metallen kam, was wahrscheinlich dazu geführt hat, dass das Pulver Feuer fing. Die obere Abdeckung der Siebeeinheit bewirkte einen Einschluss des brennenden Pulvers, was zu einer Drucksteigerung in der Einheit und damit höchstwahrscheinlich zu einer Detonation des Produktes geführt hat. Dies würde die Verschiebung und signifikante Verformung der Abdeckung erklären. An diesem Punkt kam es dann zu einem plötzlichen Hochschlagen der Flammen aus der Siebeeinheit, die zu den Verbrennungen der Mitarbeiter in der unmittelbaren Umgebung der Anlage führten.

Wichtige Untersuchungsergebnisse

- Am Auslass der Siebeeinheit werden die verwendbaren Pulveranteile in Sammelbehältern zurückgewonnen, Abfälle wurden in geeigneten Säcken gesammelt und außerhalb des Raumes platziert, wo sie bis zu ihrem Abtransport ins Lager zu einem späteren Zeitpunkt verbleiben.
- Laut Vorschrift darf die Fabrikationshalle nicht betreten werden, wenn die Anlage in Betrieb ist. Die Bediener füllen die zuführenden Trichter und entfernen das verarbeitete Produkt aus den Sammelbehältern, wenn die Ablage abgeschaltet ist. Es wird vermutet, dass der Maschinenbediener möglicherweise die Halle mit der Siebanlage betreten hat, während diese noch lief, um eine offensichtliche Fehlfunktion der Anlage (ungewöhnlicher Lärm) zu untersuchen.
- Eine nach dem Unfall auf dem Boden gefundene Mutter zur Befestigung der Einhausung der Siebanlage zeigte keinerlei Anzeichen eines Abrisses, was darauf hindeutet, dass sie sich während des Siebvorgangs langsam gelöst hat.
- Das Löschesystem verhinderte jedoch, dass das Feuer auf eine zweite, in der Nähe befindende, Siebeeinheit übersprang.

Gezogene Lehren

Die Beschäftigten waren sich wahrscheinlich der vorgeschriebenen Vorgehensweisen bewusst, weil die entsprechenden Verfahren beim Auf- und Abbau der Siebanlage eingehalten wurden. Sie hatten sich möglicherweise jedoch zu sehr an den normalen Betrieb gewöhnt, um die Prozessrisiken ständig vor Augen zu haben, auch wenn sie sich ihrer wahrscheinlich bewusst waren. Bei Betriebsstätten, an denen die Gefahr eines schweren Unfalls besteht, und insbesondere an Standorten, an denen Explosionsstoffe verarbeitet und gelagert werden, muss bei jeder ungewöhnlichen Tätigkeit auf die Sicherheitsvorschriften geachtet werden, hier ist es extrem gefährlich, einfach seinen natürlichen Instinkten zu folgen (mit einem "kurzen Eingriff" zur Behebung eines kleinen Problems.) Wie auch bei Unfall 5 angeführt, sollten Schulungen oder sonstige aktive Kommunikationsmaßnahmen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden, um ein aktives und nicht nachlassendes Sicherheitsbewusstsein aufrecht zu erhalten.

- Dieser Unfall zeigt auch, dass das Risiko durch zusätzliche technische Maßnahmen hätte weiter reduziert werden können.
- Jegliche Gerätschaften und Anlagen, die bei der Verarbeitung von Explosivstoffen zum Einsatz kommen, müssen so ausgelegt sein, dass verhindert wird, dass sich Teile sich ihrer Befestigung lösen und so zur Funkenbildung führen können (Kontakt von Metall auf Metall).
- Eine mögliche technische Verbesserung wäre die Installation eines Präsenzmelders, der die Anlage automatisch herunterfährt, sobald eine der Zugangstüren geöffnet wird, und auch eine vollständige Prozessautomation in Bezug auf das Einfüllen des Pulvers in die Einheit sollte in Betracht gezogen werden.
- Explosivstoffe, die in Arbeitsräumen oder vor diesen gelagert werden, sollten auf das für die auszuführenden Arbeiten absolute Minimum reduziert werden; dies insbesondere wenn empfindliche Explosivstoffe gehandhabt oder bearbeitet werden.

Unfälle mit Explosivstoffen - Statistischer Hintergrund

Diese Ausgabe des Lessons Learned Bulletin beschäftigt sich mit schwerwiegenden Unfällen, die bei der Herstellung, Lagerung oder Entsorgung von Explosivstoffen auftraten. Zur Ausarbeitung dieses Bulletins wurden 62 Unfälle herangezogen, 47 schwerwiegende Unfälle stammten aus der eMARS-Datenbank, 4 Fälle aus der Failure Knowledge Database in Japan (<http://www.sozogaku.com>), 10 Unfälle aus der ARIA-Datenbank in Frankreich (<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>) und 1 Unfall aus der Untersuchungssammlung des U.S. Chemical Safety Board (www.csb.gov).

Von den untersuchten Fällen betrafen die meisten die Herstellung und Lagerung von Sprengstoffen (min. 10 Fälle) sowie explosionsfähige Abfälle oder Feuerwerkskörper (7 Fälle, eMARS-Unfälle #276, #729, #937, #939, #940), 4 Fälle betrafen die Zerlegung von Munition (eMARS-Unfälle #196, #551, #663 und #740). Weitere 12 Ereignisse wurden als „Sonstige“ kategorisiert, wozu auch explosionsfähige Abfälle und Munitionsfabriken gehören. In dem Tortendiagramm unten sind die Branchen aufgeführt, in denen es zu in eMARS erfassten Unfällen gekommen ist.

Auch heute noch passieren regelmäßig Unfälle mit Explosivstoffen, seit dem Jahr 2000 fast jedes Jahr zwei bis vier. Allein in den letzten fünf Jahren kam es in Europa zu 20 schwerwiegenden Unfällen mit explosionsfähigen Stoffen¹. Viele der untersuchten Fälle scheinen auch Unfälle zu sein, die sich wiederholen, d.h. der gleiche Zwischenfall ereignete sich im Lauf der Jahre mehr als einmal an einem Standort (z.B. eMARS-Unfälle #729 und #1031; eMARS-Unfälle #276 und #918; ARIA Nr. 32086 und Nr. 45545). Dieses wiederholte Vorkommen ist ein klares Signal, dass an vielen Standorten immer noch nicht aus Unfällen der Vergangenheit gelernt wird.

¹ *Die meisten dieser Fälle konnten für dieses Bulletin nicht genutzt werden, weil bei ihnen die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.*

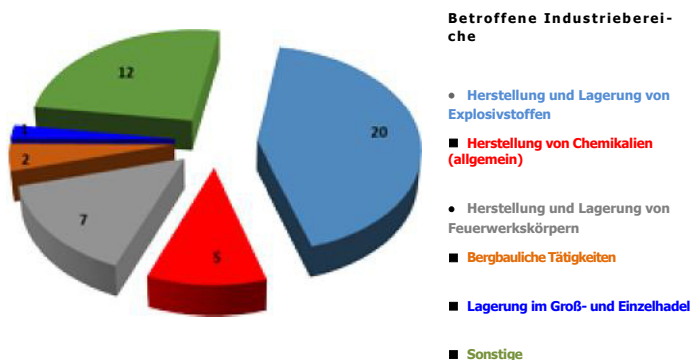


Abbildung 4: Zahl schwerwiegender Unfälle mit Explosivstoffen (Quelle: eMARS)

Inspektions-/Audit-Fragen

- Wie stellen Sie sicher, dass sich die Beschäftigten an die internen Vorschriften halten und operative Prozesse für den Umgang mit Explosivstoffen und deren Bearbeitung einhalten und die entsprechenden Vorschriften nicht verletzen?
- Wurden alle Gefahren und Risiken im Zusammenhang mit der Produktion oder Lagerung von Explosivstoffen und Feuerwerkskörpern identifiziert und analysiert?
- Welche Szenarien mit Explosivstoffen wurden bei der Standort-Risikoanalyse berücksichtigt? Wurde das mögliche Risiko einer Eskalation/eines Domino-Effekts berücksichtigt?
- Inwieweit wird bei den Sicherheitsverfahren die Möglichkeit berücksichtigt, dass ein Explosivstoff herunterfällt?
- Wie ist dokumentiert, dass das Entsorgungsunternehmen für die explosionsfähigen Abfälle an ihrem Standort über angemessene Kenntnisse hinsichtlich der Materialeigenschaften der entsprechenden Stoffe/Mischungen verfügt?

Arten von Unfällen mit explosionsfähigen Stoffen

Grundsätzlich können Explosivstoffe durch eine Reihe unterschiedlicher energetischer Stimuli² aktiviert werden. Im Bereich der Unfälle bei der Herstellung und Lagerung sind dies meistens:

- Stoß/Reibung
- Feuer/Wärme
- elektrostatische Entladungen
- Nicht-aufhaltbare Kettenreaktionen (Runaway-Reaktionen) während der Herstellung von Explosivstoffen.

Die Studie unterstrich insbesondere vier Faktoren, die signifikant zu den mit Explosivstoffen eingetretenen Unfällen beigetragen hatten:

Riskante Verhaltensweisen beim Umgang mit Explosivstoffen

Erstaunlicherweise scheinen vielen Unfälle Ursachen in Verbindung mit einem nicht ausreichenden Sicherheitsbewusstsein und riskanten Verhaltensweisen zugrunde zu liegen. Die Studie zeigte, dass es bei vielen Standorten, wo es zu Unfällen kam, eher die Regel als die Ausnahme war, dass selbst grundlegende Sicherheitsstandards und technische Anforderungen nicht berücksichtigt wurden.

Standort-interne Beförderung von Explosivstoffen

Standort-interne Transporte von Explosivstoffen schienen bei vier Unfällen ein gemeinsamer Faktor zu sein. Dies deutet darauf hin, dass das erhöhte Stoßrisiko von beförderten Explosivstoffen, entweder aufgrund eines möglichen Zusammenstoßes, eines instabilen Untergrunds oder des mechanischen Versagens des Transportmittels nicht angemessen oder vielleicht auch überhaupt nicht berücksichtigt wird.

Ungenügende Sicherheitsabstände

In sechs Fällen führten nicht ausreichende Sicherheitsabstände zwischen Lager- bzw. Produktionsstätten zu einer Eskalation des Unfalls, es kam zu einer Ausbreitung der Explosionen und nachfolgenden Bränden aufgrund herumfliegender brennender Teile.

Verfestigung von explosionsfähigem Material im Reaktor

In zwei Fällen verblieb explosionsfähiges Material im Reaktor und verfestigte sich, wodurch das Gefäß bzw. Verbindungsrohre blockiert wurden, und so während des Hochfahrens der Anlage bzw. deren Betrieb zu Runaway-Reaktionen führten, die die Risiken in mehr als einer Hinsicht steigern können.

² *Safety Report Assessment Guide: Explosives by UK HSE unter <http://www.hse.gov.uk/Comah/sragexp/srag-explosives.pdf>*

- Was für ein aktives Brandschutzsystem ist in den Lager- und Produktionsgebäuden für Explosivstoffe vorhanden?
- Verfügt das Unternehmen über einen getesteten internen Notfallplan, um im Falle eines Unfalls mit Explosivstoffen effektiv reagieren zu können?
- Welche Methoden werden zur Überwachung und Verfolgung der an dem Standort hergestellten und gelagerten Explosivstoffe und Feuerwerkskörper verwendet?
- Ist sichergestellt, dass angemessene Sicherheitsabstände zwischen allen Produktions- und Lagerstätten von Explosivstoffen und anderen Gebäuden (und untereinander) eingehalten sind? Falls Nein: Welche Maßnahmen gibt es, um ein Übergreifen von einem Gebäude auf weitere Gebäude zu verhindern?
- Wurden vergangene Unfälle und Beinaheunfälle erfasst und untersucht?

(Fortsetzung von:) Inspektions-/Audit-Fragen

- Wie ist sichergestellt, dass Explosivstoffe nicht über einen längeren Zeitraum, absichtlich oder unabsichtlich, im Freien verbleiben.
- Was wäre Ihrer Meinung nach das Szenario für den schlimmsten anzunehmenden Unfall? Sind Sie sich der Tatsache bewusst, dass ein derartiger schwerwiegender Unfall zu schwersten Schäden führen könnte, und dass Ihre Betriebsstätte vielleicht niemals mehr wieder aufgebaut wird?

Unfall 5

Fabrik zur Herstellung von Explosivstoffen

Unfallhergang

Die Kean Canyon Fabrikanlage zur Herstellung von Explosivstoffen von Sierra Chemical in Nevada wurde durch zwei massive Explosionen, die im Sekundenabstand stattfanden, zerstört; hierbei kamen vier Beschäftigte ums Leben und sechs weitere wurden verletzt. Da alle starben, konnte die genaue Unfallursache nicht festgestellt werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass am Tag vor dem Zwischenfall ein Bediener übrig gebliebenes Ausgangsmaterial im Mischgefäß beließ, ohne die nächste Schicht hiervon zu informieren. In der Annahme, das Mischwerk sei inzwischen wohl geleert worden, schaltete der Arbeiter das Mischwerk ein und löste so die erste Explosion aus. Die Explosion ereignete sich in einem Raum, in dem "Booster" hergestellt wurden - kleine Sprengstoffsätze, die im Bergbau zum Zünden größerer Sprengstoffe verwendet werden. Eine zweite, stärkere Explosion zerstörte das Gebäude, das zum Trocknen von Explosivstoffen genutzt wurde, zurück blieb ein Krater von 12 x 18 m, der bis zu 1,80m tief war. Die Explosionen entsprachen einem Erdbeben der Stärke 2,0 und waren noch 32 km entfernt spürbar. Sierra Chemical schätzte, dass während des Unfalls 21 t Explosivstoffe detonierten. Die Betriebsstätte wurde niemals wieder aufgebaut.



Abbildungen 2 und 3: Booster-Raum 2 vor und nach der Explosion (CSB)

Ursachen

Man vermutet, dass explosives Material über Nacht in einem Gefäß verblieb und aufgrund niedriger Außentemperatur erhärtete. Der untere Teil des Rührflügels des Mixers, der in dem Gefäß mit Explosivstoff bedeckt war, führte durch Schlag, Scherkräfte oder Reibung des explosiven Materials mit der Gefäßwand zur Detonation. Eine andere Möglichkeit ist, dass Klumpen des explosiven Materials zwischen dem Rührblatt und der Gefäßwand eingeklemmt waren, was die Detonation auslöste.

Wichtige Untersuchungsergebnisse

Für Booster-Raum 1 wurde unter Zugrundelegung der Prozesse in Booster-Raum 2 eine Prozess-Gefahrenanalyse durchgeführt. Es wurde jedoch keine Prozess-Gefahrenanalyse für Booster-Raum 2 selbst durchgeführt. Außerdem waren weder Schichtführer noch Arbeiter an Maßnahmen zur Gefahrenerkennung beteiligt. Die Lagereinrichtungen und die zwei Werkstätten hatten nicht den gemäß den entsprechenden Bestimmungen erforderlichen Abstand, wodurch es zu einer Explosionsübertragung kommen konnte. Ferner stellte sich heraus, dass die Konstruktion der Gebäude nicht den Empfehlungen der Richtlinien des Verteidigungsministeriums entsprach.

Bei der Untersuchung fanden sich Belege dafür, dass sich sowohl das Management als auch die Arbeiter der mit dem Produktionsprozess verbundenen Risiken und grundlegender Normen für das sichere Verhalten und den sicheren Umgang mit diesen gefährlichen Stoffen bei ihrer Arbeit kaum bewusst waren. Staatliche Inspektionen fanden nur in unregelmäßigen Abständen statt und die Inspektoren waren üblicherweise keine Spezialisten in Bezug auf die Sicherheit bei der Herstellung von Explosivstoffen.

Gezogene Lehren

In diesem Fall schien der Bediener die mit der Produktion und der Lagerung von Explosivstoffen verbundenen ernsthaften Explosionsgefahren unterschätzt zu haben bzw. zu selbstsicher in Bezug auf diese geworden zu sein. So gab es verschiedene Warnzeichen dafür, dass Risiken an diesem Standort nicht angemessen berücksichtigt wurden.

Eine Verfahrens-Gefahrenanalyse wurde nur für einen Prozess durchgeführt, sie sollte jedoch für alle gefährlichen Prozesse an dem jeweiligen Standort durchgeführt werden. Außerdem waren die Arbeiter nicht an Maßnahmen zur Gefahrenerkennung beteiligt. Wäre dies der Fall gewesen, hätten sie möglicherweise auf verschiedene andere gefährliche Aktivitäten hingewiesen, für die auch eine Verfahrens-Gefahrenanalyse hätte durchgeführt werden sollen.

Es gab keine schriftlichen Vorgaben und nur begrenzte Schulungen zur sicheren Handhabung von Explosivstoffen, sowohl allgemeiner Art als auch in Bezug auf die spezifischen Verfahren an dem Standort. Wie in dem Bericht erwähnt glaubten die Manager, dass es - außer man verwendete eine Sprengkapsel - praktisch unmöglich wäre, das verwendete bzw. produzierte explosive Material zu zünden. Ein größtenteils fehlendes Bewusstsein der wirklichen Sicherheitsgefahren bei einem Standort mit einem großen Gefahrenpotenzial ist ein eindeutiger Hinweis darauf, dass die entsprechenden Risiken nicht angemessen berücksichtigt werden.

Es gab kaum bzw. keinerlei Anstrengungen, um die Sicherheit der Arbeiter zu gewährleisten. Obwohl die meisten Arbeiter spanischsprachig waren, wurden selbst die gesetzlich vorgeschriebenen Standardschulungen in den Bereichen Sicherheit und Gesundheit hauptsächlich in Englisch abgehalten. Anscheinend gab es für die Beschäftigten keinerlei Möglichkeiten, sich über für sie relevante Sicherheitsthemen zu informieren, bzw. sich in Bezug auf diese zu äußern. Es ist besonders wichtig, dass Standorte mit einem hohen Gefahrenpotenzial auch entsprechende technische Maßnahmen ergreifen, um Schwächen im Sicherheitsmanagementsystem entgegen zu treten. Angemessene Abstände zwischen Gebäuden sind eine technische Standardmaßnahme zur Verringerung eines Explosionsrisikos. Auch bauliche Strukturen mit einer Schutzwirkung, die den gesetzlichen Anforderungen entsprechen, können dazu beitragen, weitere Verletzungen im Falle eines Unfalls zu verhindern.

Eine Art dritte Schutzbarriere kann die Aufsicht der zuständigen Behörde sein, aber in diesem Fall waren auch die Aufsichtsbehörden offensichtlich nicht angemessen vorbereitet bzw. verfügten nicht über ausreichende Kenntnisse, um die unsicheren Bedingungen am Standort zu erkennen.

Unofficial translation

Inoffizielle Übersetzung

[Empfehlungen des U.S. Chemical Safety Board (CSB) unter <http://www.csb.gov>. Ähnliche Unfälle: <http://www.sozogaku.com/fkd/en/cfen/CC1200041.html> sowie ARIA Nr. 24716]