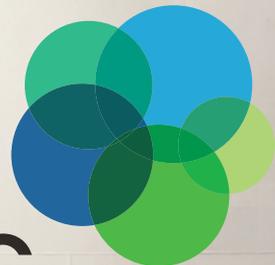


# PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS

Grundsätze Für  
den sicheren  
Anlagenbetrieb



**EPSC**

THE PROCESS SAFETY NETWORK

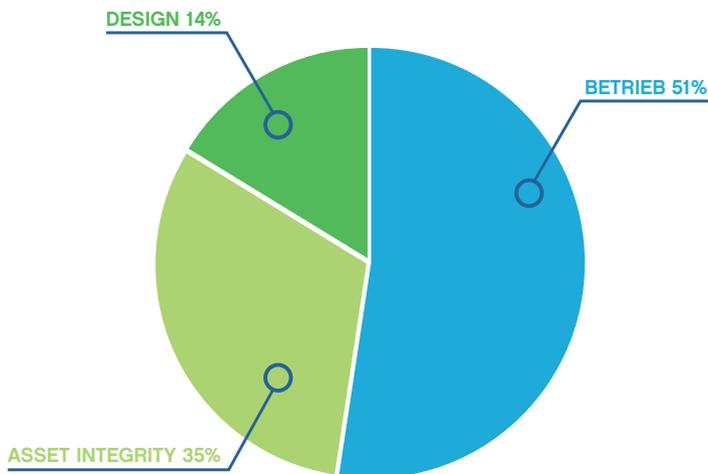
# KONTEXT

Bei der Anlagensicherheit geht es um die Vermeidung von Stoffaustritten gefährlicher Chemikalien ('Loss of Containment'). Hierfür werden drei Bereiche als relevant angesehen: Sicheres Betreiben, der sichere Zustand der Anlagen ('Asset Integrity') und die sicher ausgelegte Anlage ('Engineering Design'). Das EPSC führt mit seinen Mitgliedern aus der Prozessindustrie ein Benchmarking der Ursachen von Prozesssicherheitsereignissen durch (PSI = Process Safety Incidents, gemäß ICCA- oder API-754-Standard). Das Ergebnis, das in Abbildung 1 dargestellt ist, zeigt, dass die meisten Prozesssicherheitsereignisse ihren Ursprung in der Art und Weise haben, wie die Anlage betrieben wird. Die Stoffaustritte werden typischerweise bei der Bedienung oder Wartung der Anlage verursacht. Dies hat zu der Erkenntnis geführt, dass betriebliche Exzellenz bei der Prozesssicherheit von großer Bedeutung ist. Eine wichtige Fragestellung ist die nach der Art dieser Ereignisse und was der Betrieb besser machen kann, um diese zu vermeiden. In dieser Broschüre werden Grundsätze für den sicheren Anlagenbetrieb und zur Stärkung der betrieblichen Exzellenz in Anlagen mit Gefahrenpotential definiert. Bei deren Umsetzung sind insbesondere eine gute Führungskultur und Kompetenz bei den kritischen Betriebs- und Instandhaltungsaufgaben erforderlich.

---

**ABBILDUNG 1. EPSC-BENCHMARK-ERGEBNISSE FÜR DIE URSACHEN VON PROZESS-SICHERHEITSEREIGNISSEN 2019 (BASIS SIND CA. 1000 KLASSIFIZIERTE EREIGNISSE)**

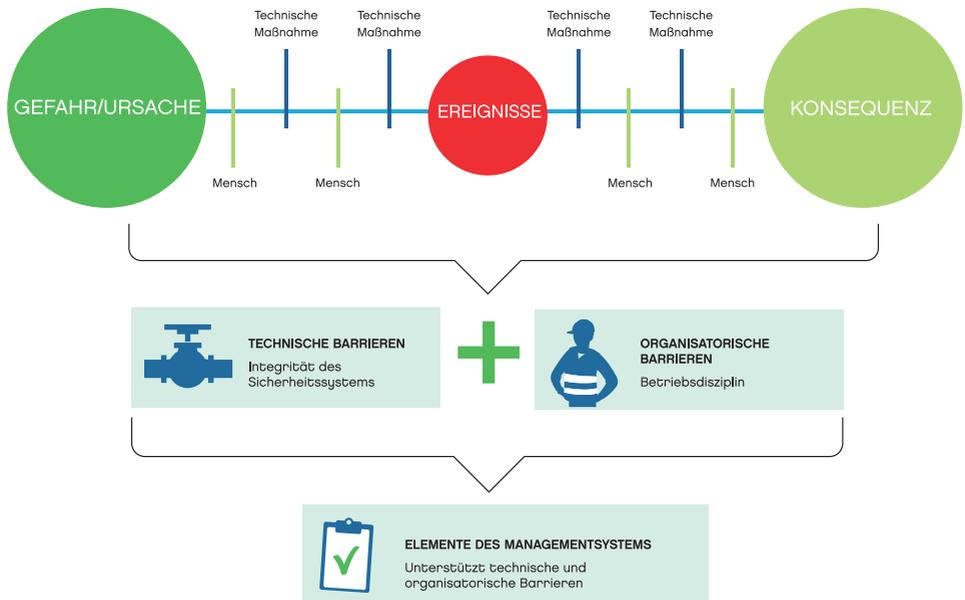
## URSACHEN FÜR PROZESSSICHERHEITSEREIGNISSE



Die Wirksamkeit der Prozesse für den sicheren Anlagenbetrieb und zur Sicherung des Anlagenzustands hängt in hohem Maße von der Führung durch das Management auf den verschiedenen Ebenen der Organisation ab, aber auch vom Engagement der Belegschaft.

Die Freisetzung von Gefahrstoffen wird durch "Barrieren" verhindert, die aus technischen Vorrichtungen oder organisatorischen Vorkehrungen bestehen können, wie in Abbildung 2 dargestellt. Die EPSC Process Safety Fundamentals beschränken sich auf die Vorbeugung und Abschwächung menschlicher Fehlerquellen, basierend auf Regeln und Grundsätzen der Betriebsdisziplin, die konsequent eingehalten werden sollen, um gefährliche Ereignisse zu vermeiden. Auf diesem regelbasierten Fundament bauen dann die risikobasierten Methoden auf, die komplexere Prozessursachen von Ereignissen verhindern sollen.

## ABBILDUNG 2. FOKUS AUF BARRIEREN ZUR VERMEIDUNG MENSCHLICHER FEHLERQUELLEN



## DIE EPSC GRUNDSÄTZE FÜR DEN SICHEREN ANLAGENBETRIEB

Die EPSC Process SaFety Fundamentals sind eine Zusammenstellung von Grundsätzen, die zur Unterstützung der Anlagenfahrer, Schichtmeister und der Betriebsleitung gedacht sind. Sie zielen auf Situationen, die zur Freisetzung von Gefahrstoffen mit potenziell schwerwiegenden Folgen führen können, und zeigen bewährte Praktiken zur Vermeidung solcher Ereignisse. Die EPSC Process SaFety Fundamentals sind auf typische Gefahrenaspekte ausgerichtet, die ein systematisches Vorgehen erfordern und die schon häufig zu schweren Ereignissen geführt haben. Es werden nicht alle Gefährdungen angesprochen. Die Grundsätze können an den Produktionsstandorten zusätzlich zu den bestehenden Prozessen in das Sicherheitsmanagementsystem integriert werden. Die EPSC Grundsätze ersetzen dabei nicht die bestehenden Elemente eines Sicherheitsmanagementsystems (z.B. Richtlinien, sichere Arbeitsprozesse, Trainingsprogramme, Änderungsmanagement, tätigkeits- und anlagenbezogene Gefährdungsbeurteilung usw.), sondern stellen eine betriebliche Schutzebene dar, die auf die scheinbar trivialen und einfachen Fehlermöglichkeiten zielt, die in der Praxis die Mehrzahl der Ereignisse verursachen.

Die vorliegende Zusammenstellung der EPSC Process SaFety Fundamentals behandelt 18 typische gefährliche Betriebssituationen. Nicht alle davon werden für jeden Betrieb gleichermaßen relevant sein, und vermutlich gibt es weitere Aspekte, die hier noch fehlen. Es wird empfohlen, die für den Betrieb relevanten Grundsätze auszuwählen und mit diesen zu beginnen.

Die EPSC Grundsätze enthalten keine neuen Prinzipien für den sicheren Anlagenbetrieb. Stattdessen werden bekannte Praktiken so dargestellt und visualisiert, dass sie Anlagenfahrern helfen, mögliche Ursachen zu erkennen und Sicherheitsereignisse bei ihrer täglichen Arbeit zu vermeiden.

## EPSC PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS & LIFE SAVING RULES

Die EPSC Process SaFety Fundamentals sind als Ergänzung zu den in vielen Unternehmen eingeführten Life Saving Rules (Lebensrettende Regeln) gedacht. Die Verwendung der EPSC Grundsätze unterscheidet sich jedoch deutlich von der Intention der Life Saving Rules. Daher ist es nicht zu empfehlen, sie in einer gemeinsamen Liste zusammenzufassen. Ein Vergleich der Verwendung von Life Saving Rules und EPSC Process SaFety Fundamentals ist in der Tabelle auf der nächsten Seite aufgeführt.

**TABELLE 1. DIE “PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS” UNTERSCHIEDEN SICH VON DEN “LIFE SAVING RULES”**

	<b>LIFE SAVING RULES: ARBEITSSICHERHEIT</b>	<b>PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS: ANLAGENSICHERHEIT</b>
<b>ZIELSETZUNG</b>	Verringerung der Anzahl von Verletzungen/ Todesfällen	Vermeidung von Stofffreisetzungen mit potenziell schwerwiegenden Folgen für Mensch, Umwelt und das Unternehmen
<b>SICHERHEIT/ UMWELT GEBIET</b>	Arbeitssicherheit	Anlagensicherheit und Anlagen, die gefährliche Chemikalien handhaben
<b>ZIELGRUPPE</b>	Alle	Technische Teams in Chemieanlagen (Anlagenfahrer, Techniker, Wartung & Instandhaltung, Meister, Ingenieure, Betriebsleiter)
<b>ANWENDBARKEIT</b>	Klare Regeln, die einfach zu verstehen und in allen Anwendungsfällen verwendet werden können	Einfache Regeln und komplexere Grundsätze, die nicht immer vollständig angewendet werden können (z. B. aufgrund des Anlagendesigns)
<b>METHODE ZUR EINFÜHRUNG</b>	Verbindliche Anforderungen, die von jedem erfüllt werden müssen	Verbindliche Regeln oder Arbeitsweisen für den sicheren Anlagenbetrieb, die im Team genauer festgelegt werden

Der Einsatz der Process Safety Fundamentals unterscheidet sich wesentlich von der Anwendung der Life Saving Rules/Lebensrettenden Regeln. Letztere werden als eine Reihe von nicht verhandelbaren, einfachen Anforderungen eingeführt und angewendet. Die Process Safety Fundamentals werden hingegen sowohl als nicht verhandelbare Regeln als auch als Vorgehensweisen für komplexere Situationen verwendet, in denen die spezifischen Gegebenheiten der Anlage und die praktische Situation berücksichtigt werden müssen, um zu entscheiden, wie die Arbeit sicher ausgeführt werden kann. Daher erlauben die Process Safety Fundamentals mehr Flexibilität, d. h. sie stützen sich in höherem Maße auf ein tieferes Verständnis und detaillierte Kenntnisse der Anlage.

Die Zielsetzung der Grundsätze ist es, kritische Aufgaben und Verhaltensweisen beim Betreiben und Warten der Anlagen aufzuzeigen, die auch von den Betriebsleitern verstanden und eingefordert werden müssen, um Sicherheit erfolgreich zu gewährleisten. Der Einsatz der Process Safety Fundamentals soll eine Fokussierung auf bestehende, gute Betriebspraktiken ermöglichen, von denen nicht abgewichen werden sollte. In der Praxis ist die vollständige Anwendung der Grundsätze jedoch nicht immer praktikabel oder möglich. Es ist daher auch das Ziel, diese Dilemmata, mit denen die Anlagenfahrer konfrontiert sind, sichtbar und sie damit einer Diskussion mit der Betriebsleitung zugänglich zu machen, wie mit derartigen Situationen umzugehen ist. In diesem Zusammenhang sollen die Grundsätze weniger als "ein weiteres Regelwerk" verstanden werden, sondern vielmehr als eine Möglichkeit, einerseits Regeln festzulegen, wo dies direkt möglich ist, und andererseits für schwierige Betriebsaufgaben über den Dialog in der Betriebsmannschaft sichere Vorgehensweisen erst zu entwickeln.

Die Process Safety Fundamentals stellen somit ein hervorragendes Werkzeug für Führungskräfte dar, um eine offene Kultur zu etablieren und die Prozesssicherheit zu stärken. Führungskräfte sollten:

- betonen, dass Anlagen umsichtig und sicher betrieben werden sollen.
- im Betrieb sichtbar sein.
- einen regelmäßigen Dialog über die Process Safety Fundamentals führen und den Mitarbeitern helfen, Dilemmas und 'schwache Signale' zu erkennen, bevor es zu Ereignissen kommt.
- Verständnis entwickeln für die Zielkonflikte in der Praxis und die Mitarbeiter bei der Lösung der identifizierten Dilemmas unterstützen.
- Interesse zeigen und versuchen, die Grundsätze für den sicheren Anlagenbetrieb zu verstehen und einzuhalten, bevor Abweichungen entstehen.
- die Gewöhnung an Abweichungen (normalization of deviation) erkennen, die sich in viele täglichen Aktivitäten einschleicht und sie ansprechen.

## ANLEITUNGSKARTEN

In dieser Broschüre werden Anleitungskarten für jeden der 18 EPSC Grundsätze präsentiert. Diese Anleitungen geben unterstützende Informationen für die Umsetzung der Grundsätze. Sie enthalten eine Beschreibung der zu befolgenden betrieblichen Praktiken mit dem Schwerpunkt auf Gefahren, möglichen Herausforderungen in der Praxis und Empfehlungen für eine sinnvolle Umzusetzen.

## ANWENDUNG DER EPSC PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS

Der Erfolg der EPSC Process Safety Fundamentals hängt stark davon ab, wie sie eingeführt werden. Eine Beschreibung möglicher Anwendungsmöglichkeiten finden Sie im Folgenden:

### Engagement Workshop

Um die PSFs einzuführen, kann ein Workshop mit den betrieblichen Führungskräften organisiert werden, um deren Mitarbeit und Engagement sicherzustellen. Zu diesem Personenkreis gehören Vertreter aus den Bereichen Betrieb, Wartung & Instandhaltung, und Anlagensicherheit. Die Teilnahme und das Engagement des Managements ist für die erfolgreiche Umsetzung der Process Safety Fundamentals unerlässlich. In dem Workshop kann eine Präsentation über das PSF-Programm gehalten und eine Diskussion mit den Anlagenfahrern darüber organisiert werden, wie die PSFs in der Praxis effektiv umgesetzt werden können. Ein formeller Plan für die Implementierung der Grundsätze für den sicheren Anlagenbetrieb, der von allen beteiligten Personen mitgetragen wird, kann eines der Ergebnisse des Workshops sein.

### Analyse und Förderung

Um die Umsetzung der PSFs zu koordinieren, kann das Unternehmen Stewards oder Champions ernennen. Die Rolle der Stewards/Coaches umfasst die Organisation von Sitzungen zur weiteren Klärung, damit die betrieblichen Mitarbeiter den Umfang und die Ziele des PSF-Programms verstehen können. Diese Sitzungen können auch für Diskussionen über mögliche Dilemmas bei der Anwendung der ausgewählten Grundsätze in der Anlage genutzt werden. Der Inhalt der EPSC-PSF-Anleitungskarten kann als Hilfsmittel in den Diskussionen verwendet werden. In der Diskussion ist es hilfreich, wenn die Betriebspraktiker offen über alle Fälle berichten können, in denen von Betriebsanweisungen oder den EPSC PSFs abgewichen wurde.

Die Art und Anzahl der Grundsätze, die in das Programm aufgenommen werden, kann variieren. Es können ein oder mehrere der EPSC PSFs ausgewählt werden. Es können jedoch auch andere, neue Grundsätze einbezogen werden, die für die spezifischen lokalen Herausforderungen der Anlagensicherheit entwickelt werden, z.B. auf der Basis einer gründlichen Analyse der Ereignisdaten, Beinahereignisse, und Frühindikatoren potenzieller Ereignisse mit hohem Schadenspotential für die Anlagensicherheit.

Eine Option könnte darin bestehen, zunächst eine Mindestanzahl von PSFs auszuwählen, die während einer einjährigen Pilotphase eingeführt werden, um zu einer besseren Einschätzung des Aufwands an Budget und Ressourcen für eine breitere Einführung in den darauffolgenden Jahren zu kommen.

# Roll-Out

Tabelle 2. zeigt einige Vorschläge für den Roll-Out der Process Safety Fundamentals in Ihrem Betrieb oder Unternehmen.

**TABELLE 2. BEISPIELE FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG DER GRUNDSÄTZE FÜR DEN SICHEREN ANLAGENBETRIEB**

VORGEHENSWEISE	ZWECK
<b>1. GAP ANALYSIS / LÜCKENANALYSE</b>	
1.1 Gap-Analyse für den Mitarbeiter, das Team oder den Betrieb, mit Aktionsplan 360-Grad-Feedback	Identifizierung von Stärken und Schwächen, die verbessert werden sollen, z.B. mittels Internetumfrage, oder Fragebogen.
1.2 360-Grad-Feedback	Für Manager oder Vorgesetzte. Verhaltensweisen im Bereich der Process Safety Fundamentals. Verknüpft mit Entwicklungsplan.
<b>2. ANFÄNGLICHE UND FORTLAUFENDE SCHULUNG UND SENSIBILISIERUNG</b>	
2.1 Awareness-Kampagnen	Erklären Sie die Grundsätze und warum sie wichtig sind. Kontinuierliche Weitergabe der Grundsätze an die Belegschaft, unter Bezugnahme auf reale Ereignisse, die auf Standortebene stattgefunden haben, aber auch unter Berücksichtigung von Lehren aus Ereignissen und weiterem verfügbarem Material aus anderen Firmen.
2.2 Setzen von Verhaltenserwartungen	Hervorhebung der erwarteten Verhaltensweisen in Bezug auf die Process Safety Fundamentals.
2.3 Interaktive Übungen	Möglichkeiten, die Grundregeln der Anlagensicherheit auf interaktive und ansprechende Weise zu erklären.
2.4 HSE-Tage	Kommunikation der Grundregeln der Anlagensicherheit an die Belegschaft während thematischer HSE-Tage / Veranstaltungen.

VORGEHENSWEISE	ZWECK
2.5 Toolbox-Gespräche	Vermittlung der Grundsätze für den sicheren Anlagenbetrieb an die Belegschaft durch Vorgesetzte.
2.6 Plakate	Plakate können ein wirkungsvolles Kommunikationsmittel sein, wenn sie aussagekräftige, relevante Bilder enthalten, die an strategischen Stellen angebracht werden. Ein gut gewähltes Bild kann oft eine Bedeutung stärker vermitteln als Worte.
2.6 Videos	Aussagekräftige Videos prägen sich ein. Sie verbessern das Verständnis, lösen Emotionen aus und regen die Teilnehmer zu Fragen an. Für jeden Grundsatz könnte ein kurzes Video entwickelt werden, um den Grundsatz und die Rolle der Mitarbeiter dabei zu erklären.
2.7 Broschüren	Eine Broschüre im Taschenformat, über die Grundsätze, hilft diese im Bewusstsein zu behalten, oder Diskussionen über die Anlagensicherheit anzuregen, z. B. bei Toolbox-Gesprächen oder Betriebsbegehung durch Manager und Vorgesetzte.

### 3. EINBINDUNG IN HR-PROZESSE UND -SYSTEME

3.1 Mitarbeiterauswahl (alle Ebenen)	Grundsätze als Auswahlkriterium verwenden.
3.2 Management-Entwicklung	Einbindung der Manager in die Anwendung der Grundsätze entwickeln.
3.3 Schichtleiter/ Vorgesetzten-Entwicklung	Einbindung der Schichtleiter / Meister bei der Anwendung der Grundsätze.
3.4 Coaching	Entwickeln der gewünschten Verhaltensweisen bei der Anwendung der Process Safety Fundamentals.

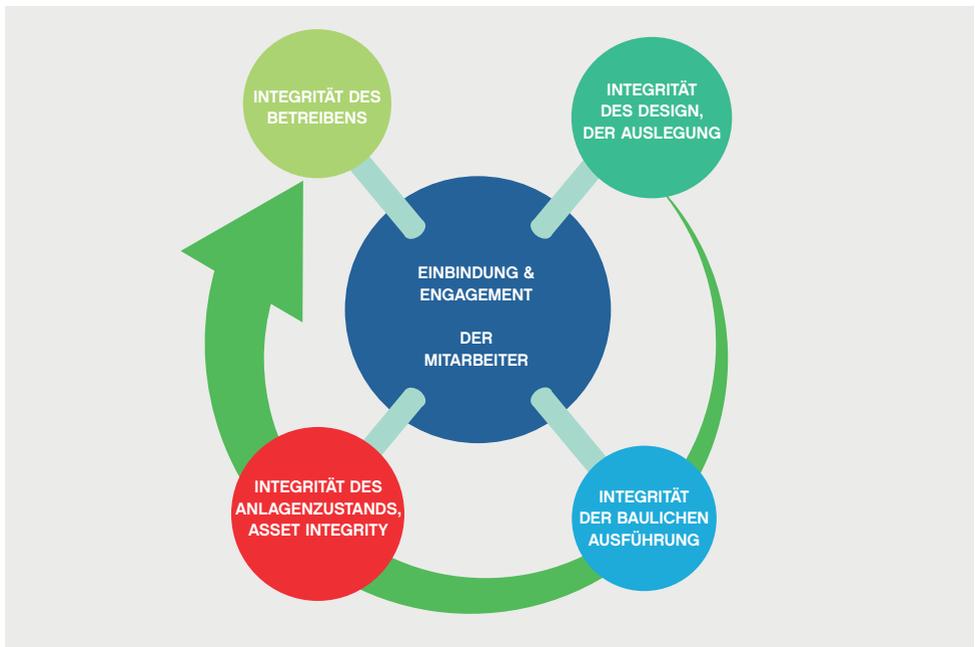
VORGEHENSWEISE	ZWECK
3.5 Persönliche Entwicklungsziele	Beachtung der Process SaFety Fundamentals als persönliches HSE-Ziel.
<b>4. EINBINDUNG IN HSE-PROZESSE UND -SYSTEME</b>	
4.1 HSE (Sicherheit & Umwelt)-Verbesserungs Initiativen	Verknüpfung der Process SaFety Fundamentals mit spezifischen Initiativen (z. B. Vermeidung bestimmte Arten von Verletzungen oder Ereignissen).
4.2 Bei Audits	Einbeziehung der Process SaFety Fundamentals in HSE-Audits.
4.3 Anerkennung	Explizite Anerkennung derMitarbeit bei der Anwendung der Process SaFety Fundamentals.
4.4 Ereignisuntersuchung	Untersuchung ob die Grundsätze Für den sicheren Anlagenbetrieb korrekt angewandt wurden als Fester Bestandteil der Ereignisuntersuchung.
4.5 Analyse von Beinaheunfällen	Identifizierung von Trends in der Anwendung der EPSC Process SaFety Fundamentals.
4.6 Sicherheits-Tools Für Führungskräfte	EinFache Praktiken, die Führungskräfte anwenden können, um die Process SaFety Fundamentals zu fördern.
4.7 Auswahl & Management von Kontraktoren	Auch die Kontraktorenmitarbeiter in die Anwendung der Grundsätze einbinden.
4.8 Integration in Kontraktor Verträge	Die im Unternehmen verwendeten Process SaFety Fundamentals können in der Ausschreibung referenziert werden, nicht unbedingt als eigenständiges Dokument, sondern als Teil der einzuhaltenden Sicherheitsregeln, deren sich die Kontraktormitarbeiter bewusst sein müssen.

VORGEHENSWEISE	ZWECK
<b>5. ANWENDUNG IN DER TÄGLICHEN PRAXIS</b>	
5.1 Risikobewertung	Achtsamkeit ermutigen / aufrechterhalten.
5.2 Einbeziehung der Mitarbeiter	Einbindung aller Mitarbeiter des Betriebs in die Anwendung der Grundsätze Für den sicheren Anlagenbetrieb.
5.3 SaFety moments (kurze Sicherheitsthemen als Bestandteil aller Besprechungen)	Achtsamkeit ermutigen / aufrechterhalten. Process SaFety Fundamentals als Beispiele.
5.4 Betriebsbegehungen, Standortbesuche	Gezielte Begehungen durch Vorgesetzte und Manager vor Ort, um die Umsetzung der Process SaFety Fundamentals zu unterstützen; von den Mitarbeitern aufgeworfene Fragen/Dilemmas können dann besprochen werden im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung der Anlagensicherheit.
5.5 Anerkennung und Arbeitseinweisung	Einbeziehung der Process SaFety Fundamentals in die Gefährdungsbeurteilung vor Ort. So können Dilemmas, mit denen die Mitarbeiter bei der Umsetzung der Grundsätze konFrontiert sind, gelöst werden. Ein Preis Für die beste Gefährdungs- beurteilung des Monats, die Process SaFety Fundamentals berücksichtigt. Eine weitere Option ist die Aufnahme der Grundsätze in die Materialien Für Tool-Box-Gespräche vor der Arbeitsaufnahme. Grundsätze in die erforderlichen Kontrollen vor Arbeitsbeginn aufnehmen.

## ÜBERWACHUNG UND NACHVERFOLGUNG

Zu den Aktivitäten des Managementsystems gehören Überwachung und Nachverfolgung. Bis die Implementierung der Process Safety Fundamentals als Teil des Prozesssicherheitsmanagements messbare Auswirkungen auf das Ereignisgeschehen haben, kann es einige Zeit dauern. Indikatoren sind die Anzahl von Prozesssicherheits Ereignissen und von Beinahereignissen, dh kleinere und größere Stoffaustritte oder Situationen in denen diese hätten passieren können. Eine positive Veränderung wird sich zunächst eher in Form eines erhöhten Problembewusstseins, verbesserter Sachkenntnis und erhöhten Engagements der Mitarbeiter für die Prozesssicherheit im Betrieb zeigen.

### ABBILDUNG 1. RELEVANTE BEREICHE DES PROZESSSICHERHEITS MANAGEMENTS

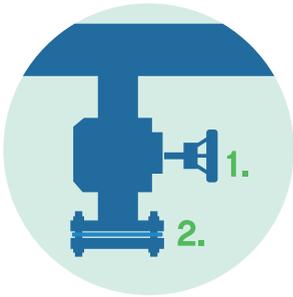


# GRUNDSÄTZE/GRUNDREGELN FÜR DEN SICHEREN ANLAGENBETRIEB (PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS)

1. ARBEITEN NUR MIT DOPPELTER ABSPERRUNG
2. ENTLEREN / ENTSPANNEN VOR DEM ÖFFNEN VON ROHRLEITUNGEN
3. ÜBERWACHEN VON ENTLLEERVORGÄNGEN
4. SICHERES ÜBERBRÜCKEN VON SICHERHEITSEINRICHTUNGEN
5. ÜBERPRÜFUNG DER LEITUNGSWEGE UND VENTILSTELLUNGEN
6. DICHTIGKEITSPRÜFUNG NACH WARTUNGSARBEITEN
7. KEINE ARBEITEN HINTER EINZELNEN ABSPERRARMATUREN
8. ÜBERPRÜFE DEN ZUSTAND VON SCHLÄUCHEN
9. BETREIBEN IM SICHEREN BETRIEBSFENSTER
10. BETRIEBSMITTELNETZE GEGEN RÜCKSTRÖMUNG ABSICHERN
11. MÄNGEL AN SICHERHEITSEINRICHTUNGEN MELDEN
12. VERSTOPFUNGEN SICHER ENTFERNEN
13. BLEIB AUS DER SCHUSSLINIE
14. SICHERES BE- UND ENTLADEN
15. PRÜFEN AUF EX-ATMOSPHERE IM BRENNRAUM VOR DER ZÜNDUNG
16. KEINE BEHÄLTERBEFÜLLUNG IM FREISTRAHL
17. VERMEIDEN VON DURCHGEHENDEN REAKTIONEN
18. MELDEN ALLER SICHERHEITSEREIGNISSE IN DER ANLAGE

# EPSC PROCESS SAFETY FUNDAMENTALS

---



Doppelte Absperrung



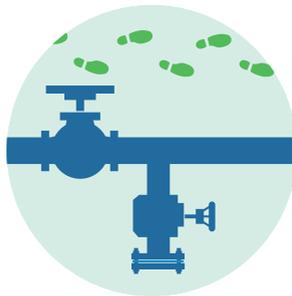
Öffnen von Rohrleitungen



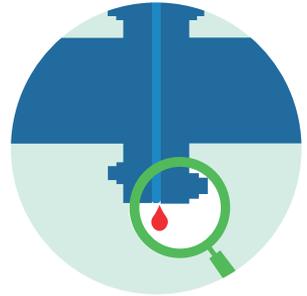
Offene Entleerung



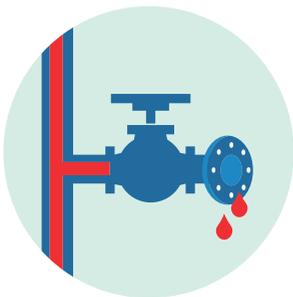
Überbrückung



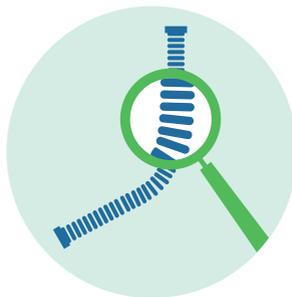
Abgehen der Leitung



Dichtigkeitsprüfung



Arbeiten hinter Einzelarmaturen



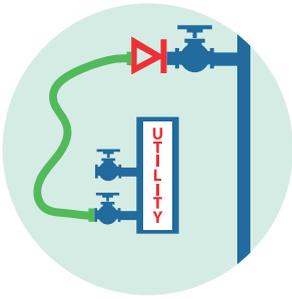
Verwendung von Schläuchen



Betriebsparameter

# PIKTOGRAMME

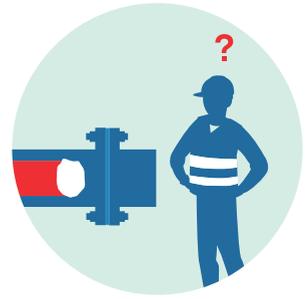
---



Rückstrom Sicherung  
Betriebsmittel



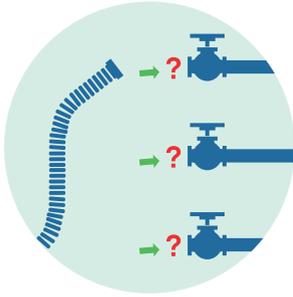
Sicherheitseinrichtungen



Verstopfungen  
entfernen



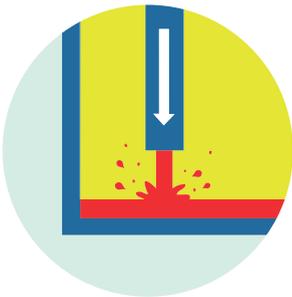
Schusslinie



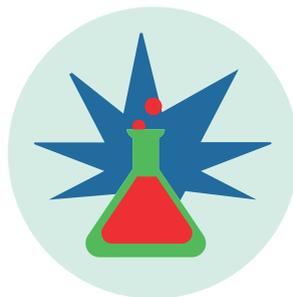
Be- und Entladung



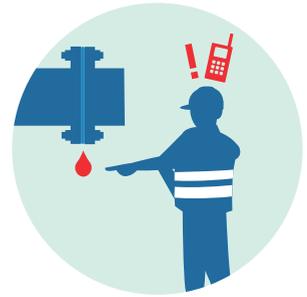
Ofen-Brenner



Freistrah-Befüllung



Durchgehende Reaktion



Vorfall-Meldungen

# LEITFADEN ZUR ANWENDUNG DER GRUNDREGELN DER ANLAGENSICHERHEIT

Die Grundregeln sind sichere Betriebsprinzipien für die Handhabung von Gefahrstoffen zur Vermeidung von Freisetzungen, Bränden, Explosionen, Kontaminationen oder Betriebsunterbrechungen.

Sie dienen der Verbesserung der Prozesssicherheit an Chemiestandorten durch die Stärkung des Bewusstseins für typische Gefährdungen mit relevanten Details.

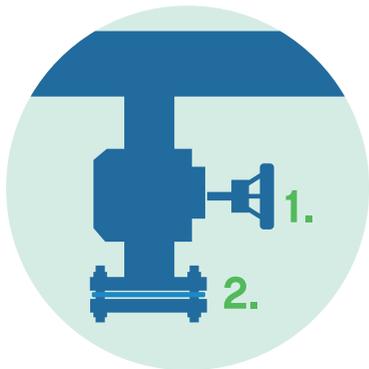
Beschrieben werden die Herausforderungen in der Praxis und bewährte Vorgehensweisen.

Beginnen Sie damit, eine begrenzte Anzahl von PSF auszuwählen, die für Ihren Betrieb relevant sind; Bei Bedarf erweitern Sie die Auswahl in weiteren Schritten mit gezielt ausgewählten PSF.

Mit dem jeweiligen PSF-Blatt können Sie die Diskussion beginnen. Aus der Diskussion entsteht das Verständnis dafür, wo Sie wirklich stehen und was verbessert werden kann!

Legen Sie klare Vereinbarungen und Vorgehensweisen für die ausgewählten PSF fest.

Zur positiven Einstimmung auf die Prozesssicherheit können Sie dieses Video von Shell nutzen: <https://www.youtube.com/watch?v=l9Fu4ydckGg>



## ARBEITEN NUR MIT DOPPELTER ABSPERRUNG

### Was ist die Gefährdung?

Gefährliche Stofffreisetzungen können auftreten, wenn eine Absperrung (z.B. ein Ventil) versagt und keine zweite Barriere vorhanden ist.

### Wann ist das relevant?

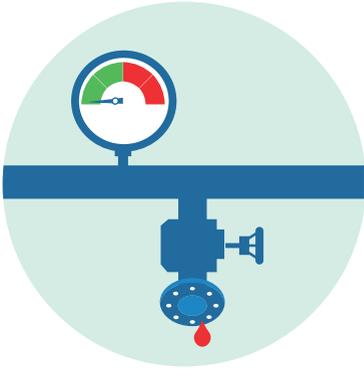
Während Routinetätigkeiten und speziellen Arbeiten wie z.B. Ablassen & Probenahme, Be- und Entladen, Anschluss von Betriebsmitteln (z.B. Luft oder Stickstoff).

### Herausforderungen in der Praxis

- Bei älteren Anlagen sind häufig keine doppelten Absperrungen vorhanden.
- Blind-Flansche nach Instandhaltung nicht wieder montiert.
- Blind-Flansche nicht mit (allen) Schrauben installiert.
- Bedeutung von "Primary Containment" (Austritt aus der ersten. Umhüllung) nicht verstanden
- Ventilhebel aus Versehen verstellt.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Eine einzelne Armatur ist keine verlässliche und sichere Absperrung.
- Regelmäßig Leitungen abgehen und prüfen, ob Auslassventile mit Blindflansch oder Schraubkappe gem. Rohrleitungs-Spezifikation verschlossen sind.
- Fehlende Blindflansche oder Fehlende Schrauben an Blindflanschen nicht akzeptieren!
- Meldung und Untersuchung aller Vorfälle mit undichten Ablassventilen.
- Ventilhebel können verriegelt werden, um ein unbeabsichtigtes Öffnen zu verhindern („geschlossen gesichert“).



## ENTLEEREN & ENTSPANNEN VOR DEM ÖFFNEN VON ROHRLEITUNGEN

### Was ist die Gefährdung?

Unkontrollierte Stoff- und Energiefreisetzung beim Öffnen von Rohrleitungen oder Behältern.

### Wann ist das relevant?

Beim Lösen von Schrauben, Bohr- oder Schneidarbeiten an Prozessanlagen, beim Arbeiten an in Betrieb befindlichen Anlagenteilen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Arbeiten an der falschen Stelle.
- Komplexität von Leitungsführungen und Trennstellen.
- Umsetzung von doppelten Absperrungen mit Zwischenentspannung nicht möglich.
- Verstopfung von Ventilen oder undichte Ventile.
- Ablassen/Spülen an der falschen Stelle.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Anwendung eines validierten Trennstellenplans mit nummerierten Trennstellen in der richtigen Reihenfolge auf dem R&I-Fließbild.
- Überprüfung der Abarbeitung des Trennstellenplans durch eine zweite Person, bevor der Erlaubnisschein freigegeben wird.
- Installation von Blindflanschen gem. Spezifikation auf dem Trennstellenplan.
- Nutzung des LOTO-Prinzips um sicherzustellen, dass Anlagenteile energielos sind (bspw. mit Hilfe von Schlössern und Markierungen).
- Sorgfältige Entleerung und Spülung der Anlagenteile.
- Tragen von PSA, weil Restchemikalien möglicherweise nicht vollständig entfernt wurden, und Bereithalten von Chemikalienbindemitteln im Falle von Leckagen.
- Vor dem Öffnen von Anlagenteilen: Durchführen von sog. "Last Minute Risk Assessments", um sicherzustellen, dass (a) das System drucklos und auf Umgebungstemperatur ist, (b) das Ablassventil offen ist, (c) kein Stofffluss vorliegt und (d) am richtigen Anlagenteil gearbeitet wird.
- Bei Änderungen immer Nachprüfung, ob die Absperr- und Trenneinrichtung noch wirksam ist.



## ÜBERWACHEN VON ENTLIEERVORGÄNGEN

### Was ist die Gefährdung?

Bei der Entleerung von Lagertanks oder anderen Apparaten kann es zu unbeabsichtigten Stofffreisetzung in die Umgebung kommen.

### Wann ist das relevant?

Beim Entleeren von Wasser ins Abwassersystem aus einem Tank, der Kohlenwasserstoffe enthält.

Beim Entfernen von Flüssigkeiten aus Prozessanlagen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Unaufmerksamkeit oder Ablenkung durch andere Dinge.
- Lange Entleerungszeiten.
- Schlechtes Wetter.
- Unterschätzen der potentiellen Auswirkungen eines Produktaustritts.
- Ablassventil schließt nicht komplett.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Bestimmung der kritischen Entleerungsvorgänge im Betrieb.
- Reduktion des Ablaufstutzens (typischerweise auf DN25/1 Zoll), um mögliche Produktfreisetzungen zu begrenzen.
- Einsatz von Federbelasteten Ventilen („Totmanneinrichtungen“), die dafür sorgen, dass ein Bediener bei kurzen Entleerungszeiten anwesend bleibt.
- Kenntnis der erforderlichen Entleerungszeit vor dem Start des Entleerungsprozesses.
- Sicherstellen, dass das Ablassventil von einem sicheren Ort aus (Fernbedient) geschlossen werden kann.
- Vermeiden von Ablenkungen und anderen Beschäftigungen während der Überwachung von Entleerungsvorgängen.
- In kritischen Situationen zuerst Unterbrechung des Entleerungsprozesses, bevor der Ort verlassen wird.
- Unterbrechung des Entleerungsprozesses während der Schichtübergabe.

SYSTEM OVERRIDE



## SICHERES ÜBERBRÜCKEN VON SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

### Was ist die Gefährdung?

Sind Sicherheitseinrichtungen überbrückt oder nicht Funktionsfähig, besteht kein ausreichender Schutz vor Prozessrisiken.

### Wann ist das relevant?

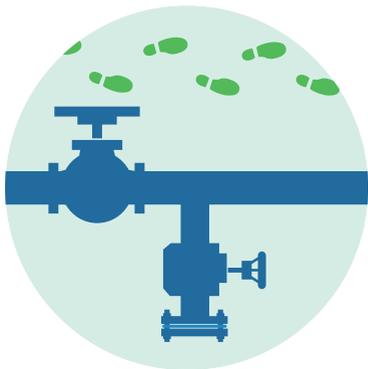
Ausfall von Sicherheitseinrichtungen.  
Beim Testen von Sicherheits-schaltungen.  
Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten, Anlagen-Stillstände.  
Inbetriebnahmen, An- & Abfahren.

### Herausforderungen in der Praxis

- Konsequenzen einer Überbrückung sind unklar.
- Sicherheitsschaltungen erschweren das Anfahren.
- Fehlende Kenntnis einschlägiger Anweisungen.
- Freigabeberechtigte nicht erreichbar.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Verstehen der Sicherheitseinrichtungen und Kennzeichnung in der Anlage.
- Formale Freigabe jeder Überbrückung auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung (Spezifischer Erlaubnisschein für Überbrückungen empfohlen).
- Definierte Kritikalität der Sicherheitseinrichtung, z.B. per SIL-Level.
- Freigabe-Anforderungen proportional zur Kritikalität.
- Festlegung und Umsetzung angemessener Ersatzmaßnahmen.
- Dokumentation der Überbrückung in einer gut zugänglichen Bypass Liste in der Messwarte.
- Besprechung der aktiven Überbrückungen bei jeder Schichtübergabe.
- Festlegung welche Anlagenteile während der Überbrückung abzustellen sind.
- Dauer der Überbrückung nur so lange wie nötig. Anwendung des Änderungsmanagements (MoC) bei längerer Dauer.
- Sicherheitsschaltungen müssen gegen zu leichtes Überbrücken geschützt werden, z.B. durch Verriegelung, Passwort, etc.
- Tägliche Besprechung der Überbrückungen (z.B. in Morgenbesprechung).
- Statistiken der Überbrückungen sollten regelmäßig betrachtet werden.



## ÜBERPRÜFUNG DER LEITUNGSWEGE UND VENTILSTELLUNGEN

### Was ist die Gefährdung?

Stoffaustritte oder unerwünschtes Mischen verursacht durch Falsch gestellte Handarmaturen oder Leitungswege (z.B. zum Falschen Behälter) und offene Entleerungsventile.

### Wann ist das relevant?

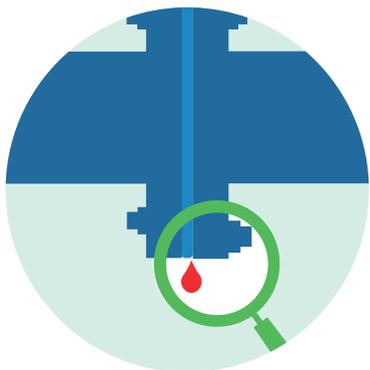
Nach jeder Änderung an Ventilstellungen in einer Rohrleitung, z.B. Anfahren nach einer Abstellung, Außerbetriebnahme/ Vorbereitung von Apparaten für Wartungseingriffe, Anlagenänderungen, Instandhaltungsarbeiten, Entleerungsvorgänge

### Herausforderungen in der Praxis

- Produkt Transfers kurz vor oder nach Schichtwechsel.
- Lange Transfer-Leitungen, mit begrenzter Zugänglichkeit.
- Ablenkungen.
- Schlechtes Wetter, begrenzte Sicht bei Nacht.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Vor-Ort-Prüfung der gestellten Leitungswege (alle Armaturen, Behälter, Pumpen) vor dem Anfahren bzw. Befüllen der Leitung.
- Vor-Ort-Prüfung gestarteter Pumpen auf Stoffaustritte aus offenen Entleerungsarmaturen, Schläuchen, Flanschen und Pumpendichtungen.
- Heranziehen der R&Is, oder besser Rohrleitungsisometrien beim Abgehen der Leitungen.
- Beschriftung aller Armaturen, Rohrleitungen und Pumpen zur Erleichterung der Überprüfung.
- Beschriften aller Entleerstellen und Ventile mit eindeutigen Nummern.
- Regelmäßiger Abgleich der Transfermengen mit Tankständen und berechneten Ständen aus den Durchflussmessungen an den Pumpen.
- Ergreifen geeigneter Maßnahmen bei Abweichungen.



## DICHTIGKEITSPRÜFUNG NACH WARTUNGSARBEITEN

### Was ist die Gefährdung?

Flanschleckagen mit Gefahrstoffen, z.B. nach Montage oder Wartungsarbeiten durch schlechte Qualität der Flanschmontage.

### Wann ist das relevant?

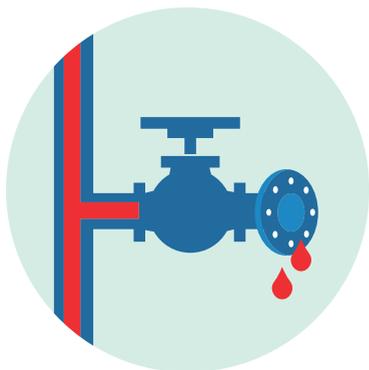
Nach Arbeiten bei denen Flansche oder Apparate geöffnet waren. Qualitätsmängel der Montage. Temperaturänderungen können Drehmoment der Schrauben verringern und Leckagen verursachen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Einsatz von kompetenten Handwerkern, geschult in Flanschmontage.
- Fehlende Prüfkompetenz und Tätigkeitsbeschreibung/Anleitung.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Dichtigkeitsprüfung vor dem Befüllen mit gefährlichen Stoffen.
- Methoden der Dichtigkeitsprüfung
  - Druckhaltetest mit Luft oder Inertgas.
  - Prüfung neu montierter Flansche mit Seifenblasen Test.
  - Ultraschall Messungen zur Ortung von Leckagen.
- Akzeptanzkriterien für Dichtigkeitsprüfung festlegen.
- Gesonderte Prüfvorschrift für den Flansch, der für die Dichtigkeitsprüfung genutzt wird und erst nach dem Test verschlossen wird („Goldener Flansch“).
- Sicherstellen der korrekten Drehmomente. Z.B. 'Flanschparcours', für Training der Monteure (Unterlegscheiben, Schmierung, etc.)
- Nachjustieren der Schrauben nach Erreichen der Betriebs-temperatur.
- Dokumentieren der Ergebnisse der Dichtigkeitstests.



## KEINE ARBEITEN HINTER EINZELNEN ABSPERRARMATUREN

### Was ist die Gefährdung?

Freisetzungen durch offengelassene Handarmaturen ohne zweite Absperrung. Undichtigkeiten resultieren aus unvollständigem Schließen oder Fouling.

Versehentliches Öffnen einer Einzelarmatur beim Bedienen/ Wartungsarbeiten.

### Wann ist das relevant?

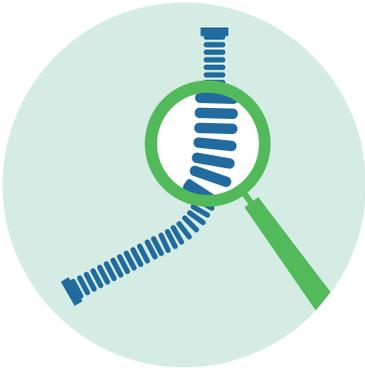
Vor oder während dem Öffnen von Anlagenteilen (line breaking), wenn die Anlage noch nicht entleert ist.

### Herausforderungen in der Praxis

- Ältere Anlagen wurden oft ohne 2. Barriere (Absperrung) errichtet, und ohne 'block and bleed' zur Abtrennung von Apparaten.
- Zusätzliche Gefahren aufgrund Setzen einer Steckscheibe.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Erkennen, wenn keine doppelte Barriere vorhanden ist.
- Wenn möglich Sicherstellung, dass Anlagenteile vor Arbeitsbeginn nahe einer Einzelarmatur entleert und drucklos sind.
- Wenn keine doppelte Barriere/ Absperrung möglich ist:
  - Steckscheibe oder Blindflansch setzen vor bzw. nach der Einzelarmatur.
  - Überprüfung der Dichtigkeit der Einzelarmatur, z.B. an einer nachgelagerten Entleerung oder durch eine Druckmessung.
  - Mechanische Verriegelung des Absperrventils um versehentliches Öffnen während der Arbeiten zu verhindern. Antrieb Fernbedienter Armaturen während der Arbeiten energielos machen. Vorher die Sicherheitsstellung überprüfen.
  - Den Einsatz eines Sicherheitspostens während der Leitungsöffnung erwägen, solange bis eine Steckscheibe gesetzt ist.
  - Geeignete PSA während der Arbeiten.
  - Arbeiten nicht unterbrechen/ kurz halten und gefährliche Prozessbedingungen während der Arbeiten vermeiden.



## ÜBERPRÜFE DEN ZUSTAND VON SCHLÄUCHEN

### Was ist die Gefährdung?

Freisetzung gefährlicher Stoffe beim Versagen von Schläuchen. Wilde Schlauchbewegungen bei Entspannung, wenn sich die Schlauchverbindung löst.

### Wann ist das relevant?

Beim Trennen von Schlauchverbindungen, wenn noch Produkt enthalten ist oder Druck anliegt.

### Herausforderungen in der Praxis

- Inadäquate Schlauchverbindung, mit gestauchten oder gedehnten Schläuchen.
- Unzureichende Lagerbedingungen für Schläuche.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Sicherstellen, dass es der richtige Schlauch ist: Werkstoff, Temperatur- & Druck-Zulassung.
- Sichtprüfung des Schlauchs vor Verwendung auf Korrosion, Abnutzung oder mechanische Beschädigungen.
- Schläuche (inkl. Verbindungsstücke) für gefährliche Stoffe sollten regelmäßig durch befähigte Personen oder zugelassene Stellen geprüft werden.
- Keine Schläuche verwenden bei sehr giftigen Chemikalien (z.B. Phosgen).
- Schläuche müssen beschriftet sein und in die regelmäßige Wartung einbezogen werden.
- Nicht benützte Schläuche müssen korrekt gelagert werden, mit dem geeigneten Biegeradius, gerade herabhängend oder gerade liegend.
- Schläuche dürfen nicht verdreht oder mit Gewalt verknüpft werden.
- Sorgfältige Verlegung von Schläuchen und dabei Vermeidung von Schwingungen im Betrieb.
- Schläuche präventiv ersetzen; wo nötig, alte Schläuche entsorgen.
- Vor Öffnen der Schlauchverbindung, korrektes Entspannen verifizieren.



## BETREIBEN IM SICHEREN BETRIEBSFENSTER

### Was ist die Gefährdung?

Gefährliche Reaktionen, Freisetzungen, Schäden an Apparaten verursacht durch Verlassen des sicheren Betriebsfensters der zulässigen Parametergrenzen (P, T, L, ...).

### Wann ist das relevant?

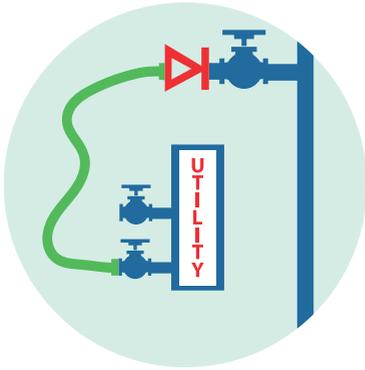
Abweichungen vom Normalbetrieb, Betrieb in Übergangsperioden, Batch-Prozesse, An-/Abfahren, Prozessänderungen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Grenzen des sicheren Betriebsfensters nicht genau bekannt oder nicht ermittelt.
- MOC-Änderungsprozess nicht befolgt.
- Produktionsdruck.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Für alle wichtigen Prozessparameter und alle Betriebszustände Festlegung sicherer Betriebsgrenzen und Bereitstellung dieser Informationen für die Anlagenfahrer.
- Sicherstellen, dass alle Mitarbeiter die kritischen Prozessparameter und die Folgen von Abweichungen verstehen, die zu Anlagenschäden oder Stofffreisetzungen führen können.
- Für kritische Prozess-Parameter Festlegung von Alarmen und Sicherheitsschaltungen/ Verriegelungen.
- Definition von Maßnahmen, welche die Prozessabweichung wieder zurück in den sicheren Bereich bringen.
- Das Überschreiten sicherer Betriebsgrenzen erfassen und Gründe untersuchen.
- Chemische Gefahren bei Prozessabweichungen verstehen, Kompatibilitäts-matrix der chemischen Stoffe bereitstellen.



## BETRIEBSMITTELNETZE GEGEN RÜCKSTRÖMUNG ABSICHERN

### Was ist die Gefährdung?

Bei der temporären Schlauchanbindung von Hilfsenergien können gefährliche Stoffe durch Rückströmung in Betriebsmittelnetze (z.B. N<sub>2</sub>, Luft, etc.) gelangen.

### Wann ist das relevant?

Beim Inertisieren, Spülen und Reinigen von Apparaten und Rohrleitungen mit Hilfsenergien.

Beim Freispülen vor Probenahmen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Ungenügende Kenntnisse der Druckverhältnisse und Absicherungen der Betriebsmittelnetze.
- Verfügbarkeit von Hilfsenergie-Verteilern & Schläuchen in Griffweite.
- In Gefährdungsbeurteilungen nicht identifizierte Gefährdungen.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Sich der Kontaminationsgefahr von Betriebsmittelnetzen durch Prozesschemikalien (flüssig oder gasförmig) bewusst sein.
- Kenntnis der Drücke in den Betriebsmittelnetzen und im Prozess und deren möglicher Schwankungen während des Betriebs.
- Festlegung geeigneter Absicherungen gegen Rückströmung, mindestens eine Rückschlagklappe.
- Entfernen der Schlauchverbindung vom Prozess direkt nach Beendigung des Vorgangs.
- Schläuche, die routinemäßig im Normalbetrieb verwendet werden, sollten dieselben Kriterien der Druckfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit wie die fest installierten Anlagenteile erfüllen.
- Bei Fest an den Prozess verrohrten Hilfsenergien Betrachtung von Rückströmung im Änderungsmanagement (MoC) und bei HAZOP Studien.



## MÄNGEL AN SICHERHEITS-EINRICHTUNGEN MELDEN

### Was ist die Gefährdung?

Sicherheitseinrichtungen sind entscheidend für das Verhindern schwerer Ereignisse oder Abmildern von deren Auswirkungen, und müssen zuverlässig funktionieren.

### Wann ist das relevant?

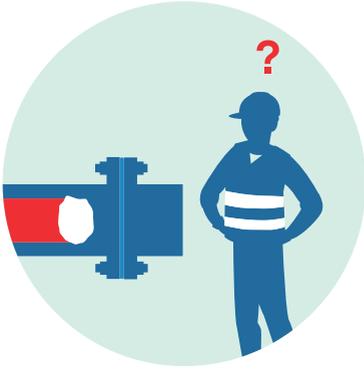
Mängel an Sicherheitseinrichtungen oder deren Wartung und Überprüfung.

### Herausforderungen in der Praxis

- Für Wartungsarbeiten oder Prüfungen können Anlagenstillstände erforderlich sein. Unkenntnis der Bedeutung der
- Sicherheitssysteme für die Sicherheit des Prozesses.
- Versagensmöglichkeit unterschätzt – keine Prüfungen durchgeführt.
- Nicht ablesbare Sensorik, z.B. Belag auf Sichtglas.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Festlegung und Kennzeichnung der Sicherheitseinrichtungen.
- Gewährleistung, dass Anlagenfahrer die Gefährdungen und Sicherheitseinrichtungen kennen und die Regeln für deren Bedienung respektieren.
- Definition von Prüfprotokollen und Prüffrequenzen für Sicherheitseinrichtungen.
- Meldung von Fehlern und Abweichungen von Sicherheitseinrichtungen (auch während der Überprüfung).
- Evtl. Unterbrechung des Betriebs bei Zweifeln an der Funktion.
- Im Falle eines Weiterbetriebs, Umsetzen von Ersatzmaßnahmen mit Freigabe im festgelegten Genehmigungsprozess.
- Priorität für Mängelbeseitigung an Sicherheitseinrichtungen.
- Schadensanalyse in allen Fällen, bei denen Sicherheitseinrichtungen versagen.
- Fortlaufende Erfassung von nicht betriebsbereiten Sicherheitseinrichtungen in einer stets zugänglichen Liste.



## VERSTOPFUNGEN SICHER ENTFERNEN

### Was ist die Gefährdung?

Für das Entfernen von Verstopfungen ist oft das Öffnen von Anlagenteilen erforderlich. Dabei kann es zur unerwarteten Produktfreisetzung kommen, z.B. durch Einschlüsse oder Ablagerungen.

### Wann ist das relevant?

Bei verstopften Rohrleitungen oder Apparaten, z. B. durch Verschmutzung, Fouling, unerwünschte Polymerisation, Festwerden ( $T < \text{Schmelzpunkt}$ ), Rost, verlorene Gegenstände nach Wartungsarbeiten usw.

### Herausforderungen in der Praxis

- Verringerter oder kein Durchfluss.
- Keine spezifische Betriebsanweisung oder Praxiserfahrung verfügbar.
- Durchführung bei laufender Anlage.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Prüfen, ob die Produktion gestoppt werden muss, bevor die Verstopfung entfernt werden kann.
- Beginn der Arbeiten nur NACH Gefahrenanalyse und NUR mit genehmigtem Arbeitsplan/ Erlaubnisschein.
- Zunächst versuchen, die Ursachen der Verstopfung herauszufinden.
- Gefährdungsbeurteilung beim Entfernen der Verstopfung und Notfallplan für den Fall unerwarteter Produktfreisetzungen.
- Beachten, dass durch die Ablagerungen Messgeräte ggf. falsche Werte anzeigen oder Sicherheitsventile blockiert sein können.
- Selbst bei geöffneter Anlage kann sich hinter der Verstopfung noch Produkt unter hohem Druck befinden!
- Anwendung der Anweisungen und der Grundsätze für das sichere Öffnen der Anlage (Trennstellenplan, Anweisung „Line Breaking“).
- Für das Freiblasen von Rohrleitungen und Anlagenteilen nur sichere Gase einsetzen.



## AUS DER SCHUSSLINIE BLEIBEN

### Was ist die Gefährdung?

Schwere Verletzungen bei unerwarteter Druckentlastung, Chemikalien-Freisetzung, oder unerwarteter Bewegung von Objekten (z.B. Mannloch); bei Vakuum Gefahr des Einsaugens.

### Wann ist das relevant?

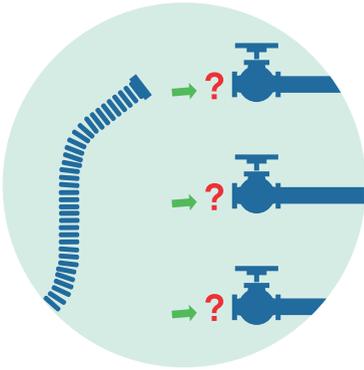
In Anlagenteilen unter Druck oder Vakuum

### Herausforderungen in der Praxis

- Schlecht ausgelegte Sicherheitsventile und Emissionspunkte (z.B. Fackel), die nicht an einen sicheren Ort entlasten.
- Verklemmte, festgefahrene Mannlöcher.
- Korrodierte Schrauben an Flanschen.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Gefahrenbereiche um mögliche Freisetzungsstellen festlegen, wie unter schwebenden Lasten, z.B. durch Linien oder farbige Bodenflächen.
- Halte dich nicht unnötig in Bereichen der Anlage auf, aus denen Druck, Wärme oder Chemikalien freigesetzt werden können (z.B. Sicherheitsventile, Druckentlastungsöffnungen/ Berstscheiben, hohe Wärmestrahlung aus Fackeln oder unter Druck stehenden Stopfen, 'Wasserhammer/ Joukowski Stoß').
- Vorsicht beim Öffnen von Anlagenteilen (z.B. durch richtige Position des eigenen Körpers).
- Absperrungen und Hinweisschilder vorsehen, um zu verhindern, dass Personen versehentlich den Gefahrenbereich betreten.
- Sicherstellen, dass Sicherheitsventile an einen sicheren Ort entlasten.
- Beim Öffnen von Flanschen zuerst die Schrauben lösen, die am weitesten entfernt sind.



## SICHERES BE- UND ENTLADEN

### Was ist die Gefährdung?

Austritt gefährlicher Stoffe durch Überfüllung oder Leckagen. Bei Verwechslungen Mischung unverträglicher Chemikalien, die unerwünschte Reaktionen oder Bildung giftiger Reaktionsprodukte nach sich ziehen können.

### Wann ist das relevant?

Beim Be- und Entladen von Chemikalien; Beim Befüllen von Tanks, Behältern, Tanklastzügen oder Bahnkesselwagen, Abfallbehandlung.

### Herausforderungen in der Praxis

- Unklare Anweisungen, Wissenslücken, unzureichende Einweisung des (Logistik-)Kontraktors.
- Korrekte Verrohrung von der Quelle bis zur Senke.
- Verwechslung durch ähnliche Produktnamen oder unklare Beschriftung des zu ladenden Stoffes.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Sicherstellen der richtigen Chemikalie, z.B. durch Laboranalyse, Inline-Analyse (z.B. Dichte), Zertifikate und Begleitdokumente, Barcode, eindeutiges Etikett.
- Spezifische Betriebsanweisung mit Checkliste für Be- und Entladeprozesse.
- Einsatz von verwechslungssicheren Schlauch/Rohrkupplungen für gefährliche Chemikalien (z. B. Chlor, Ammonium), um falsche Verrohrungen zu vermeiden.
- Farbcodes (oder scanbare Barcodes) für Rohrleitungen, Schläuche und Verbindungspunkte.
- Nur erfahrene Firmen für den Transport von Chemikalien beauftragen, die regelkonform arbeiten.
- Klare Anweisungen bei Einsatz von Kontraktoren für das Be- und Entladen.
- Sicherstellung, dass der aufnehmende Behälter über ein ausreichendes Volumen verfügt.
- Verwendung einer Verträglichkeitsmatrix, um die Gefahren beim Mischen chemisch unverträglicher Stoffe zu erkennen.



## PRÜFEN AUF EX-ATMOSPHERE IM BRENNRAUM VOR DER ZÜNDUNG

### Was ist die Gefährdung?

Explosion beim Zünden, wenn im Brennraum eines Ofens zu große Mengen brennbarer Gase vorliegen, z.B. beim zweiten Zünden, wenn der erste Zündversuch missglückt ist.

### Wann ist das relevant?

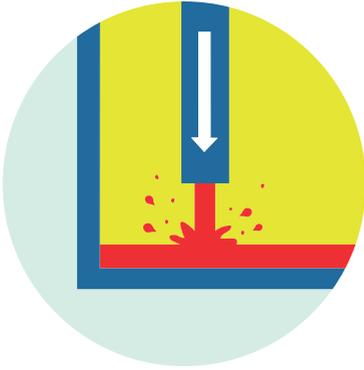
Beim Anfahren des Brenners nach einer Betriebsunterbrechung oder einer längeren Abstellung.

### Herausforderungen in der Praxis

- Mangelnde Zuverlässigkeit von Messgeräten.
- Fehlende oder unklare Anweisungen und betriebliche Vorgehensweisen. Start des Brenners unter Zeitdruck,
- um eine Betriebsabstellung zu vermeiden.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Brennräume müssen vor dem Zünden gut mit Luft gespült werden, um alle Gase zu entfernen und eine explosionsfähige Atmosphäre zu vermeiden.
- Betriebsanweisungen für das Anfahren von Öfen müssen für alle verfügbar und auf dem neuesten Stand sein. Das ordnungsgemäße Anfahren der Öfen sollte regelmäßig überprüft werden.
- Probleme bei Brennern mit vollautomatischen Steuerungen (Brenner Management Systeme) und Abweichungen vom Startvorgang sofort melden.
- Begrenzung der Zahl der Zündversuche und Sicherstellen, dass genügend Zeit zwischen den Zündversuchen zur Verfügung steht.
- Dichtigkeitsprüfung der Gasversorgungsleitungen VOR Inbetriebnahme des Brenners.
- Überprüfung der Brennkammer vor der Zündung mit einem Ex-Meter.
- Brücken von Sicherheitsschaltungen (z.B. Flammenwächter, Gasüberwachung) nur mit den festgelegten Freigaben und der erforderlichen Sorgfalt.
- Begrenzung der Personenanzahl im Gefahrenbereich während des Anfahrens des Brenners auf das notwendige Minimum.
- Zeitdruck beim Anfahren/Start von Brennern vermeiden.



## KEINE BEHÄLTERBEFÜLLUNG IM FREISTRAHL

### Was ist die Gefährdung?

Beim nicht-getauchten Befüllen von Tanks mit nicht-leitenden, brennbaren Flüssigkeiten entstehen elektrisch geladene Tröpfchen, die eine explosionsfähige Atmosphäre entzünden können.

### Wann ist das relevant?

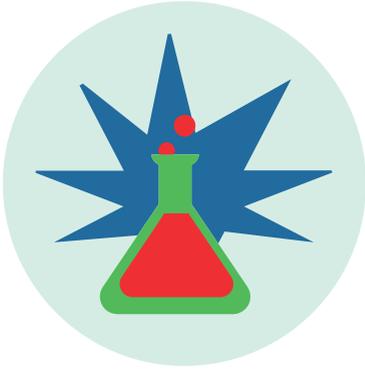
Bei Befüllvorgängen mit nicht-leitenden, brennbaren Flüssigkeiten und Ladungstrennung infolge verspritzender Flüssigkeit.

### Herausforderungen in der Praxis

- Unkenntnis elektrostatischer Vorgänge.
- Ungünstige Apparateauslegung, z.B. bzgl. Tauchrohr oder Förderpumpe.
- Unklare Abstimmung zwischen Lieferant und Abnehmer.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Begrenzen der Strömungsgeschwindigkeit in der Rohrleitung zu Beginn des Befüllens auf unter 1 m/s. Dadurch wird die gefährliche elektrostatische Aufladung der Tröpfchen und Funkenbildung vermieden.
- Beim Beladen von Schiffen muss der zulässige Förderstrom vereinbart werden, unter Berücksichtigung des Leitungsdurchmessers.
- Straßentanker, Rohrleitungen, Behältern müssen zuverlässig geerdet werden.
- Bei Unterspiegelabfüllung (getauchtes Füllrohr) wird verspritzende Flüssigkeit vermieden und die Fördergeschwindigkeit kann erhöht werden.
- Durch Inertisierung des Tanks wird explosionsfähige Atmosphäre vermieden.
- Besonders gefährlich sind brennbare Flüssigkeiten mit geringer Leitfähigkeit (z.B. Benzol, Kerosin, Butan, Heptan), da sie mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden und elektrostatische Ladungen nur langsam ableiten.



## VERMEIDEN VON DURCHGEHENDEN REAKTIONEN

### Was ist die Gefährdung?

Sehr hohes Schadenspotential.  
Z.B. Explosion Moerdijk PO Anlage 2014; Bhopal, Seveso Ereignisse infolge durchgehender exothermer Reaktionen.

### Wann ist das relevant?

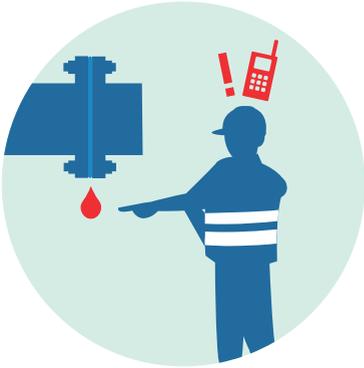
Exotherme Batch-Reaktionen, Lagerung von reaktiven Chemikalien (z.B. Selbstpolymerisation von Monomeren), Zersetzung von Stoffen, nicht erkannte Nebenreaktionen.

### Herausforderungen in der Praxis

- Veränderte/nicht bekannte Reaktions-mechanismen bei erhöhten Temperaturen.
- Die Wärmeabfuhr ist beeinträchtigt (z.B. durch Fouling) oder kann eine stark ansteigende.
- Wärmeentwicklung nicht mehr bewältigen.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Ermitteln der Reaktionsmechanismen und Nebenreaktionen bei abweichenden Prozessbedingungen (z.B. bei erhöhter Temperatur).
- Da die Kühlung mit steigender Temperatur nur linear ansteigt, die Wärmeentwicklung der Reaktion aber exponentiell, gibt es einen „point of no return“ ab dem die Wärme nicht mehr abgeführt werden kann.
- Sicherstellen, dass dieser Punkt bekannt ist und genügend Abstand zu ihm eingehalten wird.
- Sicherstellen, dass die Daten aller beteiligten Reaktionen für die Wärmebilanz verfügbar sind (z. B. DSC/DTA-Kurven).
- Untersuchung der Auswirkungen bei Fehlfunktion der Reaktorkühlung.
- Reaktionsmatrix verwenden, damit die Anlagenfahrer wissen, welche kritischen Stoffkombinationen zu vermeiden sind.
- Sicherstellung einer zuverlässigen Reaktorkühlung, ggf. mit einer Reservekühlung.
- Reaktionsstopper (Inhibitoren) zur Reaktionsunterbrechung.
- Prüfen, ob Schadensbegrenzungsmaßnahmen eingesetzt werden können, wie z.B. Berstscheiben oder Kammerungen. Bei außer Kontrolle geratener Reaktion: Schnell den Gefahrenbereich räumen!



## MELDEN ALLER SICHERHEITS-EREIGNISSE IN DER ANLAGE

### Was ist die Gefährdung?

Duldung oder Ignorieren von kleinen Leckagen, Beinahe-Unfällen und anderen Ereignissen, die für die Anlagensicherheit relevant sind. Ob schwere Unfälle daraus werden ist oft nur Zufall.

### Wann ist das relevant?

Bei Handhabung von Gefahrstoffen, Anlagen mit Prozessgefahren; Umgang mit Stoffaustritten; Aktivierung von Sicherheitsbarrieren.

### Herausforderungen in der Praxis

- Fehlende Lernkultur, die alle Mitarbeiter bei der Sicherheit einbezieht.
- Produktionsdruck.
- Mangelhafte Nachverfolgung und Rückmeldung zu den vereinbarten Korrekturmaßnahmen.
- Komplizierte Systeme für die Ereignismeldung.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE RICHTIGE UMSETZUNG

- Schaffen einer Kultur, in der die Meldung unangenehmer Vorkommnisse als positiver Wertbeitrag zur Verbesserung der Sicherheit gesehen wird. Dafür muss ausreichend Zeit bereitgestellt werden.
- Meldung aller Produktfreisetzung in einer leicht bedienbaren Datenbank.
- Abarbeitung der festgelegten Korrekturmaßnahmen mit Rückmeldung.
- Stoffaustritte sollten entsprechend der einschlägigen Regeln klassifiziert werden, und durch eine Leistungskennzahl mit einem Zielwert verfolgt werden.
- Auch andere sicherheitsrelevante Vorkommnisse sollten erfasst und ausgewertet werden, d.h. die schwachen Signale oder ‚Frühindikatoren‘, zum Beispiel:
  - Kleinstleckagen.
  - Ausfälle von Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgerichtete Schaltungen, Druckentlastungseinrichtungen, etc.).
  - Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen (z.B. Sicherheitsgerichtete Schaltungen). Kleinstbrände, Druckstöße in Leitungen,
  - Vibrationen, Korrosion. Prozessdrücke oder Prozesstemperaturen außerhalb der Auslegungsgrenzen.
  - Geschlossen oder offen gesicherte Armaturen nicht in der richtigen Position Langanhaltende oder zu häufig auftretende, störende Alarme.
  - Potentielle Zündquellen in ausgewiesenen explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Zonen); sonstige ATEX-Mängel.
  - Abweichungen von sicherheitskritischen Abläufen und Vorgehensweisen.

## THANKS TO:

Diese Arbeit wurde durch die Bemühungen der folgenden Unternehmen und EPSC-Arbeitsgruppenteilnehmer ermöglicht:

COMPANY	NAME
BakerRisk	Robert Magraw
BASF	Thomas Müller Thomas Wolff
Bayer	Andreas Seidel
Covestro	Jörn Buhn
DOW	Oswaldo Fuente
DuPont	Pilar Eiroa
Eni	Antonio Mangini Stefano Pellino
EPSC	Tijs Koerts
Linde	Marianna Kuepfer Liana Marin
LyondellBasell	Martin de Zeeuw
MOL Group	Vojtech Merva
Nouryon	Johan Rood
OMV Petrom	Saadallah Harzalli Iulian Marin
Sabic	Marco van Pinxteren
Total	Dirk Roosendans
Vynova	Andreas Scholz

### Disclaimer

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen wurden von EPSC gesammelt und sind kostenlos erhältlich. Sie sollen zur Diskussion anregen und ein Bewusstsein für kritische Betriebs- und Wartungsaufgaben bei Arbeiten mit Gefahrstoffen schaffen. EPSC kann nicht für die Verwendung dieser Informationen durch die Benutzer und die eventuellen Folgen haftbar gemacht werden.

© EPSC - März 2021



**EPSC**

THE PROCESS SAFETY NETWORK

