

**ISSA Prevention Series
No. 2054 (G)**



Instandhaltung

und Änderungen

***Besondere Gefährdungen und
Risiken bei Prozessanlagen***

Hinweise für die Praxis



**Internationale Sektion der
IVSS für die Verhütung von
Arbeitsunfällen und Berufs-
krankheiten in der
chemischen Industrie**

**Internationale Sektion der IVSS für
Maschinen- und Systemsicherheit**

2007
ISSN 1015-8022
ISBN 92-843-7177-5

DIE INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT (IVSS)

hat über 350 Mitglieder (Regierungsbehörden und Anstalten) in mehr als 150 Staaten. Rund die Hälfte der Mitglieder befasst sich mit der Arbeitssicherheit. Der Sitz der IVSS befindet sich in 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 chemischen Industrie, 69115 Heidelberg, Deutschland.

Homepage: <http://chemistry.prevention.issa.int>

Zur weiteren Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes in den Betrieben wurde 1975 die



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS FÜR MASCHINEN- UND SYSTEMSICHERHEIT

gegründet. Sie behandelt Fragen zur Sicherheit von Maschinen, Anlagen und Systemen. Vorsitz und Sekretariat: Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, 68165 Mannheim, Deutschland.

Homepage: <http://machine-and-system-safety.prevention.issa.int>

Instandhaltung und Änderungen

Besondere Gefährdungen und Risiken bei Prozessanlagen

Hinweise für die Praxis

HERAUSGEBER:

Internationale Sektion der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie.

Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, Deutschland.

Vorwort

παντα ρει - [panta rei] - alles fließt: Dieser Ausspruch des griechischen Philosophen Heraklit (um 500 v.Chr.) beschreibt wie kein anderer die Schnellebigkeit unserer Zeit. Alles ist im Fluss, alles befindet sich in steter Änderung. Dies gilt auch für verfahrenstechnische Anlagen: Anpassung an Kundenwünsche, die Umsetzung neuer Ideen und kontinuierliche Verbesserungen im Sinne eines Qualitätsmanagements verlangen eine stete Weiterentwicklung des Bestehenden.

Instandhaltungstätigkeiten, die Bewährtes bewahren und Änderungen, die Innovationen umsetzen, gehören zum Tagesgeschäft eines Jeden, der Verantwortung für Anlagen trägt. Doch neben dem Betrieb der Maschinen sind auch die Mitarbeiter und ihre Gesundheit, die Umwelt und die Nachbarschaft zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist die Gefährdungs- bzw. Risikobeurteilung, die in zahlreichen Rechtsvorschriften und Normen thematisiert wird, zentrales Instrument sowohl des Arbeitsschutzes als auch der Anlagensicherheit.

Die Praxis zeigt die Schwierigkeiten bei der Umsetzung dieser Anforderungen: Instandhaltungsarbeiten sind nach wie vor ein Unfallschwerpunkt und Änderungen an Prozessen führen immer wieder zu schweren Unfällen mit Auswirkungen über den Betrieb hinaus. Neben dem menschlichen Leid haben Unfälle, Störungen und Ereignisse oft auch juristische Konsequenzen. Der wirtschaftliche Schaden durch Produktionsausfall und Imageverlust kann die Existenz des gesamten Unternehmens in Frage stellen. Daher muss der Aspekt der Sicherheit mit seiner sozialen, rechtlichen und wirtschaftlichen Bedeutung für den Betreiber integraler Bestandteil aller Optimierungsstrategien sein.

Die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) hat sich zum Ziel gesetzt, durch Informationsaustausch, Veröffentlichungen und Kolloquien Risiken für Beschäftigte an Arbeitsplätzen wie Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten aufzuzeigen und Vorschläge zu ihrer Verhütung zu machen. Mit dieser Broschüre sollen besondere Gefährdungen, die mit Instandhaltungstätigkeiten und Änderungen verbunden sind, aufgezeigt und praktische Lösungen beschrieben werden. ■



Dr. Erwin Radek



Norbert Weis

Dr. Erwin Radek,
Vorsitzender der
Sektion Chemie der IVSS

Norbert Weis,
Vorsitzender der
Sektion Maschinen- und
Systemsicherheit der IVSS

Impressum

VORSITZ Dr. Joachim Sommer
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg

MITARBEIT BASF AG, Ludwigshafen
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie), Heidelberg
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, Sulzbach
Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Paris und Nancy
Siemens AG, Nürnberg
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Luzern
Wacker Chemie AG, Burghausen

AUTOREN Jean-Christophe Blaise
Martine Bloch
Rolf Bösch
Rudolf Kappelmaier
Dr. Franz-Josef Müseler
Bernard Mysliwicz
Dr. Klaus-Jürgen Niemitz
Dr. Joachim Sommer

BEITRÄGE Udo Baitinger
Philippe Charpentier
Stephan Rohn
Dr. Ruedi Rügsegger

KONZEPTION Jedermann-Verlag, Heidelberg

GESTALTUNG UND GRAFIK Peter Nardo, Mannheim/Heidelberg

DRUCK M+M Druck GmbH, Heidelberg

Inhalt

VORWORT	5
IMPRESSUM	6
PROBLEMSTELLUNG	8
INSTANDHALTUNG UND ÄNDERUNGEN UNTER DEM ASPEKT DER ANLAGENSICHERHEIT	11
VORHERSEHBARE, ABER NICHT ERKANNT PROBLEME BEI INSTANDHALTUNG UND ÄNDERUNGEN	17
MANAGEMENT OF CHANGE	21
Der Anlagenänderungsschein	23
Management of Change und Störungsbeseitigung	26
Planung von Änderungen	27
Außerbetriebnahme von Teilanlagen und Großabstellungen	32
Freigabe geänderter Anlagen	33
ASPEKTE DER ARBEITSSICHERHEIT BEI DER VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG VON ARBEITEN	34
Der Erlaubnisschein	38
Ein Beispiel für sicheres Abschalten: der Sicherheitsschalter	41
Einrichten und Anfahren	42
Maßnahmen zum Abschluss der Arbeiten	43
Bedeutung der Sicherheitskultur	44
EREIGNISBERICHTE	50
GLOSSAR	67
Gefährdung und Risiko	67
Sicherheitskonzept	67
Instandhaltung	67
Änderungen	67
Management of Change (MOC)	69
Sicherheitsschalter	69
LITERATUR	70
Broschüren und Veröffentlichungen	70
Normen	71

Problemstellung

Das Problem der Alterung und Abnutzung, das im Alltag von vielen Gebrauchsprodukten bekannt ist, macht auch vor Maschinen und Anlagen nicht halt. Dem Altern und Abnutzen setzt man in Industrieanlagen die **Instandhaltung** entgegen. In Anlehnung an die EN 13306 wird in dieser Broschüre der Begriff Instandhaltung verwendet für alle technischen und organisatorischen Maßnahmen, die eine Anlage oder Maschine in funktionsfähigem Zustand halten oder in diesen zurückführen. Hierzu zählt einerseits die vorbeugende Instandhaltung mit den Teilaspekten Wartung und Funktionsprüfung, andererseits auch die korrektive Instandhaltung mit den Teilaspekten Reparatur und Störungsbeseitigung.

Ein weiterer Aspekt dieser Broschüre sind **Änderungen**. Diese werden als Ausdruck einer „positiven Motivation“ aktiv und zielgerichtet herbeigeführt, um so Verbesserungen an Anlagen, Verfahren und Abläufen zu erzielen. Änderungen können auch resultieren aus dem Versuch, aufgetretene Störungen zukünftig zu vermeiden.

Abbildung 1:
Instandhaltung und Änderungen an Prozessen und Anlagen stehen an der Schnittstelle zwischen Stoff, Technik und Mensch



Da Prozessanlagen durch eine außergewöhnliche Komplexität von Apparaten und Rohrleitungen, von Stoffen und Prozessparametern sowie von Mitarbeitern und ihren Eingriffen gekennzeichnet sind, bedeuten hier Instandhaltung und Änderungen stets auch einen Eingriff in das komplexe System der Wechselwirkungen von Stoff, Technik und Mensch (Abbildung 1). Dabei ist neben der Arbeitssicherheit gegebenenfalls auch die Sicherheit der Anlage mit Auswirkungen auf Umwelt und Dritte berührt. Das Thema **Gefährdungsbeurteilung** bekommt dabei einen besonderen Stellenwert.

Änderungen an Anlagen werden häufig im Rahmen einer allgemeinen Instandhaltung durchgeführt – oft sogar parallel und von dem gleichen Personal. Aus Sicht der Anlagensicherheit sind daher bei großen Prozessanlagen **Instandhaltung und Änderungen oft kaum voneinander zu trennen**. So müssen für die Zeit der Arbeiten manchmal Provisorien geschaffen oder wesentliche Anlagenteile außer Betrieb genommen werden, was als Änderung des bestimmungsgemäßen Betriebes zu sicherheitstechnischen Problemen führen kann und deshalb einer eigenen Gefährdungsbeurteilung bedarf.

Bei allen Tätigkeiten können vorhandene Gefährdungen ihr Risikopotenzial verändern. Und es können sich neue Gefährdungen ergeben, wenn bei der Instandhaltung **unbedachte Änderungen** an der Anlage vorgenommen werden oder wenn Änderungen ausgeführt werden, ohne dass die resultierenden Wechselwirkungen ausreichend betrachtet wurden. Auch scheinbar belanglose Eingriffe in eine Anlage können mit Änderungen verbunden sein, die die Sicherheit der Anlage berühren und ihr Sicherheitskonzept unwirksam machen. Deshalb muss die Gefährdungsbeurteilung die Besonderheiten von Instandhaltungsarbeiten berücksichtigen. Eine bewusste Betrachtung aller Wechselwirkungen lässt so die veränderten Risiken sichtbar werden. Andererseits muss darauf geachtet werden, dass die Arbeiten tatsächlich nur in dem betrachteten Umfang, mit den betrachteten Arbeitsmitteln und innerhalb des betrachteten Zeitraums durchgeführt werden.

Problemstellung

Ziel der Broschüre ist es,

- Besondere Gefährdungen und erhöhte Risiken bei der Instandhaltung und bei Änderungen in Prozessanlagen aufzuzeigen und
- Lösungsmöglichkeiten für die Sicherheit von Beschäftigten, Nachbarn, Umwelt und Sachwerte zu beschreiben, insbesondere durch Anwendung geeigneter Hilfsmittel für die sichere und ökonomische Durchführung von Instandhaltungsarbeiten und Änderungen.

Die beschriebenen Managementsysteme bedeuten letztendlich nichts anderes als die Organisation der Frage „wer macht **was**, **wann**, **wie** und **warum?**“ Die Festlegung und Einhaltung eines entsprechenden Ablaufs gewährleistet die systematische und sichere Durchführung und Dokumentation von Änderungen und Instandhaltungsmaßnahmen – unabhängig von der Größe des Unternehmens.

Die Broschüre richtet sich sowohl an die Verantwortlichen im Betrieb, die Instandhaltungsarbeiten und Änderungen planen und koordinieren als auch an Instandhaltungsfachkräfte, die diese Tätigkeiten durchführen. Allgemein bekannte Vorsichtsmaßnahmen des Arbeitsschutzes, insbesondere die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung, werden nicht im Detail dargestellt. Methoden der Gefährdungsbeurteilung unter dem speziellen Blickwinkel der Anlagensicherheit sind in anderen Broschüren der IVSS [1] umfassend beschrieben.



Jeder Eingriff in eine Anlage muss sicher sein, sowohl die Durchführung von Arbeiten, eventuelle Provisorien während der Arbeiten als auch die Anlage im anschließenden Betrieb.



Instandhaltung und Änderungen unter dem Aspekt der Anlagensicherheit

» Viele schwerwiegende Ereignisse der Vergangenheit hatten ihren Ursprung in einer unzureichend durchdachten Instandhaltung oder Änderung, in Verbindung mit einer unerwarteten Störung und dem missglückten Versuch, diese ad hoc zu beheben. Einem scheinbaren Zeit- oder Profitgewinn folgte ein Desaster, bei dem viele Menschen sterben mussten. «

Das Ereignis von FLIXBOROUGH – 1974

In einem Chemiewerk in Flixborough (England) wurde Caprolactam für die Herstellung von Nylon produziert. Zu diesem Zweck erfolgte in einer großen Anlage mit sechs Kaskadenreaktoren ein kontinuierlicher Oxidationsprozess von Cyclohexan. Als festgestellt wurde, dass aus einem Riss am Reaktor 5 Cyclohexan entwich, entschied die Betriebsleitung, während der erforderlichen Instandhaltungsarbeiten Reaktor 4 über eine provisorische



[Foto: dpa/picture-alliance]

Abbildung 2:
Explosion bei Flixborough

Instandhaltung und Änderungen unter dem Aspekt der Anlagensicherheit

Bypass-Leitung direkt an Reaktor 6 anzuschließen, um die Anlage weiter betreiben zu können. Planung und Umbau erfolgten unter wirtschaftlichem Zeitdruck. Da die erforderlichen und spezifizierten Rohrdurchmesser für den Bypass nicht im Lager vorrätig waren, wurden ersatzweise Rohre einer geringeren Nennweite mit flexiblen Kompensatoren eingebaut. Eine statische Berechnung erfolgte nicht.

Am 1. Juni 1974 brach das provisorische Verbindungsstück, 50 t Cyclohexan entwichen und explodierten mit einer Stärke zwischen 15 bis 45 Tonnen TNT. Das 24 ha große Werksgelände wurde verwüstet, die Flammen des nachfolgenden Brandes erreichten Höhen bis zu 100 m. 28 Tote und 89 Verletzte waren zu beklagen, im Umkreis von 3,5 km wurden 90 % der Häuser und Wohnungen beschädigt.

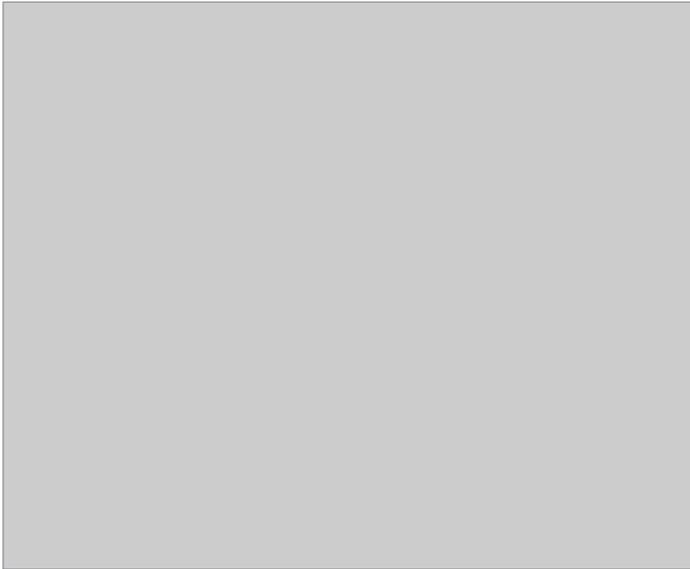
Das Ereignis von BHOPAL – 1984

In der Nacht zum 3. Dezember 1984 traten aus einem Vorratstank eines Herbizid-Werkes in Bhopal rund 20 Tonnen hochgiftiges Methylisocyanat aus. Das giftige Gas breitete sich schnell in den umliegenden Wohngebieten aus. Die traurige Bilanz dieses wohl schlimmsten Chemieunfalls aller Zeiten:

- Ca. 4000 unmittelbare Todesopfer, über 7000 Tote innerhalb weniger Tage, weitere 15.000 Todesopfer über die nächsten Jahre als direkte Folge des Gasaustritts
- Ca. 100.000 chronisch Kranke, für die es keine medizinische Hilfe gibt
- Insgesamt ca. 570.000 anerkannt „geschädigte Personen“

Anlässlich des zwanzigsten Jahrestages des Ereignisses erschienen viele Veröffentlichungen, wie es zu diesem verheerenden Unglück kommen konnte [7, 8]. Unter Anderem erschien ein Artikel in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (FAZ) mit der Überschrift „Die verwundete Stadt“:

„ ... In kurzer Zeit reduzierte die neue Werkleitung das Personal von fast 1.000 Mitarbeitern auf 642. In der besonders sensiblen Methylisocyanat-Produktionseinheit wurde die Belegschaft sogar halbiert. Ungelernte Arbeiter übernahmen die Positionen von Fachkräften, selbst in Schlüsselfunktionen waren nun Männer beschäftigt, die die englischsprachigen Betriebsan-



[Foto: Greenpeace]

Abbildung 3:
Unglücksbetrieb in
Bhopal 20 Jahre später

weisungen nicht verstehen konnten. Die Wartungen wurden seltener, Verschleißteile nicht mehr alle sechs Monate, sondern nur noch einmal jährlich ausgewechselt, Edelstahlrohre durch solche aus minderwertigen Materialien ersetzt, kleinere Lecks erst geflickt, wenn sie eine beunruhigende Größe erreicht hatten. Vor allem aber fuhren die beiden Chefs die aufwendigen Alarm- und Schutzsysteme herunter – um ein paar Rupien für Elektrizität und Kühlstoffe zu sparen.

Als am Abend des 2. Dezember die verbliebenen Warnlampen blinkten, nahm dies zunächst niemand ernst. Erst Stunden später realisierte der Wachtrupp, dass offenbar versehentlich Wasser in die Tanks gelangt war – das Ergebnis einer unfachmännischen Reinigungsaktion in Verbindung mit defekten Ventilen. Die verheerende chemische Reaktion war nicht mehr aufzuhalten.“

Instandhaltung und Änderungen unter dem Aspekt der Anlagensicherheit

Das Ereignis von PIPER ALPHA – 1988

Die Piper Alpha war eine große Bohrinself in der Nordsee. Sie war zunächst nur für die Ölgewinnung entworfen und gebaut, später auf Gas umgerüstet worden. Neben der eigenen Fördermenge wurde auch die gesamte Öl- und Gasproduktion zweier weiterer Bohrinseln über die Piper Alpha zum Festland gepumpt. Im Sommer 1988 wurde eine neue Gasleitung gebaut, außerdem standen zahlreiche Reparaturarbeiten an, da über einen längeren Zeitraum keine größeren Wartungsmaßnahmen stattgefunden hatten. Trotzdem wurde die Produktion auf der Plattform, anders als bei früheren Revisionen, unvermindert weiterbetrieben.

Auf Piper Alpha gab es zwei große Kompressoren, bezeichnet mit A und B. Diese verdichteten das geförderte Gas, damit es zur Küste weitergeleitet werden konnte und besaßen daher enorme wirtschaftliche Bedeutung. Am Morgen des 6. Juli 1988 wurde bei Kompressor A ein Überdruckventil zur Wartung entfernt. Die entsprechende Arbeitsfreigabe war von der Stelle erteilt worden, die für die Sicherheitseinrichtungen der Bohrinself verantwortlich war. Weil die Arbeiten bis zum Schichtende nicht beendet werden konnten, verschloss der Wartungsmitarbeiter das offene Rohrstück provisorisch und vermerkte auf dem Arbeitsfreigabeschein, dass der Kompressor nicht betriebsbereit sei. Diesen Schein legte er im Büro der Sicherheitsabteilung ab, ohne dass der diensthabende Vorgesetzte der Produktion vom Zustand des Kompressors unterrichtet wurde. Ein verhängnisvolles Versäumnis.

Als am späten Abend Kompressor B unerwartet ausfiel, wurde aufgrund der fehlenden Information der Gasstrom auf Kompressor A umgestellt. Das geförderte Gas strömte über das offene Rohrende ins Freie, entzündete sich und führte zu einer ersten Explosion. Da die Bohrinself ursprünglich als Ölplattform gebaut worden war, waren die Feuerschutzwände nicht für die Druckwirkung von Explosionen ausgelegt und stürzten ein. Dabei wurden auch einige Ölleitungen zerstört und das austretende Öl fing an zu brennen. Dieses Feuer wäre wahrscheinlich bald wieder erloschen, wenn es nicht ständig neue Nahrung erhalten hätte. Zwar wurde die Ölförderung auf Piper Alpha abgeschaltet, doch die beiden anderen Bohrinseln des Verbundes produzierten weiter, weil die Verantwortlichen dort von den Vorgesetzten auf dem Festland die Direktive erhielten, die Öl- und Gasförderung weiter zu

betreiben. Dies wurde mit den hohen Kosten begründet, mit denen eine Abschaltung einer Plattform verbunden ist.

Das Ölfeuer brannte unter den mächtigen Gasleitungen, die von den Verbundinseln zur Piper Alpha führten. Zwanzig Minuten nach der ersten Explosion brach die erste der beiden Leitungen, eine halbe Stunde später die zweite. Drei Tonnen Gas traten jede Sekunde aus und verbrannten, in der Gluthitze schmolz die Plattform und brach zusammen. Insgesamt starben 167 Menschen. Von den Vorgesetzten auf der Piper Alpha waren keine Evakuierungsmaßnahmen eingeleitet worden und wegen der Hitze konnten die Rettungskräfte nicht zur Bohrinselform kommen. Erst nach den Explosionen stellten die anderen Bohrinselformen endlich die Ölverpumpung ein.

Die Piper Alpha Katastrophe war bis dahin der größte Unfall auf einer Bohrinselform und wurde ein Lehrbeispiel dafür, wie eine Kette aus Planungs-, Handlungs- und Managementfehler in eine Katastrophe führte. Katastrophal waren auch der Image-Verlust und der wirtschaftliche Schaden für das betreibende Unternehmen.



[Foto: dpa/picture-alliance]

Abbildung 4:
Explosion auf Piper Alpha

Instandhaltung und Änderungen unter dem Aspekt der Anlagensicherheit

Aus den Ereignissen lassen sich drei Kardinalfehler ableiten, die in gleicher Weise für die alltäglichen, kleinen Ereignisse gelten:

1. Unzureichende sicherheitstechnische Planung:

- bei einer Rohrleitungsänderung
- bei Änderungen des Betriebsmanagements
- beim Umrüsten der Bohrinself von Öl auf Gas

2. Unzureichende Kommunikation und Notfallvorsorge:

- Durchführung der Arbeiten ohne Beachtung der internen Standards
- Sicherheitsmanagement mangelhaft bzw. nicht existent, unzureichende Alarm- und Notfallpläne
- Arbeitsfreigabe-Verfahren mit Kommunikationslücken

3. Fehlentscheidungen aus wirtschaftlichen Gründen:

- Keine Produktionsunterbrechung während der Instandhaltungsarbeiten
- Defizite im Bereich Wartung und vorbeugender Instandhaltung, langsame Verrottung des Materials durch jahrelange Sparpläne
- Falsch ausgewähltes Personal, unzureichendes Fachwissen, mangelnde Erfahrung, fehlende Schulung
- Sicherheitssysteme außer Funktion, Schutz- und Überwachungseinrichtungen (Alarmer) abgestellt

Vorhersehbare, aber nicht erkannte Probleme bei Instandhaltung und Änderungen

Bei der Planung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen kommt es oft vor, dass zwar das Ziel klar vor Augen steht, aber übersehen wird, dass es auf dem Weg dorthin zahlreiche Klippen und Fallen gibt. Das eine oder andere Problem, das sich dabei in der Vergangenheit völlig ungeahnt auftat, hätte bei ruhigem und systematischem Nachdenken vorab durchaus vorhergesehen und vermieden werden können. Häufig ergaben sich auch ungewollt Änderungen als Folge einer fehlerhaften Instandhaltung. Im Anhang sind Vorfälle dargestellt, bei denen so das Sicherheitskonzept der Anlage ausgehebelt wurde.

Wie die Beispiele zeigen, können auch gezielte Änderungen an einer Anlage Auswirkungen haben, die aufgrund einer unvollständigen Gefährdungsbeurteilung übersehen worden sind. Problematisch ist insbesondere das Zusammenwirken vieler kleiner Änderungen, die jede für sich unbedeutend und sicherheitstechnisch nicht relevant wäre, in Summe jedoch zu einem erheblichen Problem erwachsen können.

Häufige Fehler sind unbedachte Änderungen ...

- **des verwendeten Werkstoffs**
- **der Verfahrensparameter**
- **der Inertisierung**
- **der Apparatekenngrößen**

Bei einem entsprechenden Risiko kann auch aus einem scheinbar unbedeutenden Eingriff eine dramatische Situation entstehen. Eine Erkenntnis lässt sich aus zahlreichen Ereignissen ableiten:



Abweichungen vom ursprünglich geplanten und durchdachten Vorgehen sind Änderungen am Sicherheitskonzept der Anlage, die erst sicherheitstechnisch hinterfragt werden müssen! Unbeabsichtigte oder unreflektierte Änderungen müssen unbedingt verhindert werden!



Vorhersehbare, aber nicht erkannte Probleme bei Instandhaltung und Änderungen

Die Abbildungen 5 und 6 illustrieren die Verteilung von 93 analysierten Unfällen, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Phasen der Instandhaltung und die im Hinblick auf die Unfallursache signifikanten Faktoren (nach [2]).

Abbildung 5:
Unfallhäufigkeit aufgeschlüsselt nach der Phase der Instandhaltung

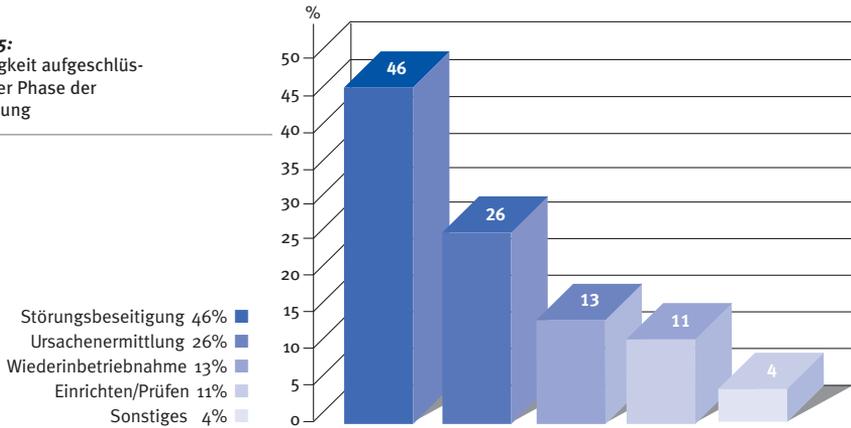
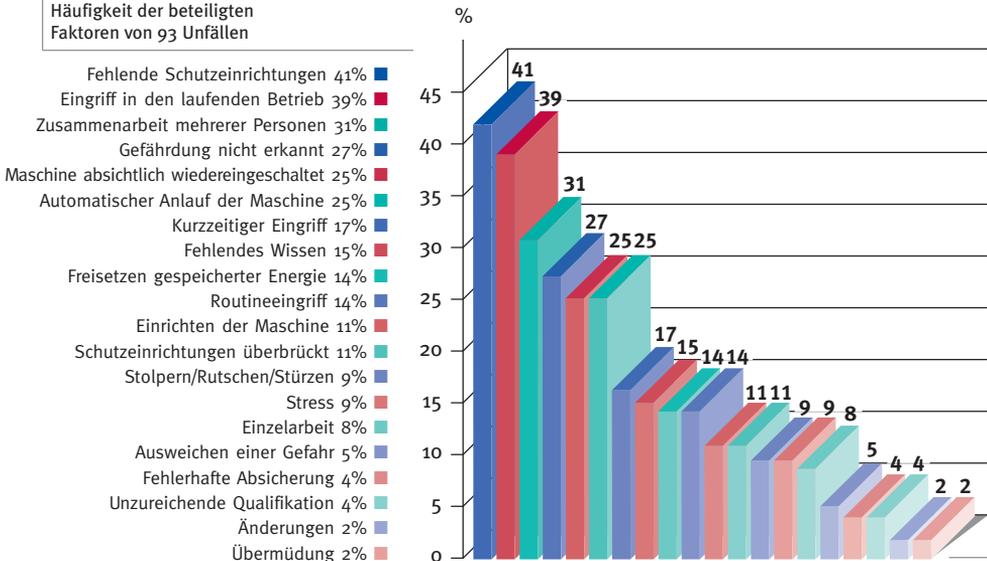


Abbildung 6:
Häufigkeit der beteiligten Faktoren von 93 Unfällen



Diese Zahlen lassen, ohne statistisch repräsentativ sein zu wollen, einige interessante Feststellungen zu:

- Bei etwa 75 % der untersuchten Unfälle erfolgte ein Eingriff bei laufendem Betrieb der Anlage bzw. Maschine oder bei ihrer Wiederinbetriebnahme.
- Bei etwa 40 % der untersuchten Unfälle fehlten die vorschriftsmäßigen Sicherheitseinrichtungen oder waren außer Betrieb genommen.
- Bei etwa 30 % der untersuchten Unfälle arbeiteten mehrere Personen gleichzeitig an der Anlage, die Ereignisse waren eine Folge mangelnder Koordinierung.
- Etwa 25 % der untersuchten Unfälle ereigneten sich bereits während der Störungsermittlung (Nicht gesondert erfasst wurden die infolge fehlerhafter Diagnose der Störung während der Instandhaltung aufgetretenen Unfälle).

Aus dem Blickwinkel der Sicherheit gibt es insbesondere bei der Störungsbeseitigung eine Reihe von Faktoren, die zu Problemen führen können. Typisch sind das Aufschieben vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen und dann im Falle der Störung der starke Zeitdruck auf Grund organisatorischer und ökonomischer Faktoren, darunter insbesondere der Wunsch nach Systemverfügbarkeit. Aus einem vermeintlichen Zeitgewinn resultiert schließlich unter anderem

- eine unvollständige Gefährdungsbeurteilung vor Beginn der Arbeiten,
- die Durchführung provisorischer Lösungen,
- eine unvollständige Dokumentation nach Abschluss der Arbeiten.

Aus den Großschadensereignissen der Vergangenheit, den statistischen Daten der CRAM und allgemeinen Erfahrungen lassen sich einige grundlegende Maßnahmen für die Sicherheit bei Instandhaltung und Änderungen ableiten:

Quelle Abbildungen 5 und 6: [3]

Vorhersehbare, aber nicht erkannte Probleme bei Instandhaltung und Änderungen

Sicherheitsmaßnahmen bei Instandhaltung und Änderungen:

- Systematische Ermittlung der Gefährdungen und Risikobeurteilung für (befristete) In- oder Außerbetriebnahme von Teilanlagen
- Voraussehbare Fehlhandlungen durch technische Maßnahmen verhindern
- Kommunikation des Wissens durch Dokumentation der Gefährdungen (z. B. in Arbeitsanweisungen) und Unterweisung der Beschäftigten
- Kontrolle nach Abschluss der Arbeiten: Schutzeinrichtungen müssen vor der Wiederinbetriebnahme auf korrekte Ausführung und Wirksamkeit überprüft werden
- Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen, insbesondere der Änderungen

Zur Umsetzung dieser Sicherheitsmaßnahmen ist zunächst zu fragen, ob sich vor, während oder nach Abschluss der Arbeiten Änderungen am bestehenden Sicherheitskonzept der Anlage ergeben. In diesem Fall ist das so genannte **Management of Change (MOC)** anzuwenden. Ein wesentlicher Bestandteil davon ist ein Anlagenänderungsschein, der gewährleisten soll, dass alle sicherheitsrelevanten und genehmigungsrechtlichen Aspekte einer Änderung bedacht werden.

Auch ohne Änderungen am Sicherheitskonzept ist bei Arbeiten an Anlagen eine Gefährdungsermittlung erforderlich. Relevante Aspekte sind in dem Abschnitt **Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten** beschrieben. Als Hilfsmittel dient ein Erlaubnis-scheinverfahren, das gewährleisten soll, dass das bestehende Sicherheitskonzept nicht verletzt oder außer Kraft gesetzt wird und die Arbeiten sicher durchgeführt werden können.

In den folgenden Kapiteln sind beide organisatorischen Abläufe beschrieben. Im Idealfall ergänzen sie sich gegenseitig und stellen gemeinsam sicher, dass sich die Anlage immer in einem sicheren Zustand befindet und Arbeiten ohne Gefährdungen durchgeführt werden können.

Management of Change

Während der bestimmungsgemäße Betrieb durch Sicherheitsbetrachtungen und Betriebserfahrung in der Regel als sicher gelten kann, muss außergewöhnlichen Betriebszuständen immer wieder von neuem eine besondere und systematische Aufmerksamkeit auch bei kleinen Details geschenkt werden. Ein erheblicher Anteil von Ereignissen ist auf Änderungen zurückzuführen, die zwar geplant, aber

- ohne eine ausreichende Gefährdungsbeurteilung im Sinne der Arbeitssicherheit oder
- ohne eine angemessene Störungsbetrachtung aus Sicht der Anlagensicherheit

durchgeführt wurden oder bei denen es zu gravierenden Fehlern bei der Kommunikation oder der Ausführung kam.

Für die sichere Durchführung von Änderungen an einer Anlage ist ein Management of Change (MOC) gedacht. Die Notwendigkeit dafür ergibt sich aus der Störfallverordnung (Seveso II – Richtlinie) bzw. im US-Recht aus dem Code of Federal Regulations, aus dem der Begriff MOC stammt. Ziel ist es, den Änderungsprozess selbst wie auch das Ergebnis der Änderung, d. h. den neuen, geänderten Betriebszustand sicher zu gestalten. MOC steht somit auch für ein „Informationssystem“, um Mängel bei der Kommunikation zu vermeiden. Mit Hilfe des MOC ist es möglich, die für Änderungen in komplexen Anlagen notwendigen Maßnahmen in einem interdisziplinär besetzten Team vorab im Sinne einer sachlichen Prüfung des Vorhabens zu hinterfragen, notwendige Maßnahmen festzulegen und die Änderungen sicher, koordiniert und damit auch effizient durchzuführen.



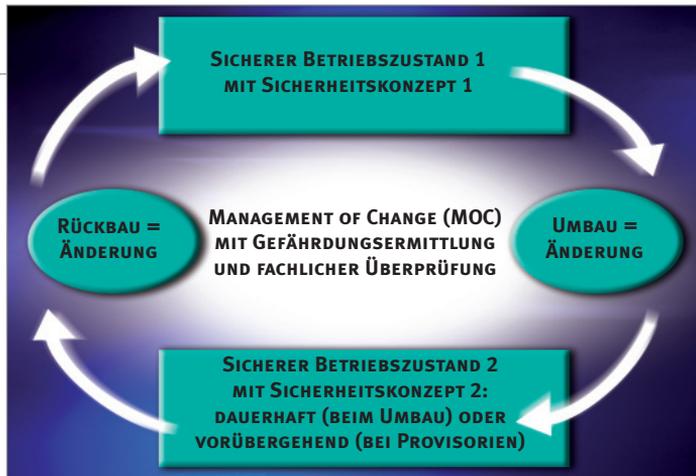
Grundsätzlich ist zu bedenken: Sachkompetenz, d. h. Fachwissen und Erfahrung, sind nicht durch noch so umfangreiche Managementsysteme zu ersetzen!

Managementsysteme dienen nur dazu, den Fachmann bei seiner Arbeit zu unterstützen, damit nichts Wesentliches übersehen wird und der Prozess effizient ist.



Management of Change

Abbildung 7:
Management of Change – der
sichere Änderungsprozess



Eine durch MOC geleitete Änderung führt gezielt und auf sicherem Wege von einem bisherigen, sicheren Betriebszustand zu einem neuen, ebenfalls sicheren Betriebszustand. Dabei wird der bestimmungsgemäße Betrieb der Anlage, zu dem auch ein geregeltes An- und Abfahren zählt, zu keinem Zeitpunkt verlassen. Ob eine Änderung dauerhaft oder nur provisorisch ist, spielt dabei keine Rolle. Ein Provisorium wird nach einer bestimmten Zeit zurückgebaut, ist aber ebenfalls eine Änderung (Abbildung 7). Damit kann das MOC auch sinnvoll für die Planung und Durchführung präventiver Instandhaltungsmaßnahmen eingesetzt werden. Die bewährten Methoden der Arbeits- und Anlagensicherheit werden so Bestandteil des Prozesses.



Die Planung und Durchführung von Störungsbeseitigung und Instandhaltungsmaßnahmen sowie von Änderungen in Anlagen muss sowohl den Soll-Zustand nach den Arbeiten berücksichtigen als auch mögliche Gefährdungen, die vor, während und nach diesen Arbeiten zu kritischen Situationen führen können.



Der Anlagenänderungsschein

Im einfachsten Fall wird zur Durchführung von Änderungen ein **Formblatt** (und eine Arbeitsanweisung für die Anwendung des Formblattes) verwendet. Das Ganze ist eine Art Checkliste für den Informationsfluss um sicherzustellen, dass alle wichtigen Punkte einer Änderung abgearbeitet wurden. Formblatt und Arbeitsanweisung müssen praxistauglich sein, damit sie im Betrieb als nützliche Instrumente erkannt und „gelebt“ werden.

Das Formblatt sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

- Die Themenfelder müssen an die Organisation des Unternehmens angepasst sein.
- Es darf nicht überladen sein.
- Es muss eine gewissenhafte und eindeutig nachvollziehbare Gefährdungsermittlung erlauben.
- Alles, was darüber hinaus hilfreich ist, wird verwendet.
- Es wird im Laufe der Nutzung weiterentwickelt und unterliegt somit selbst einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

Dabei gibt es keine direkt verwendbaren Musterlösungen und auch kein „richtig“ oder „falsch“, sondern vielmehr „hilfreich“ oder „nutzlos“. Das System muss vom Unternehmen je nach Anforderungen angepasst werden.

Typische Themenfelder eines Anlagenänderungsblatts:

- Formalien (Nummer der Änderung, Datum, Anlage, R&I-Blatt)
- Beschreibung der Änderung (was, warum, Ziele)
- Zusatzinformationen (Termine, Kosten)
- Ablaufplan: Was hat in welcher Reihenfolge zu erfolgen: Planung, Vorbereitung, Durchführung, Abschluss. Dieser Ablaufplan sollte durch das Ausfüllen des Formblatts sichergestellt werden!
- Zu aktualisierende Dokumente (R&I's, Genehmigungen, Ex-Schutz-Dokumente, Betriebsanweisungen, Sicherheitsbetrachtungen)
- Prüfungen vor Inbetriebnahme (PLT-Einrichtungen, Rohrleitungen, Druckbehälter, Übernahme- und Abfülleinrichtungen)
- Genehmigungen, Freigaben (mit Unterschrift und Datum)

Management of Change

Änderungsschein (Teil 1)			
Änderungs-Nr.:		Revision:	Datum:
Betrieb:		Titel/Kurzbeschreibung der Maßnahme:	
Abteilung:			
Gebäude:			
Projektverantwortlicher:			
Änderung betrifft:			
<input type="checkbox"/> Verfahren <input type="checkbox"/> Anlage <input type="checkbox"/> Erstfabrikation <input type="checkbox"/> Produktumstellung <input type="checkbox"/> Erweiterung <input type="checkbox"/> Demontage			
Beschreibung der Maßnahme (einschließlich Anlass und Zielsetzung):			
Zusatzinformationen (einschließlich Termine und Kostenrahmen) / Anhänge:			

Ist für die Anlage eine Sicherheitsbetrachtung vorhanden?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Wenn nein: Ist eine Erstellung erforderlich?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Ist durch die Änderung das Sicherheitskonzept betroffen?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Neue / geänderte Gefährdungspotenziale:		Gegenmaßnahme(n):				
Sind während des Umbaus Provisorien geplant (z. B. Bypass)?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Wenn ja: Ist das Sicherheitskonzept betroffen?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Gefährdungspotenziale durch Provisorium:		Gegenmaßnahme(n):				
Abstimmung mit Fachabteilungen						
Ja	nein	Fachabteilung	durchgeführt am	Bemerkungen Fachabteilung	Unterschrift	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Genehmigungen				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arbeitssicherheit				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Umweltschutz				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prozessleittechnik				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Qualitätssicherung				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Energieversorgung				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Genehmigung der Änderung				Name	Datum	Unterschrift
Projektverantwortlicher						
Betriebsleiter						
Leiter Technik						
Für die Durchführung der Arbeiten ist ein Arbeitserlaubnischein erforderlich					<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Vor der Inbetriebnahme ist Änderungsschein (Teil 2) erforderlich					<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Management of Change und Störungsbeseitigung

Das Management of Change kann nur bei bewussten Änderungen greifen, nicht jedoch bei unbewussten Änderungen im Rahmen der Störungsbeseitigung. Bei einer Störung verlässt die Anlage aufgrund eines technischen Defekts oder eines Bedienungsfehlers den bestimmungsgemäßen Betrieb. Die Anlage wird durch Schutzeinrichtungen oder organisatorische Maßnahmen, gegebenenfalls durch eine Notabschaltung, in einem sicheren Zustand gehalten. Durch geeignete Maßnahmen der Störungsbehebung wird anschließend der ursprüngliche Betriebszustand wieder hergestellt (Störungsmanagement). Dabei müssen zu jedem Zeitpunkt für die jeweiligen Maßnahmen Gefährdungsanalysen vorliegen, und es dürfen keine ungewollten oder unreflektierten Änderungen durchgeführt werden.

Ist diese Störungsbeseitigung mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands nicht möglich oder nicht erwünscht, z. B. weil man zur Verbesserung der Verfügbarkeit eine Änderung durchführen möchte, so muss die Anlage (oder Teilanlage) abgestellt und das Management of Change (einschließlich einer neuen Gefährdungsbeurteilung) durchlaufen werden (Abbildung 8).

Abbildung 8:
Management of Change und Störungsmanagement





Sicherheitsbetrachtungen können nur Szenarien berücksichtigen, die im Vorfeld identifiziert wurden. Nachträgliche Anlagenänderungen können zu unzulässigen Fehlzuständen führen, die durch bestehende Sicherheitskonzepte möglicherweise nicht mehr beherrscht werden können. Hier kann im Vorfeld ein Management of Change weiterhelfen.



Notfallmaßnahmen wie der Einsatz der Feuerwehr dienen primär dazu, einen größeren Schaden abzuwenden und in der Regel nicht der Störungsbeseitigung. Auch für Notfallmaßnahmen sind Gefährdungen zu ermitteln und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Planung von Änderungen

Vor Änderungen sind für die Zeit der Durchführung der Arbeiten und für den geänderten, neuen Zustand stets Fragen zu klären wie:

- Ist das Sicherheitskonzept oder die Genehmigungssituation der Anlage betroffen?
- Ist Arbeitssicherheit oder das Notfallmanagement betroffen?
- Ist eine erneute brand-/explosionsschutztechnische Betrachtung notwendig?
- Ist die Versorgung mit Energien und Hilfsenergien anzupassen?
- Gibt es Auswirkung auf die Produktqualität?
- Gibt es Auswirkungen auf Nachbaranlagen?
- Ist die Änderung dauerhaft oder zeitlich befristet?



Ein Sicherheitskonzept muss über die gesamte Lebensdauer einer Anlage wirksam sein und gegebenenfalls für Änderungen, Instandhaltungsarbeiten und Stillsetzung bzw. Demontage fortgeschrieben werden.



Management of Change

Die Planung von Änderungen umfasst immer die Schritte:

- Beschreibung der beabsichtigten Änderung, je nach Umfang Durchsprache in einem interdisziplinär besetzten Team.
- Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung sowie möglicher Abweichungen während der Durchführungsphase und im geänderten Zustand.
- Festlegen angemessener Sicherheitsmaßnahmen für beide Zustände.
- Freigabe der geplanten Änderung durch Verantwortlichen.

Das Festlegen angemessener Sicherheitsmaßnahmen für Änderungen jeglicher Art sollte, um stets vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, prinzipiell nach einem vorgegebenen Ablauf erfolgen. Dieser kann sich weitgehend am Prozess der Planung neuer Anlagen und Einrichtungen anlehnen. Je nach Umfang der Arbeiten, der Tiefe des Eingriffs und der möglichen Gefährdungen kann der Aufwand höher oder geringer sein. Jede Änderung während der Errichtungsphase erfordert eine neue Gefährdungsermittlung.

Schritte bei der Planung neuer Anlagen/Einrichtungen:

Machbarkeitsstudie

- Grundsätzliche Eignung des Standorts (Lage, Umfeld, Nachbarschaft, externe Gefahrenabwehrorganisation)
- Infrastruktur am Standort (interne Gefahrenabwehrorganisation, geeignetes Personal)
- Örtliche Infrastruktur (Ver-/Entsorgungsmöglichkeiten, Verkehrsanbindung)

Vorplanung

- Gefährlichkeitsmerkmale der Stoffe (Brennbarkeit, toxisches Potential, ätzende Eigenschaften, Langzeitwirkungen) unter Berücksichtigung von (Lager-) Mengen und Prozessparametern (Druck, Temperatur, Konzentration)
- Anlagenkonzeption (Freianlage, geschlossenes Gebäude, Batch-/Konti-Anlage)
- Lage im Werk (Platzbedarf, Standort im Werk / Produktionsbetrieb)
- Nötige Infrastruktur (Ver-/Entsorgungseinrichtungen, Werkverkehr)

Grundlagenplanung

- Ex-Schutzkonzept (Ex-Zonen, Zündquellenvermeidung, konstruktiver Ex-Schutz)
- Brandschutzkonzept (baulicher, vorbeugender, abwehrender Brandschutz)
- Konzept zum sicheren Stoffeinschluss (drucktragende Wandungen, betriebliche Öffnungen, Druckentlastungseinrichtungen, Trennung von Teilanlagen)
- Aufstellungsplanung (Abstände und Zuordnung der Anlagenteile, Zugänglichkeit)
- Arbeitsstättenplanung (Verkehrs-, Flucht- und Rettungswege, Raumgröße, Beleuchtung, Lüftungs- und Klimatechnik)
- Gefährdungsbeurteilung (systematische Sicherheitsbetrachtungen, Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen und Belastungen)
- PLT-Konzept (Betriebs-, Überwachungs-, Schutz-, Schadensbegrenzungseinrichtungen)

Detailplanung

- Festlegung konkreter Sicherheitsmaßnahmen (funktionelle Anforderungen und konkrete Ausführung einzelner technischer Sicherheitseinrichtungen)
- Einteilung von Sonderbereichen (Ex-Zonen, Schutz- und Sicherheitsabstände, Lärmreiche, Strahlenschutzbereiche)
- Benutzerfreundlichkeit der Einrichtungen (Anordnung der Bedienelemente, Software-Ergonomie, Arbeitsabläufe, Wartungsfreundlichkeit)
- Notfalleinrichtungen (Erste Hilfe-, Brandbekämpfungs-, Rettungseinrichtungen, Notbrausen)
- Aktualisierung der Sicherheitsmaßnahmen (Überprüfen der Aktualität der Sicherheitsmaßnahmen, Einarbeiten beschlossener Änderungen, Aktualisieren der Unterlagen)

Errichtung/Realisierung

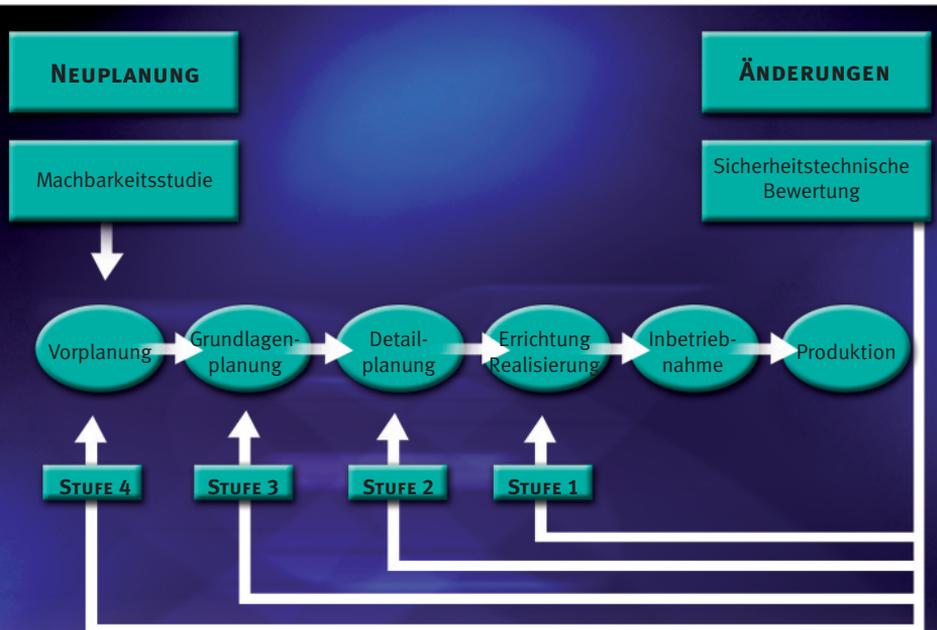
- Umsetzung der Detailplanung

Inbetriebnahme

- Überprüfung der korrekten Errichtung/Realisierung
- Funktionsprüfung insbesondere aller Sicherheitseinrichtungen

Management of Change

Für alle Arbeiten ergibt sich folgendes Ablaufschema, wobei die sicherheitstechnische Relevanz einer Änderung den Einstiegsunkt in diesen Prozess bestimmt:



- Stufe 1:** Die Maßnahme ist unter dem Blickwinkel der Anlagensicherheit unkritisch und kann ohne tiefere Betrachtung nach dem Stand der Technik realisiert werden. Beispiel: Austausch identischer Bauteile
- Stufe 2:** Die Änderung ist sicherheitstechnisch bedeutsam; zusätzlich zu Stufe 1 ist die Eignung der vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen vor der Realisierung zu überprüfen. Beispiele: Austausch nicht-identischer Teile, kurzfristige Außerbetriebnahme von Schutzeinrichtungen
- Stufe 3:** Die Änderung ist sicherheitskritisch; vor der Realisierung ist zusätzlich zu Stufe 2 die Änderung einer systematischen Sicherheitsbetrachtung zu unterziehen und die Sicherheitskonzepte sind auf Aktualität zu überprüfen. Beispiele: Änderung von Prozessschritten, Verwendung von Provisorien
- Stufe 4:** Die Änderung erfordert, dass das bestehende, grundsätzliche Sicherheitskonzept neu erarbeitet werden muss. Beispiel: Änderung ganzer Teilanlagen

Für große Vorhaben wird in den meisten Unternehmen ein Projektantrag gestellt, bei dem nach internen Vorgaben Betrachtungen zu Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutzaspekten notwendig werden. Bei kleineren Vorhaben hat es sich bewährt, die Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung und die Notwendigkeit für die zu treffenden Maßnahmen im Team vorzunehmen, beispielsweise mit Betriebsleiter, technischer Betriebsbetreuung und Sicherheitsexperten. Die für größere Neuprojekte üblichen Schritte der Machbarkeitsstudie und der Vorplanung können für Änderungen in bestehenden Anlagen in den meisten Fällen entfallen. Selbst die Grundlagenplanung ist bei kleineren Änderungen meist nicht notwendig, so dass direkt mit der Detailplanung begonnen werden kann.

Ein wesentlicher Baustein bei der Planung von Änderungen und Instandhaltungsmaßnahmen ist die Gefährdungsbeurteilung. Diese kann mit Hilfe von Checklisten, Fragekatalogen („was ist wenn ...?“) oder anderen bewährten Verfahren durchgeführt werden [1]. In einigen Betrieben gibt es Checklisten, mit deren Hilfe z. B. das Anlagenpersonal eigenverantwortlich den Grad der Sicherheitsrelevanz bestimmt und bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Änderungen Experten zu Rate zieht.

Im Vordergrund der Gefährdungsbeurteilung steht die Frage, wie die geplanten Arbeiten in das Sicherheitskonzept der Anlage eingreifen. Hierzu muss jede Tätigkeit bereits im Vorfeld mit bestehenden Gefährdungsanalysen und Sicherheitsbetrachtungen abgeglichen werden. Entscheidend ist, dass unabhängig vom gewählten Verfahren jeder Zeitpunkt beispielsweise einer größeren Abstimmung erfasst und hinterfragt wird. Dabei ist immer ein besonderes Augenmerk auf die Schnittstelle zwischen den von der Änderung/Abstimmung betroffenen Bereichen und anderen, die normal produzieren, zu legen. Gerade an dieser Schnittstelle entstehen, wie durch die Beispiele gezeigt, häufig Fehler, die zu Ereignissen und Unfällen führen können.

Außerbetriebnahme von Teilanlagen und Großabstellungen

Großabstellungen und die Außerbetriebnahme von Teilanlagen nehmen eine Sonderstellung ein, weil sich daraus sicherheitstechnische Auswirkungen auf die Gesamtanlage ergeben können.

Bei solchen Abstellungen wird die Anlage in einen temporären, neuen Zwischenzustand überführt, der nach Abschluss wieder in den ursprünglichen Zustand übergeht. Für Abstellungen, die in regelmäßigen Abständen erfolgen, lohnt es sich, diese einmal sicherheitstechnisch ausführlich zu planen und die Ergebnisse als Grundlage für alle späteren Abstellungen z. B. in Form einer Arbeitsanweisung oder Checkliste zu dokumentieren und zu verwenden. Bei diesen Planungen sind insbesondere sich ändernde Randbedingungen zu berücksichtigen, beispielsweise jahreszeitlich bedingte Temperaturunterschiede.

Bei Abstellungen kommt dem Wechsel von der bestimmungsgemäßen Produktion in den Abstellzustand und vom Abstellzustand zurück in den Produktionszustand eine besondere Bedeutung zu, da diese häufig unterschiedliche Sicherheitskonzepte erfordern. Die einzelnen Schritte müssen im Vorfeld detailliert geplant und sicherheitstechnisch analysiert werden.



Werden Teilbereiche einer Anlage während einer Abstellung weiterbetrieben, so darf es während dieser Zeit zu keinen undefinierten Prozesszuständen der Gesamtanlage kommen!



Freigabe geänderter Anlagen

Eine geänderte Anlage darf für die Wieder-Inbetriebnahme erst dann freigegeben werden, wenn:

- alle für die Inbetriebnahme des geänderten Anlageteiles erforderlichen Dokumente zumindest als Roteintrag aktualisiert sind,
- die erforderlichen Prüfungen vor Inbetriebnahme erfolgt sind, die betroffenen Mitarbeiter über Auswirkungen und Maßnahmen in Bezug auf die Änderungen informiert sind,
- ggf. erforderliche behördliche Genehmigungen vorliegen bzw. diesbezügliche Anzeigen erfolgt sind.

Zu den Dokumenten, die in Folge von Änderungen aktualisiert werden müssen, gehören beispielsweise:

- Gefährdungs-/Risikobeurteilung bzw. Sicherheitsbericht (nach Seveso-II-Richtlinie), Explosionsschutzdokument,
- Brandschutzpläne, Rettungswege- und Notfallpläne,
- Medien-, Emissions- und Anlagenkataster,
- Liste vorgeschriebener Prüfungen an Behältern und Einrichtungen,
- Betriebsanweisungen/Arbeitsanweisungen/Prozesshandbuch,
- Untergrundplan, Aufstellungsplan und R&I-Schemata,
- Maschinen- und Apparateliste, Rohrleitungsliste, Isometrien,
- Messstellenverzeichnis/Funktionspläne, Grenzwertliste der Alarmer und Schaltungen,
- Sicherheitsventil- und Steckscheibenliste,
- Instandhaltungspläne, Schichtpläne, Anlagenrundgänge, Messwertkontrollen.

Wichtig ist eine Überprüfung vor Ort und in den Dokumenten, ob die durchgeführten Änderungen mit der ursprünglichen Planung übereinstimmen, welche Abweichungen existieren und die Festlegung, wie damit zu verfahren ist (Anpassung des Konzeptes oder Korrektur der Abweichungen). Vor der geplanten Inbetriebnahme sind gegebenenfalls auch Fachstellen, Nachbarbetriebe und Energieversorger zu informieren.

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Neben dem Management of Change, das die Eingriffe in das Sicherheitskonzept der Anlage im Fokus hat, ist auch die sichere Durchführung der Arbeiten selbst von großer Bedeutung. Vor Arbeiten an Anlagen und Einrichtungen muss gut überlegt werden, welche Gefährdungen von der Anlage, von Arbeitsmitteln oder von Teilen davon während der Tätigkeit auftreten können. Gefährdungen können sich ergeben durch:

- Gefahrstoffe (giftige, ätzende, erstickende, brennbare, explosionsfähige Stoffe),
- Scher-, Quetsch-, Stich- und Einzugsstellen,
- unkontrolliert bewegte Teile bzw. unerwarteter Anlauf von Arbeitsmitteln, die von Motoren angetrieben oder die durch freiwerdende potentielle Energie bewirkt werden (Schwerkraft, Federkraft, Druckspeicher)
- elektrischen Strom,
- heiße oder kalte Anlagenteile,
- Arbeiten auf Leitern und Tritten.

Darüber hinaus tragen bei der Störungsbeseitigung noch weitere Punkte zur Erhöhung des Risikos bei:

- Die Unvorhersehbarkeit des Zeitpunktes und der Randbedingungen der Störung führen dazu, dass die Arbeiten selten vorgeplant werden. Zusätzlich erschweren Komplexität und Vielfalt der Arbeiten die Aneignung von Erfahrung.
- Eine unzureichende Kenntnis des tatsächlichen Systemzustandes oder der Störungsursachen schaffen unbekannte Randbedingungen. Häufig werden Arbeiten begonnen, ohne die tatsächlichen Ursachen zu kennen.
- Die Ungewissheit erfordert häufig eine Bewältigung ungeplanter Zwischenfälle und führt zu einem flexiblen Umdenken und Handeln, in dessen Folge manchmal die eigenen Fähigkeiten überschätzt und ungeeignete Werkzeuge verwendet werden.
- Eine Unterschätzung des (zeitlichen) Aufwands führt oft dazu, dass die Absicherung des Objektes und des Arbeitsplatzes unterbleibt.

- Unterschiedliche Einsatzorte und Tätigkeiten, insbesondere von Fremdfirmen-Mitarbeitern, erschweren die Kenntnis der Risiken in den verschiedenen Umfeldern und führen dazu, dass manchmal ungeeignete Arbeitsverfahren zum Einsatz kommen.
- Bei der Planung der Anlage bzw. der Maschine werden die Aspekte „Störungsbeseitigung“ und „Instandhaltung“ häufig unzureichend berücksichtigt. Dies führt zu erschwerten Arbeitsbedingungen bei diesen Tätigkeiten.

Dem risikoe erhöhenden Faktor ‚Zeitdruck‘ kann durch geplante Instandhaltung und durch Anwendung von Diagnose- und Prognoseverfahren entgegen gewirkt werden. Diese erleichtern das Auffinden der Ursachen und ermöglichen so sichere Arbeitsbedingungen.



[Foto: BASF/Jedermann-Verlag]

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Aus verschiedenen Regelwerken ergeben sich einige grundlegende Anforderungen an das Sicherheitskonzept der Anlage:

- Bereits bei der Planung der Anlagen und Geräte muss deren Instandhaltung bedacht werden (Zugänglichkeit, Austauschbarkeit, Anbau-/Ausbaufähigkeit, Demontage)
- Bereitstellung und Erhalt der personellen Ressourcen unter Berücksichtigung von Erfahrung, Qualifikation und Systemkenntnis des Instandhaltungs- und Betriebspersonals
- Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel in ausreichender Anzahl, Verfügbarkeit von Ersatzteilen
- Weitergabe von Anweisungen und Kommunikation sowohl zwischen Betrieb und Instandhaltung als auch zwischen allen beteiligten Unternehmen
- Gestaltung sicherer Arbeitsbedingungen, unabhängig von zeitlichen und finanziellen Zwängen, durch gründliche Vorbereitung der Tätigkeiten einschließlich Gefährdungsbeurteilung bzw. Risikoanalyse
- Auswertung und Nutzung bestehender Erfahrung zur Vorgabe sicherheitsgerechter Arbeiten und fortlaufende Dokumentation neuer Erkenntnisse

Erforderliche Maßnahmen zur Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten aus der Sicht des Arbeitsschutzes sind unter anderem:

Analyse der Ausgangssituation und Gefährdungsermittlung

- Besichtigung des Objektes und Aufnahme des Ist-Zustandes
- Festlegung des Soll-Zustandes und der erforderlichen Zwischenschritte
- Gefährdungsermittlung für die durchzuführenden Arbeiten

Festlegen der notwendigen Arbeiten

- Arbeitsschritte und jeweilige Sicherheitsmaßnahmen festlegen
- Benötigte Teile und geeignetes Werkzeug bereitstellen
- Aufträge schriftlich erteilen

Organisation des Personals

Geeignetes Personal auswählen und unterweisen:

- Einsatz- bzw. Montageleiter
- Interne und externe Spezialisten
- Koordinator
- Aufsichtsführender und gegebenenfalls Sicherungsposten

Arbeitsstelle sichern / Notfall-Vorsorge treffen

- Anlage oder Arbeitsmittel in einen sicheren Zustand überführen
- Instandhaltungsarbeiten und Produktionsbetrieb möglichst zeitlich oder räumlich trennen
- Sichere Zugänge und Arbeitsstellen schaffen (Podeste, Arbeitsbühnen, Absturzsicherungen für Personen und Gegenstände)
- Richtige persönliche Schutzausrüstung (PSA) bereitstellen
- Arbeitserlaubnis einholen;
Kontrolle der Sicherheitsmaßnahmen durch einen Vorgesetzten
- Verständigung sicherstellen

Wichtig:

- Erst beginnen, wenn die Arbeiten gefahrlos möglich sind
- Arbeiten koordinieren und deren Fortschritt dokumentieren
- Arbeiten nach Unterbrechungen nicht unabgesprochen fortsetzen

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Der Erlaubnisschein

Um Fehler bei der Durchführung von Arbeiten zu verhindern, bedient man sich geeigneter Hilfsmittel. Ein wichtiges Beispiel zur systematischen Ermittlung der möglichen Gefährdungen bei Arbeiten in komplexen Anlagen ist das so genannte Erlaubnisscheinverfahren, bestehend aus einem Arbeitserlaubnisschein, einer Arbeitsanweisung zu dessen Verwendung, der Festlegung von Verantwortlichkeiten und der Schulung beteiligter Mitarbeiter.

Der Arbeitserlaubnisschein enthält in Form einer Checkliste betriebstypische Gefährdungen und Sicherheitsmaßnahmen für die Vorbereitung, Abwicklung und Dokumentation von Arbeiten und muss vor deren Beginn durch den Verantwortlichen abgeprüft werden. Das Original des Scheins verbleibt bei dem Aussteller, der so eine Übersicht aller aktuell durchgeführten Arbeiten hat. Eine Kopie des Scheins erhält der Ausführende, der die genannten Vorgaben exakt einzuhalten hat. Nach Abschluss der Arbeiten ist die Kopie – gegebenenfalls mit Bemerkungen – dem Aussteller zurückzugeben. Nur dieser kann dann die Freigabe der Anlage erteilen.

Für bestimmte Arbeiten wie das Befahren von Behältern und engen Räumen oder Heißarbeiten ist ein entsprechender Freigabeschein gesetzlich vorgeschrieben. Nur mit einem solchen Procedere kann die Sicherheit von Anlage und Beschäftigten gewährleistet werden. Ein Beispiel für einen Arbeitserlaubnisschein ist auf den folgenden Seiten abgebildet. Es ist zu beachten, dass die spezifischen Gefährdungen des jeweiligen Arbeitsplatzes und der ausgeführten Tätigkeiten berücksichtigt werden müssen. Aus diesem Grund gibt es in verschiedenen Unternehmen beispielsweise unterschiedliche Arbeitserlaubnisscheine für bestimmte Tätigkeiten.

Arbeiterlaubnisschein	
Gültigkeitsbereich	
Tätigkeit: <input type="checkbox"/> Befahren eines Behälters/ einer Grube <input type="checkbox"/> Heißenarbeiten <input type="checkbox"/> Bau-/Abrissarbeiten <input type="checkbox"/> Sonstiges:	Arbeitsbeschreibung:
Ort: Betrieb: Gebäude: <input checked="" type="checkbox"/> Einweisung vor Ort erforderlich Meister: Tel.: <input type="checkbox"/> Koordinator erforderlich Koordinator: Tel.:	Ausführung durch: <input type="checkbox"/> Betriebspersonal <input type="checkbox"/> Schlosserei <input type="checkbox"/> Fremdfirma: Aufsichtführender: <input type="checkbox"/> Unterweisung erfolgt am: durch: Unterschrift Fremdfirma:
Zeitraum: am: von: Uhr bis Uhr	Unterschriften: Freigabe der Arbeitstätigkeit: Freigabe durch Betrieb: Freigabe durch Koordinator:
Verlängert: am: von: Uhr bis Uhr	Unterschriften: Freigabe durch Betrieb: Freigabe durch Koordinator:
Arbeitsvorbereitung (ankreuzen wenn erforderlich, Unterschrift wenn durchgeführt)	
Gefahrstoffe vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein letzter Stoff: <input type="checkbox"/> giftig <input type="checkbox"/> ätzend <input type="checkbox"/> reizend <input type="checkbox"/> brennbar <input type="checkbox"/> brandfördernd <input type="checkbox"/> entleeren <input type="checkbox"/> reinigen und spülen mit Unterschrift:	Mechanische Antriebe <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> abschalten Unterschrift: <input type="checkbox"/> sichern mittels: Unterschrift:
Belüftung erforderlich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Dauer: Art: Unterschrift:	Heizung/Kühlung vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> abschalten Unterschrift: <input type="checkbox"/> sichern Unterschrift:
Messungen erforderlich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Stoff: Methode: Freimessung: % Luftsauerstoff / % UEG Maßnahmen bei Arbeit erforderlich <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (→ Seite 2) Unterschrift:	Elektroinstallationen vorhand. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> frei schalten <input type="checkbox"/> sichern Unterschrift:
Druckgeräte vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> entspannen Unterschrift: <input type="checkbox"/> gegen Drucksystem trennen durch <input type="checkbox"/> Steckscheibe <input type="checkbox"/> abflanschen <input type="checkbox"/> Unterschrift: <input type="checkbox"/> sicher drucklos Unterschrift:	Strahlenquellen vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> abschalten <input type="checkbox"/> sichern Unterschrift:
Rettungsmöglichkeiten erford. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Rettungsgeschirr System: <input type="checkbox"/> PSA für Absturz, Anschlagpunkt:	Absperrung erforderlich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Zugangs- sperrung Unterschrift: <input type="checkbox"/> Gleissperrung Unterschrift: <input type="checkbox"/> Unterschrift:
Sonstige Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (z. B. Prüfung auf Energie- oder Produktleitungen, sonstige Gefährdungen)	Brandschutz erforderlich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Abdecken Brandgut und Öffnungen in ... m Umkreis Unterschrift: <input type="checkbox"/> Feuerwehr informieren Unterschrift: <input type="checkbox"/> Feuerlöscher bereitstellen Art: Anzahl: ... Unterschrift: <input type="checkbox"/> Brandmeldeanlage abstellen von: bis: Uhr Unterschrift:

Maßnahmen während der Arbeit (ankreuzen wenn erforderlich)	
Produktreste möglich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Staubfilter <input type="checkbox"/> Filtermaske Typ <input type="checkbox"/> Umluft unabhängiges Atemschutzgerät <input type="checkbox"/> Tragezeitbegrenzung <input type="checkbox"/> Fluchfilter mitführen <input type="checkbox"/>	Persönliche Schutzausrüstung <input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> Korbbrille <input type="checkbox"/> Gesichtsschutzschirm <input type="checkbox"/> Schutzhandschuhe aus <input type="checkbox"/> Gummischürze <input type="checkbox"/> Gummistiefel <input type="checkbox"/> Schutzanzug aus <input type="checkbox"/>
Ex-Atmosphäre möglich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Belüftung sicherstellen <input type="checkbox"/> Messungen auf Prüffintervall:	Brandgefahr vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Brandwache stellen von <input type="checkbox"/> Betrieb <input type="checkbox"/> Fremdfirma <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Beobachter erforderlich , gestellt von <input type="checkbox"/> Betrieb <input type="checkbox"/> Fremdfirma <input type="checkbox"/> Sicherungsposten erforderlich gestellt von <input type="checkbox"/> Betrieb <input type="checkbox"/> Fremdfirma	
Sonstige Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (z. B. Besondere Anforderungen an Werkstoffe)	
NOTRUF FEUERWEHR:	NOTRUF AMBULANZ:
NOTRUF BETRIEBSLEITUNG:	

Freigabe nach der Arbeit (ankreuzen wenn erforderlich, Unterschrift wenn durchgeführt)	
Arbeitsmittel / Werkzeug entfernen <input checked="" type="checkbox"/> ja Unterschrift:	Absperrung entfernen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Gleissperrung Unterschrift: <input type="checkbox"/> Unterschrift:
Isolierung anbringen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Unterschrift:	
Mechanische Antriebe <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Sicherung aufheben und einschalten <input type="checkbox"/> Datum Unterschrift:	Strahlensachverständiger <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Sicherung aufheben und einschalten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Datum: Unterschrift:
<input type="checkbox"/> Brandmeldeanlage aktivieren Uhr Unterschrift:	Elektroabteilung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Sicherung aufheben und einschalten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Datum: Unterschrift:
Brandwache erforderlich <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein von Uhr bis Uhr durch <input type="checkbox"/> Feuerwehr/Pförtner informieren Unterschrift:	Druckanlage prüfen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> auf Dichtheit prüfen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Datum: Unterschrift:
Sonstige Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (z. B. Besondere Anforderungen an Reinigungsmittel und Trocknung)	
Anlage übergeben von Fremdfirma: Datum: Unterschrift: Bemerkungen:	
Arbeiten abgenommen durch Meister: Datum: Unterschrift: Bemerkungen:	
Fertigmeldung durch Koordinator: Datum: Unterschrift: Bemerkungen:	
Anlage freigegeben durch Datum: Unterschrift: Bemerkungen:	

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Ein Beispiel für sicheres Abschalten: der Sicherheitsschalter

Bei Arbeiten im Sonderbetrieb (Reinigen, Rüsten/Umrüsten, Einrichten/Einstellen, Fehler suchen und beheben) ereignen sich immer wieder Unfälle, weil aufgrund menschlichen Fehlverhaltens oder technischer Störungen Maschinen oder Anlagen ungewollt in Bewegung gesetzt oder gespeicherte Energien plötzlich freigesetzt werden. Immer wieder werden auch erfahrene Mitarbeiter durch den unerwarteten, automatischen Anlauf einer Anlage oder eines Arbeitsmittels überrascht und verletzt [4].

Bei Arbeiten im Sonderbetrieb müssen die gefahrbringenden Energien abgeschaltet und gespeicherte Energien abgebaut oder gesichert werden. Sofern die Steuerung für diese Tätigkeiten unter Spannung bleiben muss, kann der Hauptschalter (Anlageschalter) nur begrenzt als Sicherheitsschalter verwendet werden. In diesen Fällen kann ein zusätzlicher Sicherheitsschalter mehr Sicherheit bringen. Dieser wird erst betätigt, wenn eine Anlage oder ein Anlagenteil abgeschaltet ist und verhindert ein unerwartetes Wiedereinschalten [5].

Der Sicherheitsschalter unterbricht die Energiezufuhr zu den gefahrbringenden Einrichtungen wie Rührorgane in Behältern oder Antriebswellen von Fördereinrichtungen und verhindert, dass diese ungewollt oder unbefugt in Gang gesetzt werden können. Damit kann das Instandhaltungs- oder Reinigungspersonal gefahrlos arbeiten. Gegebenenfalls sollte in der Nähe jeder Funktionseinheit ein Sicherheitsschalter installiert werden, damit nicht an anderer Stelle aufwändig die Energieversorgung unterbrochen werden muss.

Das grundlegende Konzept des Sicherheitsschalters kann auch auf alle anderen abzusichernden Hilfsenergien (z. B. Dampf, Druckluft und Inertgas) übertragen werden, indem entsprechende Ventilstellungen mit einem Verschluss gesichert werden.

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Einrichten und Anfahren

Sinnvoll für Einrichten und Anfahren ist ein in jeder Stellung abschließbarer Betriebsartenwahlschalter zur gezielten Außerkraftsetzung von Teilfunktionen. Im Einrichtmodus müssen dabei folgende Schutzfunktionen gelten:

- Die Automatiksteuerung und Maschinenbewegungen, die durch Sensoren ausgelöst werden, sind gesperrt.
- Es sind nur Bewegungen möglich, wenn die Befehlseinrichtungen kontinuierlich betätigt werden (Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung, „Totmannschaltung“ oder Zustimmungseinrichtung).
- Gefährliche Bewegungen von Teilen sind nur mit zusätzlichen Sicherheitsbedingungen möglich (z. B. reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Schrittbetrieb oder sonstige geeignete Vorkehrungen).
- Gefährdungen, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet.

Sofern durch den Wiederanlauf eine Gefährdung entstehen könnte, muss bei einem Energieausfall der spontane Anlauf einer Maschine nach Wiederkehr der Energie verhindert werden. Auch bei dem Ausführen von Stopp-Befehlen oder dem Ansprechen von Schutzeinrichtungen muss eine solche Wiederanlaufsperrung (z. B. selbsthaltendes Relais, Schütz oder Ventil) wirksam werden. Das Anlaufen von Maschinenfunktionen darf danach nur durch Betätigung einer Start-Taste erfolgen. Nach Stillsetzen durch den Not-Aus-Taster darf der Start nur nach Entriegelung des Not-Aus-Tasters und durch Betätigung der Start-Taste erfolgen.

Maßnahmen zum Abschluss der Arbeiten

Nach Beendigung und Kontrolle der ausgeführten Arbeiten ist die Anlage in sicherem, funktionsfähigem Zustand dem Betreiber zu übergeben. Die ausgeführten Arbeiten, die verwendeten Ersatzteile und ungelöste Probleme sind entsprechend zu melden und zu dokumentieren. Dass dies nicht immer reibungslos funktioniert, zeigen zahlreiche Beispiele, bei denen zwar die Arbeiten unfallfrei durchgeführt wurden, sich aber in unmittelbarer Folge dieser Arbeiten Betriebsstörungen ereigneten.

Erforderliche Maßnahmen zum Abschluss von Arbeiten sind:

- Ordnung schaffen, Verunreinigungen beseitigen, Abfälle entsorgen
- Tiefpunkte entleeren, Tauchungen wieder befüllen
- Entleerungs-/Entlüftungsarmaturen wieder schließen und sichern
- Schutzeinrichtungen für den Normalbetrieb wieder anbringen/in Betrieb nehmen
- Rücknahme der für die Arbeiten erforderlichen Sicherungsmaßnahmen, Absperrungen und Beschilderungen
- Betrieb über Zustand und ggfs. Veränderungen informieren

Zum Abschluss der Arbeiten gehören auch:

- Kontrolle des ordnungsgemäßen Zustands der Anlage
- Funktionstests der (Sicherheits-) Einrichtungen
- Freigabe der Anlage zur Wiederinbetriebnahme durch den Betrieb

Wichtig:

- Bei Verwendung von Reinigungsmitteln chemische Verträglichkeit mit Werkstoffen und Produkten berücksichtigen, Witterungseinflüsse beachten
- Absperrungen nicht vor Abschluss der Arbeiten und nicht unbefugt entfernen
- Anlage erst nach Freigabe in Betrieb nehmen

Für die Sicherheit der Anlage sind alle Beteiligten verantwortlich – sowohl Instandhaltungsfachkräfte als auch die Mitarbeiter des Betriebs.

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

Bedeutung der Sicherheitskultur

Entscheidend für die Sicherheitsarbeit ist die im Unternehmen vorhandene Sicherheitskultur. Der hohe Stellenwert der Sicherheit, der nicht zu Gunsten wirtschaftlicher Gesichtspunkte vernachlässigt werden darf, muss den Mitarbeitern klar kommuniziert werden. Daraus resultiert die Anforderung einer Balance zwischen eigenverantwortlichem Handeln und Sicherheitsgrundsätzen. Den Vorgesetzten kommt dabei mit Unterweisung und Führung eine wichtige Rolle zu.

In jüngerer Zeit häufen sich Veröffentlichungen, die verschiedene Strategien für die Instandhaltung von Anlagen und Maschinen aufzeigen. Meist steht hierbei der ökonomische Aspekt im Vordergrund. Nicht zu vergessen ist bei der Instandhaltung allerdings der Faktor Mensch. Unter diesem Gesichtspunkt steht zum einen die Frage nach der Motivation des Menschen, eine Maschine oder Anlage auch dann zu pflegen und auf eventuelle Abnutzung zu überprüfen, wenn diese noch scheinbar anstandslos läuft. Eine weitere Frage gilt Bedingungen, unter denen der Mensch bereit ist, sich während des Instandhaltens sicherheitsgerecht zu verhalten.



Menschen handeln eher schlau als klug.



OPTIMISMUS STATT PRÄVENTION

Im Alltag denken und handeln wir hauptsächlich gegenwartsbezogen und optimistisch: So lange eine Anlage, ein technisches Gerät oder eine Vorgehensweise funktioniert, machen wir uns weiter nicht viele Gedanken und rechnen damit, dass es auch in absehbarer Zukunft so bleibt. Das Bedürfnis, Energie in präventive Instandhaltung zu stecken, ist gering. Es sei denn, wir sind uns des Risikos bewusst und schätzen dieses als sehr hoch ein. Sonst aber glauben wir eigentlich nicht daran, dass uns ein Unfall zustoßen könnte. Sollte wider Erwarten doch etwas geschehen, wird es sowieso die andern treffen, da wir selber ja aufpassen! So denken die meisten – und haben demzufolge kaum ein inneres Bedürfnis nach Prävention.

Ein fehlendes Bedürfnis nach (Arbeits-) Sicherheit im Allgemeinen und nach präventiver Instandhaltung im Besonderen könnte eigentlich durch Erfahrung kompensiert werden: Wie in dieser Broschüre aufgezeigt, gibt es nachweislich gravierende Unfälle, welche durch präventive Instandhaltung und sicherheitsgerechtes Arbeiten hätten verhindert werden können. Leider funktioniert unsere Erfahrung – sozusagen aus statistischen Gründen – gerade anders herum: Verglichen mit der großen Anzahl sicherheitswidriger Handlungen und Zustände geschehen sehr wenige Unfälle. Wir lernen dadurch, dass sicherheitswidriges Verhalten mehrheitlich keine negativen Folgen hat und unterschätzen deshalb die Risiken. Wir unterlassen also beispielsweise die präventive Instandhaltung, und alles läuft wie erwartet am Schnürchen, möglicherweise jahrelang. Diese Erfahrung macht uns gewissermaßen leichtsinnig: Wir glauben nicht mehr, dass wirklich ein Unfall geschehen kann. Hinzu kommt, dass wir unsere Fähigkeiten eher überschätzen: Wenn es wider Erwarten brenzlich wird, glauben wir, noch kurzfristig reagieren zu können. Meistens ist aber der kippende Stapel, die heiße Brühe oder die Explosion schneller!

Viele Menschen unterschätzen Gefahren und überschätzen ihre Fähigkeiten. Sie glauben, dass sie richtig handeln und die Anforderungen der Prävention einfach übertrieben sind. Dieser Aspekt muss berücksichtigt werden, wenn Motivationsbotschaften so formuliert und umgesetzt werden sollen, dass sie sicherheitsgerechtes Verhalten wirklich fordern und fördern.

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

VERHALTEN BEI INSTANDHALTUNGSARBEITEN ALS ERGEBNIS EINER RISIKO-ENTSCHEIDUNG

Unser Handeln wird im Allgemeinen von Bedürfnissen gesteuert. Angesichts von Handlungsalternativen machen wir laufend Kosten-Nutzen-Rechnungen: Welche Handlung bringt mir am meisten Bedürfnisbefriedigung bei geringstem Aufwand? Die Erfolg versprechendste Variante wird dann ausgeführt. Wird meine Annahme bestätigt und mein Bedürfnis befriedigt, handle ich auf die gleiche Art, sobald sich das Bedürfnis erneut einstellt. Wurde mein Bedürfnis nicht befriedigt, probiere ich das nächste Mal ein anderes Verhalten aus.

Auf welche Weise eine Entscheidung zu Stande kommt, illustriert das Beispiel „Störungsbehebung bei nicht sicher ausgeschalteter Anlage“. Der Mitarbeiter hat grundsätzlich zwei Handlungsmöglichkeiten:

Sicherheitsgerecht: Er schaltet die Anlage vorschriftsmäßig ab und behebt die Störung.

- **Vorteil: Er handelt vorschriftsgemäß, und es ist nicht gefährlich.**
- **Nachteil: Es dauert länger, ist wahrscheinlich umständlicher und ist mit einem Produktionsausfall verbunden.**

Sicherheitswidrig: Er greift in die laufende Maschine ein und behebt die Störung.

- **Vorteil: Es geht schneller und ohne ärgerlichen Produktionsausfall.**
- **Nachteil: Er verstößt gegen die Vorschrift, und es ist gefährlich.**

Nun macht der Mitarbeiter eine Reihe von Kosten-Nutzen-Überlegungen, indem er die Eintrittswahrscheinlichkeiten folgender Ereignisse abschätzt:

1. Wie wahrscheinlich ist es, dass ich mich verletze, wenn ich in die Maschine eingreife?

Mögliche Einschätzung: Ich kenne die Maschine und passe gut auf. Die Wahrscheinlichkeit erachte ich als sehr gering.

2. Wie wahrscheinlich ist es, dass mein Chef mich bei dem sicherheitswidrigen Verhalten erwischt?

Mögliche Einschätzung: Mein Chef ist oft in Sitzungen und hat auch sonst viel Büroarbeit, so dass für Kontrolle wenig Zeit bleibt.

3. Wie wahrscheinlich sind Sanktionen, falls mein sicherheitswidriges Verhalten doch an den Tag kommt?

Mögliche Einschätzung: Eigentlich muss die Firma ja dankbar sein, dass es keinen Produktionsausfall gibt.

4. Wie wahrscheinlich ist es, dass der Produktionsausfall bemerkt wird, wenn ich die Anlage abstelle?

Mögliche Einschätzung: Der wird ganz sicher bemerkt!

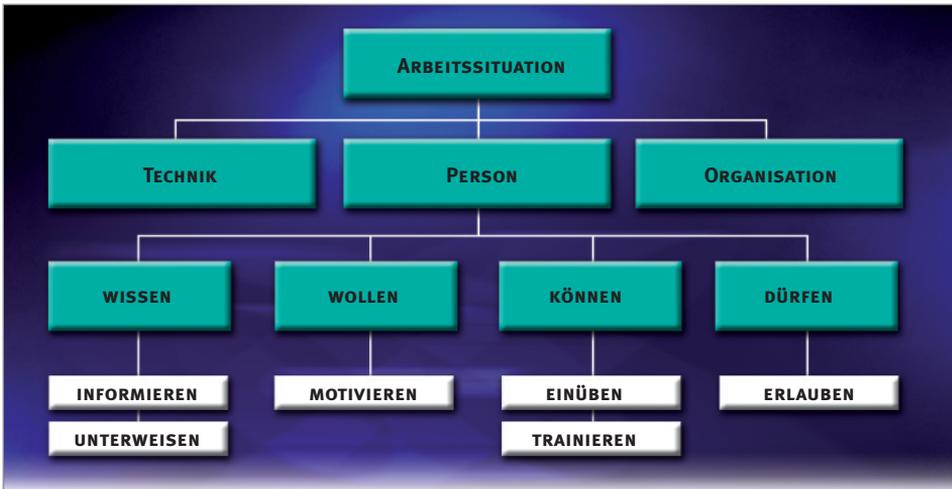
Der Mitarbeiter trifft seine Entscheidung zwischen den Handlungsmöglichkeiten "sicherheitsgerecht" oder "sicherheitswidrig" meist sehr schnell. Der Entscheidungsprozess wird in der Regel sogar unbewusst ablaufen. Auf gezielte Nachfrage wird der Mitarbeiter aber Kosten-Nutzen-Überlegungen als Begründung für sein Handeln nennen können.

Der Mitarbeiter entscheidet sich anhand seiner Einschätzungen für jene Vorgehensweise, die ihm am wenigsten Nachteile und am meisten Vorteile zu bringen scheint. Welche das ist, hängt ab von seinem Wissen und der Sicherheitskultur, die im Unternehmen herrscht. Schätzt er die Lage so ein, wie beispielhaft genannt wurde, wird er mit großer Wahrscheinlichkeit sicherheitswidrig arbeiten. Um diesen Entscheidungsprozess in Richtung „sicheres Verhalten“ zu verändern, muss der Betrieb Maßnahmen ergreifen, damit sich die eingeschätzten Wahrscheinlichkeiten ändern. Die Eingriffsmöglichkeiten zur Verbesserung der Sicherheitskultur liegen dabei einer-

Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Vorbereitung und Durchführung von Arbeiten

seits bei der Kontrolldichte und der Sanktionierung sicherheitswidrigen Verhaltens. Wichtig ist auch die Unterstützung des Mitarbeiters durch die Sensibilisierung für Gefahrenwahrnehmung und die Tolerierung von Produktionsausfällen. Wissen, wollen, können und dürfen sind hierbei entsprechende Schlagworte (Abbildung 9).

Abbildung 9:
Psychologische Aspekte beim Arbeitsschutz



FÜR DEN VORGESETZTEN ERGEBEN SICH HIERAUS FOLGENDE AUFGABEN:

Ergänzung der Information und Instruktion: Es reicht nicht, den Mitarbeitern zu sagen, was gefährlich ist. Wir müssen ihre möglichen Fehleinschätzungen aufzeigen und erklären, wie diese zustande kommen. Wir müssen den Mitarbeitern sagen, dass wir verstehen können, wenn ihnen die Sicherheitsmaßnahmen übertrieben erscheinen, dass diese aber notwendig und vom Unternehmen gefordert sind. Wir müssen ihnen auch erklären, dass es Nachteile für sie hat, wenn es das eine Mal gerade sie trifft. Und es kann sie treffen, auch wenn sie das kaum glauben! Die Mitarbeiter müssen wissen, warum welche Regeln bei der Arbeit gelten. Sie müssen diese nachvollziehen und einsehen können. Sie müssen erkennen, dass ihre Gefahreinschätzungen häufig ungenügend sind. Hier helfen Beispiele von Menschen, welche in vergleichbaren Situationen die Gefahr auch falsch einschätzten und Verletzungen oder bleibende Schäden davontrugen.

Gute Planung und Festlegung der Verantwortlichkeiten: Da es schwierig ist, alle Eventualitäten im Vorhinein zu kalkulieren, braucht es Profis, die mit Hilfsmitteln wie Checklisten und Ablaufplänen die Grundlagen für eine sichere Arbeit schaffen. Dies beugt auch dem weit verbreiteten Improvisieren vor. Dieses liegt dem Menschen im Blut, da er sich mit der Lern-Methode „Versuch und Irrtum“ viel innovatives Wissen und technisches Know-how aufgebaut hat.

Strikte Führung: Regelwidriges Verhalten darf nicht toleriert werden! Gute Führungskräfte verhalten sich jederzeit vorbildlich und unterstützen das gewünschte Verhalten der Mitarbeiter mit Lob und Anerkennung. Das bedingt eine regelmässige Kontrolle der Arbeit.

Zeitgeist kalkulieren: Angesichts der rasanten technologischen Entwicklung wird werterhaltende Instandhaltung von Anlagen zum Teil obsolet, da sie ja eh schon bald wieder durch neue ersetzt werden. Hier muss das Unternehmen darauf achten, dass es nicht falsche Signale aussendet. Auch bei relativ kurzen Einsatzzeiten ist präventive Instandhaltung sicherheitstechnisch sinnvoll.

Zurückfragen: Es ist wichtig, die Mitarbeiter immer wieder einzubeziehen, insbesondere bei der Planung von Instandhaltung. Wenn sie sich anders verhalten als wir es wünschen, lautet die erste Frage immer: „Warum macht ihr das so?“ Ist die Antwort eine Ausrede, müssen wir diese sachlich widerlegen. Ist das Gegenargument stichhaltig, müssen wir das Problem lösen!

Abbildung 10:
Richtiges Motivieren als
Schlüsselqualifikation

- **Vorbildliches Verhalten zeigen**
- **Gute Sicherheitsleistung der Mitarbeiter anerkennen**
- **Kritik üben**
- **Mitarbeiter in Entscheidungen einbeziehen**
- **Wettbewerb stimulieren, Ziele setzen**
- **Unfallmechanismen demonstrieren, Konsequenzen darstellen**
- **Erleichterungen schaffen (technisch, organisatorisch)**

Ereignisberichte

Fall 1

MANGELHAFTES VORBEREITUNG

In einem Industriebetrieb wurden bei Erdarbeiten die Kabel der Stromversorgung beschädigt. Dadurch kam es zu einem Kurzschluss und zu einem größeren Stromausfall.

In einem anderen Fall wurde durch einen Bagger eine unterirdische Erdgasleitung beschädigt. Das ausströmende Gas führte zu einer Explosion.

- *Auch Einrichtungen außerhalb der eigentlichen Anlagen (hier: Stromkabel bzw. Gasleitung im Boden) können hohe sicherheitstechnische Bedeutung haben*
- *Speziell bei Aushubarbeiten ist ein sorgfältiges Vorbereiten unerlässlich*

Fall 2

GESPÜLTE PUMPE UNTER DRUCK

Eine Kreislaufpumpe, die in einer Raffinerie heißes Produkt förderte, war defekt und musste repariert werden. Die Pumpe wurde abgestellt, die druck- und saugseitigen Ventile geschlossen und der Zwischenraum gespült.

Bei der späteren Demontage des Pumpendeckels wurden die Reparatur-schlosser mit einem Schwall heißen Produkts übergossen. In einem der Ventile hatte sich verharztes Produkt abgelagert, so dass es nicht vollständig schließen konnte. So gelangte nach dem Entleeren und Spülen der Pumpe wieder heißes Produkt unter Überdruck in den Pumpenraum [Quelle: 9].

- *Unzureichende Gefährdungsbeurteilung vor Beginn der Arbeiten*
- *Nicht-Berücksichtigung der zeitlichen Entkoppelung von Vorbereitung und Durchführung*

- *Der Erfolg vorbereitender Sicherheitsmaßnahmen (hier: drucklos machen und reinigen) muss unmittelbar vor Arbeitsbeginn überprüft werden*
- *Beim Öffnen von Anlagenteilen, die vorher im Betrieb waren, ist immer mit der Freisetzung von Produktresten zu rechnen*
- *Für die Trennung von unter Druck stehenden Teilen gegen die Atmosphäre ist ein einzelnes Ventil nicht ausreichend, speziell wenn seine Dichtheit nicht zweifelsfrei feststeht*

Auf einer Rohrbrücke sollten Schweißarbeiten durchgeführt werden. Da der einweisende Meister nicht schwindelfrei war, erfolgte die Einweisung vom Boden aus. Der ausführende Mitarbeiter verwechselte die Rohrleitung, es kam zum Produktaustritt mit Verätzung des Mitarbeiters.

Fall 3

FEHLERHAFTE
EINWEISUNG

■ *Die Einweisung sollte immer vor Ort erfolgen*

An einem Trockner für Kunststoff-Pellets war eine Gummimanschette undicht geworden und musste ausgewechselt werden. Hierzu gab es eine Arbeitsanweisung, dass der Trockner vor dem Öffnen zunächst mit Stickstoff gespült werden müsse, bis die Temperatur im Innenraum von 180 °C auf 50 °C gefallen war.

Fall 4

ÖFFNEN EINER
HEIßEN ANLAGE

Beim Öffnen des Apparates zu Beginn der Reparaturarbeiten entzündeten sich plötzlich Produktreste am Boden des Trockners, und es kam zu einer Explosion. Wie aus den Aufzeichnungen hervorging, wurde bereits bei einer Temperatur von 125 °C der Stickstoff abgestellt und der Trockner geöffnet.

■ *Gut gemeintes Vorziehen von Arbeiten entgegen der Arbeitsanweisung*

■ *Erst mit der Arbeit beginnen,
wenn die geforderten Prozessparameter eingehalten sind*

Fall 5

VERWECHSELN VON SCHALTERN

In einer kleinen Brauerei wurde aufgrund eines Defekts an der Schrotmühle ein Teil des Malzes nicht richtig geschrotet. Als dies festgestellt wurde, richtete man die ganze Konzentration auf die Erhaltung der Bierqualität. Die Hektik führte dazu, dass am Abend der Stecker des Rührwerkmotors der Sudpfanne nicht gezogen wurde. Am folgenden Tag begann der Sohn des Unternehmers mit der Reinigung der Sudpfanne. Er schaltete die Wasserpumpe ein und kletterte in den Kessel.

Als er die Reinigung beendet hatte, bat er seine Mutter, die Wasserpumpe auszuschalten. Er wollte sich dadurch das Hinaus- und Hineinklettern in die Sudpfanne ersparen. Da Pumpen- und Rührwerkschalter in unmittelbarer Nähe zueinander installiert waren, verwechselte die Mutter die Schaltknöpfe und setzte das Rührwerk in Gang. Normalerweise konnte das Rührwerk in der Sudpfanne nicht anlaufen, da es vom Netz getrennt war. Jetzt wirkte sich das Versäumnis vom Vortag aus. Der Versicherte zog sich schwere Quetschverletzungen am rechten Zeigefinger zu; der Finger musste amputiert werden.

■ *Sichere Trennung gefährdender Energien war nicht gegeben*

■ *Vor jedem Arbeitsbeginn an/in Einrichtungen ist die sichere Trennung gefährdender Energien zu überprüfen*

■ *Bei nebeneinander angeordneten Schaltern ist immer mit Verwechslungen zu rechnen. Dem kann durch entsprechend auffällige Kennzeichnung vorgebeugt werden*

In einem Kraftfutterwerk stellte der Anlagenführer eine Störung an einem Mischer fest. Der Schichtführer wurde daraufhin zur Störungsbeseitigung an den Mischer gerufen, zusätzlich wurde der Betriebsleiter informiert. Der Anlagenführer schaltete den Hauptschalter am Mischer ab, danach prüfte der Schichtführer den geöffneten Mischer.

Zu diesem Zeitpunkt kam der Betriebsleiter zum Mischer und befürchtete, dass der Hauptschalter nicht ausgeschaltet war und der Mischer nur durch Betätigung des Endschalters stünde. Die Farbkodierung am Hauptschalter führte beim Betriebsleiter zu einer Verwechslung. Er war der Meinung, die grüne Unterlegung des Stellteiles entspräche der Betriebsstellung, entsprechend der Farbkennzeichnung einer Verkehrsampel. Am Hauptschalter ist aber der sichere Zustand, also die „Stellung o“ grün unterlegt.

Er schaltete vermeintlich den Hauptschalter ab, der Mischer lief an. Der linke Daumen des Schichtführers wurde zwischen Mischergehäuse und Mischwerkzeug abgeschert.

Fall 6

IRRTÜMLICHES EINSCHALTEN EINES RÜHRERS

- *Der Hauptschalter war nicht gegen Wiedereinschalten gesichert, zum Beispiel mittels Vorhängeschloss*
 - *Die gefahrbringende Bewegung, d.h. das Anlaufen der Mischerblätter, wurde durch das Betätigen des Hauptschalters ausgelöst. Ein zusätzliches Stellglied war nicht vorhanden*
-
- *Die Bedienung von Einrichtungen darf nur durch dafür ausgebildetes Personal nach Absprache mit allen Beteiligten erfolgen*
 - *Beschriftung und Kennzeichnungen, speziell von Sicherheitseinrichtungen müssen verwechslungssicher sein*
 - *Gefahrbringende Energien müssen gegen Wiedereinschalten gesichert sein*

Ereignisberichte

Fall 7

UNERWARTETER ANLAUF

An der Abwassersiebanlage einer Biogasanlage sollte am Einfülltrichter eine Spülwasserleitung angebaut werden, so dass das zu fördernde Material besser den Trichter hinunter zu einer dort befindlichen Förderschnecke rutschen konnte. Der Mitarbeiter hatte bereits die Rohrschellen für die neue Wasserleitung am Trichter befestigt, als ihm ein spezielles Teil in den Trichter fiel. Der Mitarbeiter wollte dieses Teil wieder herausholen.

Die Förderschnecke stand still und er stieg in den Trichter ein. Plötzlich lief unerwartet die Förderschnecke wieder an und verletzte beide Füße erheblich. Unfallursache war, dass eine Ultraschallsonde an der Decke den einsteigenden Mitarbeiter als „Material“ identifizierte und daraufhin den Schneckenmotor in Gang setzte.

- *Vor jedem Arbeitsbeginn an/in Einrichtungen ist die sichere Trennung gefährbringender Energien zu überprüfen*

Fall 8

VERWECHSELN VON WERKSTOFFEN

In einem Autoklaven wurde eine Nitro-Verbindung mit Wasserstoff zu einer Anilin-Verbindung umgesetzt. Es war bekannt, dass sich die Ausgangsverbindung in Anwesenheit von Buntmetallen in einer exothermen Reaktion zersetzen konnte, weshalb der Autoklav ganz aus Edelstahl gefertigt war. Nach einigen Wochen fehlerfreien Betriebs hatte das Thermoelement einen Defekt. Ein Schlosser der Instandhaltungsabteilung des Unternehmens wechselte das Messinstrument aus, das mittels eines Hüllrohres gegen Chemikalieneinflüsse geschützt war.

Beim Anschrauben des Hüllrohres verwendete der Schlosser statt der ursprünglichen Edelstahl-Schrauben versehentlich einige Messingschrauben. Bei dem nächsten Reaktionsansatz kam die Nitroverbindung mit dem Buntmetall in Kontakt und zersetzte sich, was zu einem Druckaufbau in dem Autoklaven mit Ansprechen der Berstscheibe und Austritt von Produkt in die Autoklavenkammer führte.

- *Durch organisatorische Maßnahmen wie getrennte Ersatzteillagerung und gezielte Bereitstellung von Ersatzteilen kann eine Verwechslung von Einbauteilen verhindert werden*
- *Durch gezielte Information der Beteiligten über die Hintergründe der Aufgabe („Sinn-Kommunikation“) kann die Gefahr einer Verwechslung verringert werden*
- *In besonderen Fällen sollte die Ausführung durch Vorgesetzte überprüft werden*

Im Rahmen einer Funktionsprüfung an einem Trockner wurde zunächst die gesamte Anlage mit Beheizung und Absauggebläse abgestellt.

Zu Testzwecken nahm das Personal dann die Förderschnecke wieder in Betrieb. Hierdurch wurden lösemittelfeuchte Produktreste, die an der Schnecke hafteten, in den Trockner gefördert. Der Trockner war zu diesem Zeitpunkt noch warm. Das Lösemittel verdampfte, und es kam es zu einem Druckanstieg, der zum Ansprechen der Berstscheibe und zum Austritt von Produkt- und Lösemitteldämpfen führte [Quelle: 9].

Fall 9

EINSCHALTEN EINER FÖRDERSCHECKE

■ *Nicht ausreichend durchdachte Abläufe bei der Durchführung einer Prüfung*

■ *Der Ablauf von Prüfungen (= anderer Betriebszustand) ist systematisch sicherheitstechnisch zu hinterfragen*

■ *Dieses Hinterfragen muss auch mögliche Abweichungen vom geplanten Ablauf (hier: Einschalten der Förderschnecke, die mit Produktresten behaftet war) erfassen*

In einem Flachbodentank wurde ein Stoff mit einem Schmelzpunkt von 40 °C flüssig gelagert und mit Stickstoff inertisiert.

Zur Vorbereitung von Reparaturarbeiten wurde der Behälter soweit möglich entleert und die Beheizung der Überdrucksicherung abgestellt. Dies führte zum Zukristallisieren des Flammensiebes oberhalb der Überdrucksicherung. Durch den einströmenden Stickstoff kam es zum Druckaufbau im Tank und zu einem Schaden durch plastische Verformung.

Fall 10

ABSCHALTEN EINER BEHEIZUNG

■ *Das Schutzkonzept einer Anlage (hier: Verhinderung von Überdruck mittels Überdrucksicherung und nachgeschaltetem Flammensieb) muss systematisch bezüglich der Störeinflüsse, die die Schutzfunktion außer Kraft setzen können, analysiert werden*

■ *Das Schutzkonzept und die Ergebnisse systematischer Untersuchungen sind die Basis für Betriebsanweisungen und Sicherheitsunterweisungen. Damit sind Mitarbeiter in der Lage, die Auswirkungen von Eingriffen selbst zu erkennen*

■ *Die Funktion von Sicherheitseinrichtungen und ihren Hilfseinrichtungen (hier: Beheizung der Überdruckabsicherung) muss überwacht und gegebenenfalls ein Weiterbetrieb der Anlage bei Ausfall oder Abschaltung verhindert werden*

Ereignisberichte

Fall 11

ÖFFNEN EINER INERTISIERTEN ANLAGE

Das Förderband einer Produktionsanlage für Kunststoff-Vorprodukte war zur Verminderung der Emission methanolhaltiger Dämpfe eingehaust. An mehreren Stellen wurde in die Umhausung Stickstoff eingeleitet, um eine explosionsfähige Atmosphäre durch das Eindringen von Luftsauerstoff zu vermeiden.

Als die Anlage wegen eines Schadens an anderer Stelle abgestellt wurde, wollte der Schichtführer die Abschaltung dazu benutzen, die Ursache für ein ungewöhnliches Geräusch in der Nähe des Förderbandes zu ermitteln. Hierzu öffnet er die Inspektionsklappen, ohne dass der Innenraum zuvor mit Wasserdampf ausgespült worden war. Diese Maßnahme war eigentlich vorgeschrieben, um eine explosionsfähige Atmosphäre in der Anlage zu verhindern. Kurz nach dem Öffnen der Inspektionsklappe kam es zu einer Explosion.

■ *Im vermeintlichen Interesse der Firma werden Sicherheitsvorgaben missachtet*

- *Schutzkonzept (hier: zur Verhinderung ex-fähiger Atmosphäre) muss allen Beteiligten klar sein*
- *Auch kurzzeitige Eingriffe (hier: nur schnell nachsehen) können ein Schutzkonzept aushebeln*
- *Allen Beteiligten muss klar sein, dass niemand für rasche Hilfe zu Lasten der Sicherheit gelobt wird*



Guter Wille allein genügt nicht, bei Mitarbeitern und Führungskräften muss der Sicherheitsgedanke mit allen Handlungen verknüpft sein.



In einem Tank mit einem Nennvolumen von 250 m³ wurde ein teerartiger Stoff als Schmelze gelagert. Nach längerem Betrieb wurden Ablagerungen und Verschmutzungen am Tankboden vermutet, so dass der Tank geöffnet und komplett gereinigt werden sollte. Nach dem Leerpumpen wurde der Tank komplett von der Anlage abgekoppelt. Als Ausrüstung für den Reinigungsvorgang erhielt er eine separate Tauchung zur Absicherung gegen Überdruck und eine Druckanzeige in der Messwarte sowie eine neue Befüllleitung zur Beaufschlagung mit überhitztem Kondensat.

Um verbliebene Produktreste anzulösen, wurde Kondensat mit einer Temperatur von etwa 130 °C langsam in den Tank gefahren. Die überhitzte Flüssigkeit dampfte im Tank aus und führte zu einer Volumenausdehnung im Gasraum, die sich über die Tauchung entspannen sollte. Zu Beginn der Tankreinigung wurde die Funktion der Überdruckabsicherung stichprobenweise kontrolliert. Nach zwei Stunden Kondensatzugabe riss plötzlich das Tankdach auf. Hauptursache für den unzulässigen Druckanstieg war eine Verwechslung der Dachstützen. Die Tauchung für die Druckentlastung wurde nicht an den vorgesehenen, sondern an einen Stützen mit Tauchrohr angeschlossen. Dieses geriet mit steigendem Füllstand unter Flüssigkeitsverschluss, und der Tank konnte nicht mehr entgasen. Der Innendruck stieg und überschritt den zulässigen Betriebsüberdruck.

Fall 12

FEHLERHAFT MONTAGE

■ *Verwechslung von Anschlussstützen in Verbindung mit unterlassener Prüfung der korrekten Ausführung der Arbeit*

■ *Schutzeinrichtungen müssen vor der ersten Inbetriebnahme auf korrekte Ausführung und Wirksamkeit überprüft werden.*

Fall 13

GEÄNDERTE ENTLÜFTUNG

In einem Kondensatortank wurde Dampf in einer Flüssigkeitsvorlage kondensiert. Der Tank wurde über eine Leitung zur Atmosphäre entlüftet. Die Entlüftungsleitung endete ursprünglich in der Nähe eines Treppenaufgangs, wodurch die Benutzung dieses Zugangs beeinträchtigt war. Zur Verbesserung dieser Situation wurde die Leitung bis zum Dach des Gebäudes verlängert. In Folge der größeren Oberfläche des verlängerten Rohres kam es zu einer verstärkten Dampfkondensation in der Entlüftungsleitung. Da der Leitungsdurchmesser unterdimensioniert war, wurde die Leitung durch das Kondensat geflutet. Beim Öffnen der Leitung zu Wartungszwecken wurde ein Schwall von Dampfkondensat aus der Leitung emittiert.

■ *Technische Änderung der Anlage ohne systematische Analyse der Auswirkungen*

■ *Auch scheinbar kleinere Änderungen müssen technisch korrekt ausgeführt werden*

■ *Die Auswirkung unter Sicherheitsaspekten ist für jede technische Anlagenänderung zu hinterfragen*

In einem Rührbehälter wurde ein thermisch instabiles Zwischenprodukt hergestellt. Das Sicherheitskonzept des Rührbehälters basierte darauf, die Temperatur auf maximal 60 °C zu begrenzen. Das Reaktionsgemisch wurde deshalb ausschließlich mit Warmwasser im Behältermantel beheizt. Bei Überschreitung des Temperaturwertes wurde die Zufuhr des Warmwassers und der Einsatzstoffe automatisch unterbrochen. Aufgrund der vorliegenden sicherheitstechnischen Untersuchungen des Reaktionsgemisches war damit der Abstand zur Zersetzungstemperatur ausreichend bemessen.

Eine Anlagenänderung führte dazu, dass für das Ablaufrohr des Behälters eine Dampf-Begleitheizung installiert wurde, die mit dem Warmwasserkreislauf des Heizmantels verbunden war. Durch einen teilweise geschlossenen Kugelhahn in der Warmwasser-Ablaufleitung kam es eines Tages zu einer Durchflussverringerung, der Dampf schlug in den Heizmantel des Behälters zurück. Die erhöhte Temperatur löste die Zersetzung des Zwischenproduktes aus. Durch die Explosion und den darauf folgenden Brand wurden zwei Mitarbeiter schwer und weitere 15 leicht verletzt. Es entstand Sachschaden in Millionenhöhe.

Fall 14

GEÄNDERTE BEHEIZUNG

■ *Die Änderung (hier: Dampfbegleitheizung für Ablaufrohr) wurde nicht bezüglich möglicher sicherheitstechnischer Auswirkungen hinterfragt (hier: Dampfdurchschlag in Warmwasserkreislauf)*

■ *Systematische Sicherheitsbetrachtungen müssen auch scheinbar kleine Änderungen erfassen, da diese ein sicheres Konzept aushebeln können*

Ereignisberichte

Fall 15

VERLÄNGERTE SPÜLZYKLEN

Bei dem routinemäßigen Wechsel eines Sicherheitsventils an einem Polymerisationsreaktor kam es zu einer Stichflamme. Die Untersuchung des Ereignisses ergab, dass einige Zeit zuvor die Betriebsanweisung für das Spülen des Rohrstückes vor dem Sicherheitsventil geändert worden war. Nach jahrelangem problemlosen Betrieb der Anlage hatte man die zunächst täglichen Spülungen auf nur noch wenige Spülungen pro Monat reduziert, da nie Ablagerungen beobachtet worden waren. In dem Rohrstück konnte sich nun ein Polymerfilm mit an Luft leicht entzündlichem Popcorn-Polymer bilden. Beim Wiedereinbau des Sicherheitsventils wurde die Polymerhaut aufgerissen und das Popcorn-Polymer entzündete sich.

■ *Eine organisatorische Sicherheitsmaßnahme (hier: tägliche Spülung) wurde unter dem Aspekt Zeitersparnis geändert*

■ *Aufwandsreduzierende Änderungen an organisatorischen Maßnahmen (hier: Verlängerung von Prüfzyklen) dürfen nur in kleinen Schritten und unter systematischer Kontrolle der Auswirkungen jedes Schritts erfolgen*



Auch scheinbar unbedeutende Anlagenänderungen und Verbesserungsvorschläge sind sicherheitstechnisch zu hinterfragen.



Der Inhalt eines im Freien aufgestellten Acrylsäuretanks wurde mittels einer Zirkulationspumpe ständig über zwei Rohrleitungssysteme im Kreislauf gefahren, um eine gleichmäßige Verteilung des Inhibitors im Gemisch sicherzustellen und die Temperatur im Lagertank mittels eines Wärmeaustauschers konstant zu halten. Die mit dem Tank verbundenen Rohrleitungssysteme führten u. a. durch das benachbarte Gebäude, dessen Dach wegen Bauarbeiten teilweise abgedeckt war.

Aufgrund eines Stromausfalls kam die Zirkulationspumpe zum Stillstand, und die Beheizung des Gebäudes fiel aus. Bei niedrigen Außentemperaturen kühlte das Gebäude schnell aus, und in nicht isolierten Rohrleitungsabschnitten kam es durch Auskristallisation der Acrylsäure zur Verstopfung. Die Temperaturüberwachung war in einem nicht eingefrorenen Rohrleitungsbereich installiert, weshalb die Produkttemperatur nicht richtig erfasst wurde. Nach ca. 30 Minuten konnte die Anlage wieder in Betrieb genommen werden. Hierbei förderte die Zirkulationspumpe gegen die verstopfte Leitung. Dadurch erhöhte sich die Temperatur der Acrylsäure auf der Druckseite der Pumpe und eine Polymerisationsreaktion setzte ein. Nach dem Auftauen der eingefrorenen Leitungsabschnitte gelangten die Polymerisationskeime über die Kreislaufleitung in den Lagertank zurück, in dem eine zunächst langsam verlaufende Polymerisationsreaktion in Gang gesetzt wurde. Diese beschleunigte sich und führte nach vier Tagen zum Bersten des Lagertanks und einem anschließenden Brand.

Fall 16

ZUGEFRORENE PRODUKTLEITUNG

■ *Eine Änderung im Umfeld (hier: geöffnetes Dach) wurde nicht als Änderung des Sicherheitskonzepts gegen Einfrieren erkannt. Die Stromunterbrechung und der damit verbundene Wegfall der Strömung in den Leitungen wurde nicht in Verbindung mit dem geöffneten Dach als Sicherheitsproblem erkannt*

■ *Auch Bauarbeiten in der Nähe von Anlagen können sicherheitsrelevante Randbedingungen verändern!*

■ *Mögliche Auswirkungen von (zeitlich befristeten) Änderungen (hier: Öffnen von Gebäude) hinterfragen*

■ *In manchen Fällen entstehen erst in Kombination mit geänderter Randbedingungen gefährliche Zustände*

Fall 17

ZUGEFRORENE ENTSPANNUNGS- LEITUNG

In einem Tanklager für druckverflüssigte Gase wurde ein Kugelbehälter im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung einer Wasserdruckprobe unterzogen. Bei diesem Vorgang gelangte Wasserdampf in das gemeinsame Rohrleitungsnetz, über das Entspannungsgase einer Verbrennungsanlage zugeführt werden. Auf Grund der niedrigen Außentemperatur kam es an Ventilen des Rohrleitungsnetzes durch Eisbildung zu einem Rohrleitungsverschluss.

Als wenig später ein anderer Kugelbehälter entspannt wurde, kam es wegen des Eispfropfens im Entspannungssystem zu einem Druckanstieg im Kugelbehälter und schließlich in Folge undichter Flanschverbindungen zum Austritt von Gas. Nur durch rasches Anlegen von Dampfschläuchen konnte die Vereisung beseitigt und ein weiterer Gasaustritt verhindert werden.

■ *Einflüsse der Witterung in Verbindung mit Feuchtigkeit nicht bedacht, eingebrachte Hilfsstoffe nicht mehr vollständig entfernt*

■ *Eingebrachte Medien müssen nach Abschluss der Arbeiten wieder komplett entfernt werden. Dies ist zu überprüfen.*

■ *Der Einfluss der Witterung (hier: Kälte) muss auch in Bezug auf eingesetzte Medien/Hilfsstoffe während anderer Betriebszustände (hier: Prüfung) hinterfragt werden*

In einer Molkerei kam es zu einer Störung an einem Becherstapler. Zur Störungsbeseitigung wurde der Betriebsschlosser an die Maschine gerufen, der den Fehler schnell behob. Nachdem der Schlosser die Verdeckung zum Schutz der Quetsch- und Scherstellen wieder angebracht hatte, gab er die Maschine frei.

Bereits nach wenigen Maschinentakten trat die Störung erneut auf. Umgehend schraubte der Schlosser die Verdeckung wieder ab. Er hatte die Maschine allerdings vorher weder gegen Wiedereinschalten gesichert, noch hatte er die Fortführung der Arbeiten untersagt. Er ging davon aus, von dem Maschinenführer bemerkt worden zu sein. Dies war nicht der Fall. Der Maschinenführer, der mit dem Rücken zum Schlosser stand, fuhr die Maschine einen Takt weiter, um einen Becher einzusetzen. Da sich der Kopf des Schlossers zwischen der Traverse des Becherstaplers und dem Maschinenrahmen befand, waren schwere Kopfverletzungen die Folge.

Fall 18

UNKOORDINIERT STÖRUNGS- BESEITIGUNG

- *Wiederaufnehmen von Arbeiten ohne Kommunikation zwischen Instandhalter und Betriebspersonal*
- *Maschine war nicht gegen Wiederanfahren gesichert*

- *Arbeiten erst beginnen/fortsetzen, wenn alle Beteiligten informiert sind*
- *Maschinen mit gefahrbringenden Energien müssen gegen Wiederanfahren gesichert sein*

Nach Wartungsarbeiten an einer Chlorleitung wurde das Rohrstück mit Aceton gereinigt. Bei der Wiederinbetriebnahme der Leitung reagierte das Chlor sehr heftig mit Resten des Lösemittels. Die Reaktionswärme war dabei so groß, dass es zu einem Brand der Rohrleitung kam. Dieser so genannte Chlor-Eisen-Brand ist typisch für Chlorleitungen, wenn es zum Kontakt mit organischen Stoffen kommt [Quelle: 9].

Fall 19

REINIGUNGSMITTEL IN CHLORLEITUNG

- *Auftraggeber: Stoffspezifische Risiken von Reinigungsmitteln berücksichtigen und kommunizieren*

Ereignisberichte

Fall 20

ABGEDECKTE FLANSCHEN

Ein 1000 m³ großer Lagerbehälter wurde zur Verschrottung vorbereitet. Dazu wurde er mit Wasser gespült und mit Wasserdampf „ausgekocht“. Zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen deckte jemand in guter Absicht die offenen Flansche mit Aluminiumfolie ab. Diese scheinbar belanglose Maßnahme griff in das Sicherheitskonzept gegen Unterdruck ein! Durch einen heftigen Gewitterregen kühlte sich der Behälter plötzlich stark ab. Dadurch kondensierte der Wasserdampf an der Behälterinnenwand, ohne dass durch die abgedeckten Flansche im gleichen Maße Luft von außen nachströmen konnte. Der Behälter wurde durch den Unterdruck stark eingezogen. Wegen der anstehenden Verschrottung war dies ein eher harmloses Ereignis. In jedem anderen Fall hätte es zu einem wirtschaftlichen Schaden geführt.

- *Eine gut gemeinte Verbesserung (hier: Abdeckung offener Flansche zur Reduzierung von Geruchsbelästigungen) blockierte das Konzept gegen Über-/Unterdruck*

- *Eingriffe in Systeme (hier: Verschließen) müssen mit allen Beteiligten abgestimmt werden*

- *Witterungseinflüsse müssen bei Freianlagen immer berücksichtigt werden*

Fall 21

NICHT BEFÜLLTER TAUCHVERSCHLUSS

In einer Produktionsanlage zur Herstellung von Farbstoffen musste in der Abgasleitung ein Ventilator ersetzt werden. Bei den Reparaturarbeiten wurde das Wasser aus einem Tauchverschluss der Abgasleitung abgelassen. Hierdurch bestand eine offene Verbindung zwischen der Abgasleitung und einem Abwasserkanal. Beim Anfahren der Anlage kam es über den Abwasserkanal zur Freisetzung von giftigem Phosgen, das als Abgas bei dem Prozess entsteht.

- *Instandhalter: Nach Abschluss der Arbeiten Sicherungen wieder in Betrieb nehmen*

- *Betreiber: Arbeiten nach Abschluss kontrollieren*

- *Anlagenplaner: Möglichkeiten zur Funktionskontrolle von Schutzeinrichtungen vorsehen*

Nach Beendigung von Instandhaltungsarbeiten in der Umspannanlage eines Kraftwerkes gab die verantwortliche Serviceeinheit ein Netzelement zur Wiederinbetriebnahme frei, obwohl die Erdungseinrichtungen noch nicht vollständig entfernt worden waren. Dadurch kam es zu einem Kurzschluss, der einen größeren Stromausfall zur Folge hatte.

Fall 22

NICHT ENTFERNT
ERDUNG

- *Instandhalter: Sicherungsmaßnahmen für Instandhaltungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten wieder entfernen*
- *Betreiber: Zustand der Anlage vor Freigabe kontrollieren*
- *Anlagenplaner: Auswirkungen eines Kurzschlusses berücksichtigen*

In einer Füllkörperkolonne wurde das durch Oleumdestillation erzeugte SO_3 mit Schwefelsäure absorbiert. Aufgrund einer Störung mussten an der Kolonne Reparaturarbeiten durchgeführt werden. Bei den Reparaturarbeiten fielen einige Füllkörper der Kolonne in das Kolonnenunterteil. Beim Anfahren der Anlage wurden diese Füllkörper in die Säureablaufleitung gespült und führten zu einer Verstopfung. Durch den Rückstau der Schwefelsäure bis in die Höhe des Gaseintritts kam es dort zu einer heftigen Reaktion. Durch die Wärmespannung brach die Glaskolonne und es kam zur Freisetzung von SO_3 .

Fall 23

VERGESSENE
FÜLLKÖRPER

- *Instandhalter: Nach Abschluss der Arbeiten Fremdkörper, Verunreinigungen und Arbeitsgerät entfernen*
- *Betreiber: Arbeiten nach Abschluss kontrollieren*
- *Anlagenplaner: im Sicherheitskonzept der Anlage Absicherung gegen Überfüllung vorsehen*

Ereignisberichte

Fall 24

NICHT EINGEBAUTES SCHUTZROHR

Bei Revisionsarbeiten an einem Lagertank wurde von dem zuständigen Messtechniker ein so genannter Stabstrahler (verwendet als Füllstandsmessgerät) ausgebaut und ordnungsgemäß gelagert. Wegen Behinderung bei den weiteren Arbeiten wurde später durch die Schlosser auch das Schutzrohr entfernt und nicht gekennzeichnet abgelegt. Beim Wiedereinbau des Messgerätes wurde das Schutzrohr vergessen. Das Halteseil war damit den Medien im Behälter ausgesetzt und korrodierte.

Das Ausbauen des Schutzrohres wurde zwischen den Beteiligten nicht kommuniziert. Beim Wiedereinbauen wurde das Fehlen infolge verschiedener Zuständigkeiten nicht bemerkt [Quelle: 9].

- *Instandhalter: Arbeiten nicht unabgesprochen durchführen, Anlage vor Übergabe an Betrieb kontrollieren*
- *Betreiber: Zustand der Anlage vor Freigabe kontrollieren*

Fall 25

NICHT VERSCHLOS- SENER FILTERDECKEL

Beim Umschalten des Produktstroms an zwei wechselweise betriebenen Filtern kam es zur Freisetzung eines Reaktionsgemisches unter der Spritzschutzhaube des zuvor gereinigten und instandgesetzten Filters.

Nach Reinigung und Instandsetzung sollte der Filter zunächst geöffnet bleiben. Hinweisschilder machten auf die nicht abgeschlossenen Arbeiten aufmerksam. Zum Zeitpunkt der Wiederinbetriebnahme des Filters – drei Tage nach seiner Reinigung und Instandsetzung – waren die Hinweisschilder entfernt, der Filterdeckel zugeklappt und die Spritzschutzhaube aufgesetzt. Sie täuschte Betriebsbereitschaft vor und ließ nicht erkennen, dass der Filterdeckel unverschraubt war. Schriftliche Anweisungen für die Wiederinbetriebnahme des Filters bestanden nicht [Quelle: 9].

- *Hinweisschilder nie ohne Rücksprache entfernen*
- *Betreiber: Anlage nicht vor Freigabe wieder in Betrieb nehmen, Zustand der Anlage vor Freigabe kontrollieren*

Weitere Ereignisbeschreibungen finden sich beispielsweise in Literatur [4].

Gefährdung und Risiko

Umgangssprachlich werden für die Begriffe Gefahr, Gefährdung und Risiko, manchmal auch regional verschieden, andere Interpretationen verwendet. In dieser Broschüre wird in Anlehnung an internationale Normen von folgendem Begriffsverständnis ausgegangen:

In Anlehnung an die EN 1050 ist das Risiko, bezogen auf eine betrachtete Gefährdung, eine Funktion von Ausmaß des möglichen Schadens, der durch die betrachtete Gefährdung verursacht werden kann, und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts dieses Schadens. Die erforderliche Risikobeurteilung erfasst die Risikoanalyse und die Risikobewertung.

Sicherheitskonzept

Das Sicherheitskonzept einer Anlage beschreibt die Summe aller technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen, die den sicheren Betrieb der Anlage gewährleisten.

Instandhaltung

In Anlehnung an die EN 13306 wird in dieser Broschüre der Begriff Instandhaltung verwendet für alle technischen und organisatorischen Maßnahmen, die eine Anlage oder Maschine in funktionsfähigem Zustand halten oder in diesen zurückführen. Hierzu zählt einerseits die präventive (vorbeugende) Instandhaltung mit den Teilaspekten Wartung und Funktionsprüfung, andererseits auch die korrektive Instandhaltung mit den Teilaspekten Reparatur und Störungsbeseitigung.

Änderungen

Der Begriff Änderung im Sinne dieser Broschüre umfasst jede dauerhafte oder zeitweilige Modifikation einer Anlage oder eines Verfahrens, durch die beispielsweise:

- Gebäude und Bauwerke,
- Apparate, Rohrleitungen und Einrichtungen,
- Einsatzstoffe, Hilfsstoffe und Rezepturen (z. B. Rohstoffe, Additive, Katalysatoren, Konzentrationen, Mengen),
- definierte verfahrensspezifische Prozessparameter (z. B. Druck, Temperatur, Verweilzeiten),
- Betriebsanweisungen, Steuerungs- oder Regelkonzepte (z. B. Reinigungs- und Wartungszyklen),
- Werkstoffe,

Glossar

- Sicherheitsfunktionen,
- Kapazitäten und Emissionen

geändert werden, neu hinzukommen oder wegfallen und die Auswirkungen auf die Sicherheit oder die Genehmigungssituation der Anlage haben könnten, einschließlich Versuchsläufe, Stilllegung und Verschrottung.

Änderungen sind auch Veränderungen in Bezug auf:

- Organisation (Prozeduren und Abläufe innerhalb einer Abteilung),
- Kontraktoren,
- Infrastruktur,
- Reduzierung der Anzahl der Personen oder substantielle Änderung / Erweiterung des Aufgabenfeldes
 - in der Produktion oder Instandhaltung,
 - bei Personen mit Verantwortung für den Arbeitsschutz und das Notfallmanagement im Betrieb, z. B. durch Erhöhung der Komplexität von Anlagen.



Management of Change (MOC)

MOC steht für den systematischen Prozess, unter dem Aspekt der Sicherheit eine dauerhafte oder auch nur vorübergehende Änderung in einer Anlage oder Einrichtung vorzunehmen. Die Anlage wird dabei von einem definierten, sicheren Ausgangszustand in einen neuen, geänderten, ebenfalls sicheren Zustand überführt.

Sicherheitsschalter

Der Sicherheitsschalter [5] wird auch Revisionsschalter, Wartungsschalter, Reparaturschalter, Instandsetzungsschalter, Störschalter usw. genannt. Die Bezeichnung Sicherheitsschalter wird im deutschen Sprachraum manchmal auch für sicherheitsgerichtete Positionsschalter benützt. Dadurch können sich Missverständnisse ergeben. In dieser Broschüre wird ausschließlich die Bezeichnung Sicherheitsschalter verwendet. In der Literatur [6] sind noch weitere Abschalteinrichtungen beschrieben wie: Trenneinrichtungen, Hauptschalteinrichtungen, Einrichtung zum sicheren Abschalten, Notschalteinrichtung, Sonderbetriebssteuerung, Einrichtung zum sicheren Stillsetzen, Funktionsschalteinrichtung.

Broschüren und Veröffentlichungen

- [1] IVSS-Broschüren „Das PAAG-Verfahren“ und „Gefahrenermittlung/ Gefahrenbewertung“. Bezugsquelle: IVSS Sektion Chemie, c/o Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, D-69115 Heidelberg
- [2] C. Grusenmeyer: Interactions Maintenance-Exploitation et Sécurité. Bezugsquelle: INRS ND 2166, F-75680 Paris Cedex
- [3] CRAM Normandie: Analyse de 93 accidents de «dépannage»
- [4] ESCIS-Bulletins, Nr.1: Der einfache Fehler, Nr.3: Routine – eine Gefahr?, Nr. 8: Immer wieder die gleichen Ursachen. Bezugsquelle: SUVA, Postfach, CH-6002 Luzern
- [5] SUVA-Merkblätter 44042.d Sichern Sie sich sicher; CE93-9.d Der Sicherheitsschalter. Bezugsquelle: SUVA, Postfach, CH-6002 Luzern
- [6] Schalteinrichtungen für die Sicherheit der an der Maschine tätigen Personen. Bezugsquelle: IVSS Sektion Maschinen- und System-sicherheit, c/o Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, D-68165 Mannheim
- [7] Clouds of injustice, Bhopal disaster 20 years on.
© Amnesty International Publications 2004, ISBN: 0-86210-364-9
www.amnesty.org
- [8] Jochen Buchsteiner: „Die verwundete Stadt“, FAZ vom 26.11.2004
© alle Rechte vorbehalten. Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Frankfurt. Zur Verfügung gestellt vom Frankfurter Allgemeine Archiv.
- [9] Datenbank sicherheitsrelevanter Ereignisse der Dechema
www.dechema.de/ereignis_db

Normen

- EN 1050 Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung
- EN 13306 Begriffe der Instandhaltung
- EN ISO 12100 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe
- EN ISO 13849 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen
- IEC 60204 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
- IEC 60447 Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI)
- IEC 60812 Analysetechnik für Systemzuverlässigkeit. Verfahren für Fehlerart- und Effektanalyse (FMEA)
- IEC 61882 Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies)
- ISO 4413 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile. Hydraulik
- ISO 4414 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile. Pneumatik
- ISO 14118 Sicherheit von Maschinen – Vermeidung von unerwartetem Anlauf

DIE IVSS UND DIE VERHÜTUNG VON ARBEITSUNFÄLLEN UND BERUFSKRANKHEITEN

Der besondere Ausschuss für Prävention der IVSS bringt Arbeitsschutzspezialisten aus aller Welt zusammen. Er fördert das internationale Vorgehen in diesem Bereich. Er koordiniert die Tätigkeiten der acht Internationalen Sektionen für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten, die in verschiedenen Industrien und in der Wirtschaft tätig sind und ihre Sekretariate in verschiedenen Ländern haben. Drei weitere Sektionen befassen sich mit Informationstechniken im Bereich des Arbeitsschutzes, der einschlägigen Forschung und der Erziehung und Ausbildung zur Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten.

Die Tätigkeiten der internationalen Sektionen der IVSS bestehen aus

- dem Austausch von 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.

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 Sektionen erhältlich.

**MINDESTENS EINE DIESER ARBEITSSCHUTZSEKTIONEN DER IVSS
ENTSPRICHT AUCH IHREM EIGENEN FACHBEREICH:
ZÖGERN SIE NICHT, MIT IHR KONTAKT AUFZUNEHMEN**



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für die LANDWIRTSCHAFT
Bundesverband der landwirtschaftlichen
Berufsgenossenschaften (BLB)
Weißensteinstraße 72
34131 KASSEL-WILHELMSHÖHE
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für MASCHINEN- UND
SYSTEMSICHERHEIT
Berufsgenossenschaft
Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN)
Dynamostraße 7-11
68165 MANNHEIM
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für die CHEMISCHE INDUSTRIE
Berufsgenossenschaft der chemischen
Industrie (BG Chemie)
Kurfürsten Anlage 62
69115 HEIDELBERG
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für den BERGBAU
Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBG)
Hunscheidtstraße 18
44789 BOCHUM
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für den HOCH- UND TIEFBAU
Caisse régionale d'assurance-maladie
d'Île de France (CRAMIF)
17-19, place de l'Argonne
75019 PARIS
Frankreich



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für FORSCHUNG
Institut National de Recherche et de
Sécurité (INRS)
30, rue Olivier Noyer
75680 PARIS CEDEX 14
Frankreich



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für ELEKTRIZITÄT - GAS -
FERNWÄRME - WASSER
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik
und Elektrotechnik (BGFE)
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 KÖLN
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für ERZIEHUNG UND AUSBILDUNG
Commission de la Santé et de la Sécurité
du Travail du Québec (CSST)
1199, rue De Bleury
MONTREAL, QUEBEC H3C 4E1
Kanada



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für INFORMATION
Institut pour la prévention, la protection
et le bien-être au travail (PREVENT)
88, rue Gachard, Boîte 4
1050 BRUXELLES
Belgien



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für das GESUNDHEITSWESEN
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege (BGW)
Pappelallee 35-37
22089 HAMBURG
Deutschland



INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS
für die EISEN- UND METALLINDUSTRIE
Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
(AUVA)
Adalbert-Stifter-Straße 65
1200 WIEN
Österreich