

VDI-Trainingsseminar III  
Dokumentationssysteme als Instrumente des  
Sicherheitsmanagement  
6.-7.November 1995, Stuttgart

Erhebung und Auswertung von Störfällen in Deutschland

Hans-Joachim Uth, Berlin

Übersicht

- Warum Störfall und Unfallauswertung ?
- Erfassung und Auswertung von Störfällen in Anlagen, Aufgaben und Tätigkeit der ZEMA
- Internationaler Erfahrungsaustausch
- Organisation der betrieblichen Erfassung und Auswertung von Störungen/Unfällen/Störfällen
- Kommunikation

# *Erhebung und Auswertung von Störfällen in Deutschland*

## 1 Warum Störfall und Unfallauswertung ?

Störfälle/Unfälle sind unverzichtbare Quellen für die Fortentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik.

Aus der Analyse von Störfällen/Unfällen sind dabei Erkenntnisse zu gewinnen für:

- die Entwicklung der Sicherheitstechnik, bzw. -organisation
- das Verhalten technischer Systeme
- das Verhältnis von Mensch - Technik.

Dabei sind grundsätzlich zwei Arten der Störfallanalyse zu unterscheiden, die Einzelanalyse und die statistische Analyse.

Die Einzelanalyse von Störfällen liefert Erkenntnisse über die konkreten Verhältnisse bei dem Ereignis, z. B.:

- Umgang mit einzelnen chemischen Stoffen (LPG, Chlor)
- Umgang mit konkreten Verfahrensweisen (Betanken, Transportieren, Umschlagen)
- Umgang mit konstruktiven Einheiten in der Anlage (Materialien für Reaktoren, Verlegung von Rohrleitungen).

Aus der Einzelanalyse können jedoch keine Prognosen über die Unfall-/Störfallentwicklung insgesamt abgegeben werden. Jedes Ereignis ist singulär.

Zur Ermittlung von Unfallschwerpunkten, Unfallstoffen, typischen Unfallsituationen oder -ursachen ist eine statistische Analyse des gesamten Unfallgeschehens oder dessen Teile notwendig. Bei Statistiken ist zu beachten, daß deren Aussagewert stark von der Datenqualität und der konkreter Fragestellungen, unter denen die Daten erhoben worden sind, abhängen. In der Störfall-/Unfallstatistik können die Ergebnisse zur Ermittlung von Schwerpunktbereichen und Trends in der Störfallentwicklung genutzt werden. Der Nutzen der Statistik besteht dabei insbesondere für die:

- Orientierung der Kräfte zur Störfallprophylaxe,
- Entwicklung grundlegender Sicherheitskonzepte,
- Unterstützung politisch-regulatorischer Entscheidungen.

Die Unfallstatistik kann in aller Regel wenig zur Entwicklung und Verbesserung konkreter sicherheitstechnischer Maßnahmen beitragen, dies ist der Schwerpunkt der Einzelanalyse.

## 2 Erfassung und Auswertung von Störfällen in Anlagen, Aufgaben und Tätigkeit der ZEMA

### **2.1 Erfassung und Auswertung meldepflichtiger Ereignisse**

Zur Verbesserung der Möglichkeiten einer systematischen Unfall-/Störfallerfassung wurde auf der Grundlage einer LAI-Richtlinie [1] in der Bundesrepublik 1993 eine Zentrale Störfallmelde und -Auswertestelle am Umweltbundesamt (ZEMA) geschaffen.

Die Aufgaben der ZEMA sind [1]:

- #### Erfassung der Meldungen nach § 11 Störfall-Verordnung. Die obersten Länderbehörden stellen der ZEMA den Meldebogen nach Anhang V und für die Auswertung der Ereignisse bedeutsame Unterlagen wie Gutachten, Berichte usw. zur Verfügung
- #### Diese Mitteilungen werden an die zuständigen Behörden aller Bundesländer sowie an die Bundesanstalt für Arbeitsschutz weitergeleitet
- #### Auch der Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) und der Länderausschuß für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) werden unterrichtet
- #### Erstellung von anonymisierten Berichten und von Vorschlägen zur Fortschreibung des Standes der Sicherheitstechnik. Diese Berichte werden allen interessierten Kreisen zur Verfügung gestellt. Sie sind grundsätzlich öffentlich
- #### Auswahl und Vorbereitung der Berichte der Bundesregierung an die Kommission der Europäischen Union gemäß EG-Richtlinie 82/501/EWG
- #### Weiterleitung der Mitteilungen der Kommission der Europäischen Union an die zuständigen Behörden der einzelnen Bundesländer
- #### Erfassung und Auswertung von relevanten internationalen Ereignissen. Auch insoweit Erstellung von Kurzberichten zur Entwicklung des Standes der Sicherheitstechnik, die allen Interessenten zur Verfügung gestellt werden
- #### Weiterleitung dieser Kurzberichte an die zuständigen Behörden der Bundesländer sowie an die Bundesanstalt für Arbeitsschutz
- #### Jährliche Berichterstattungen in Form eines Jahresberichts über die Störfallauswertungen
- #### Informationsaustausch mit anderen Stellen, die Störfall- / Unfallfassung und -auswertung betreiben, z.B. Stellen der Länder und des Bundes, Kommission der Europäischen Union, internationale Institutionen ( OECD, ILO )
- #### Erstellung und Fortschreibung einer aktuellen Liste der Ansprechpartner der Länder

In der ZEMA werden nur meldepflichtige Ereignisse nach der Störfall-VO erfaßt. Danach sind meldepflichtige Ereignisse der Eintritt eines Störfalls und eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs.

- Ein Störfall liegt dann vor, wenn ein Stoff , der in den Anhängen II, III oder IV der Störfall-VO aufgelistet ist (Störfallstoff), durch eine größere Emission, Brand oder Explosion eine ernste Gefahr hervorruft. Eine ernste Gefahr besteht, wenn Gesundheit und

Leben von Menschen bedroht ist oder die Umwelt ( Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre, Kulturgüter, Sachgüter ) so geschädigt werden können, daß das Gemeinwohl beeinträchtigt wird.

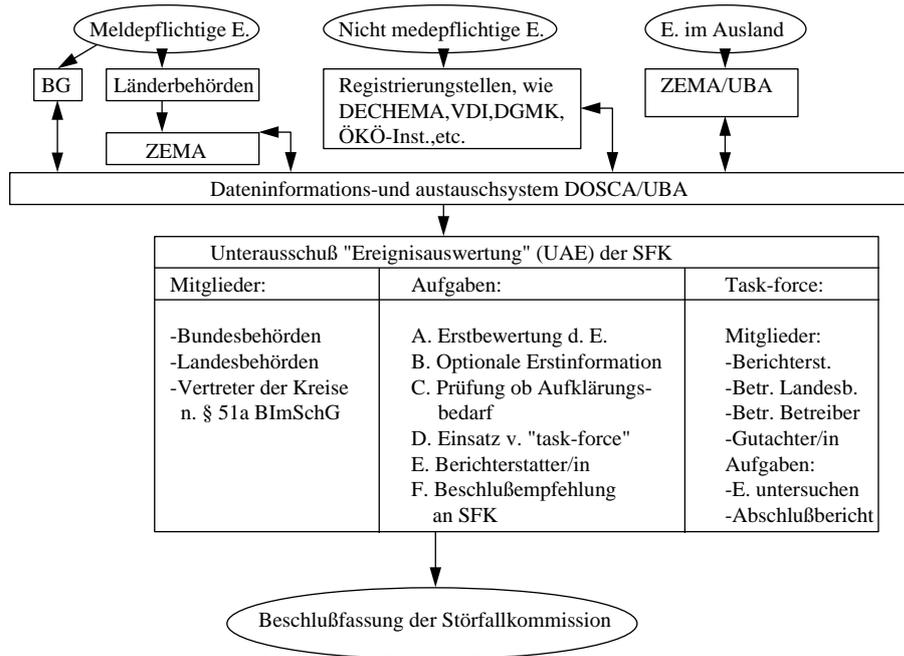
- Eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs liegt vor, wenn durch Störfallstoffe außerhalb der Anlage Schäden eingetreten sind oder Gefahren für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft nicht offensichtlich ausgeschlossen werden können. Der bestimmungsgemäße Betrieb umfaßt neben dem Normalbetrieb auch den An- und Abfahrbetrieb, den Probetrieb, Instandhaltungsvorgänge und den Zustand bei Vorübergehender Stilllegung.

## **2.2 Erfassung nichtmeldepflichtiger Ereignisse (Beinaheereignisse) im Inland**

Die sicherheitstechnische Bedeutsamkeit von Ereignissen ist in erster Näherung unabhängig von der Schwere der Auswirkung. Auch gibt es keine grundsätzlichen Unterschiede bei den Ursachen von großen oder kleinen Ereignissen, da Auswirkungen meist vom Zufall bestimmt sind. Aus diesem Grund erscheint es wichtig, auch Ereignisse ohne Auswirkungen (Beinaheereignisse) erfassen zu können.

Zur Erfassung dieses Typs von Ereignissen wurden Gespräche zwischen der Störfallkommission und der Chemischen Industrie geführt. Als Ergebnis werden in Zukunft Beinaheereignisse, aus denen sicherheitstechnisch bedeutsame Erkenntnisse gewonnen werden können und für die keine Meldeverpflichtung nach Störfall-VO oder anderer Rechtsvorschriften bestehen, von der Chemischen Industrie eigenverantwortlich ausgewählt, an die SFK geleitet und dort ausgewertet. Zur Auswertung wird die SFK voraussichtlich einen Unterausschuß bilden, der die Sammlung dieser Ereignisse zentralisiert, im Einzelfall durch Experten auswerten läßt und dafür Sorge trägt, daß die Erkenntnisse über die Ereignisse an die Stellen kommt, die sie benötigen. Ein Ablaufschema zeigt Bild 1. Es ist vorgesehen diese Ereignisse in der nachfolgend beschriebenen UBA-Datenbank DOSCA zu dokumentiert.





AKD951,Uth,UBA

Bild 1 Datensystem der Störfallkommission zur Erfassung, Auswertung von störfallrelevanten Ereignissen

### 2.3 Störfalldatenbank DOSCA (*Dokumentation über Störfälle bei chemischen Anwendungen*)

Im Umweltbundesamt wird derzeit ein Datensystem zur Registrierung und Auswertung von Störfällen und sonstigen sicherheitsbedeutsamen Ereignissen (Störfallinformationssystem) aufgebaut. Kernstück ist dabei eine Datenbank, die auch als Arbeitsgrundlage für die ZEMA dient, insbesondere zur:

- ### Erfassung meldepflichtiger Ereignisse nach Störfall-Verordnung
- ### Erfassung nichtmeldepflichtiger sicherheitstechnisch bedeutsamer Ereignisse (in Kooperation mit der SFK)
- ### Erfassung internationaler Ereignisse
- ### Bereitstellung der Informationen über Ereignisse allen beteiligten bzw. interessierten Stellen
- ### Auswertung der nationalen und internationalen Ereignisse und damit die Möglichkeit einer schnellen und umfassenden Information über die gewonnenen Erkenntnisse

DOSCA soll nach Fertigstellung im Online-Betrieb allen Fachinteressenten und der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Eine Einbindung der Datenbank in das Störfallinformationssystem zeigt das nachfolgende Bild 2.

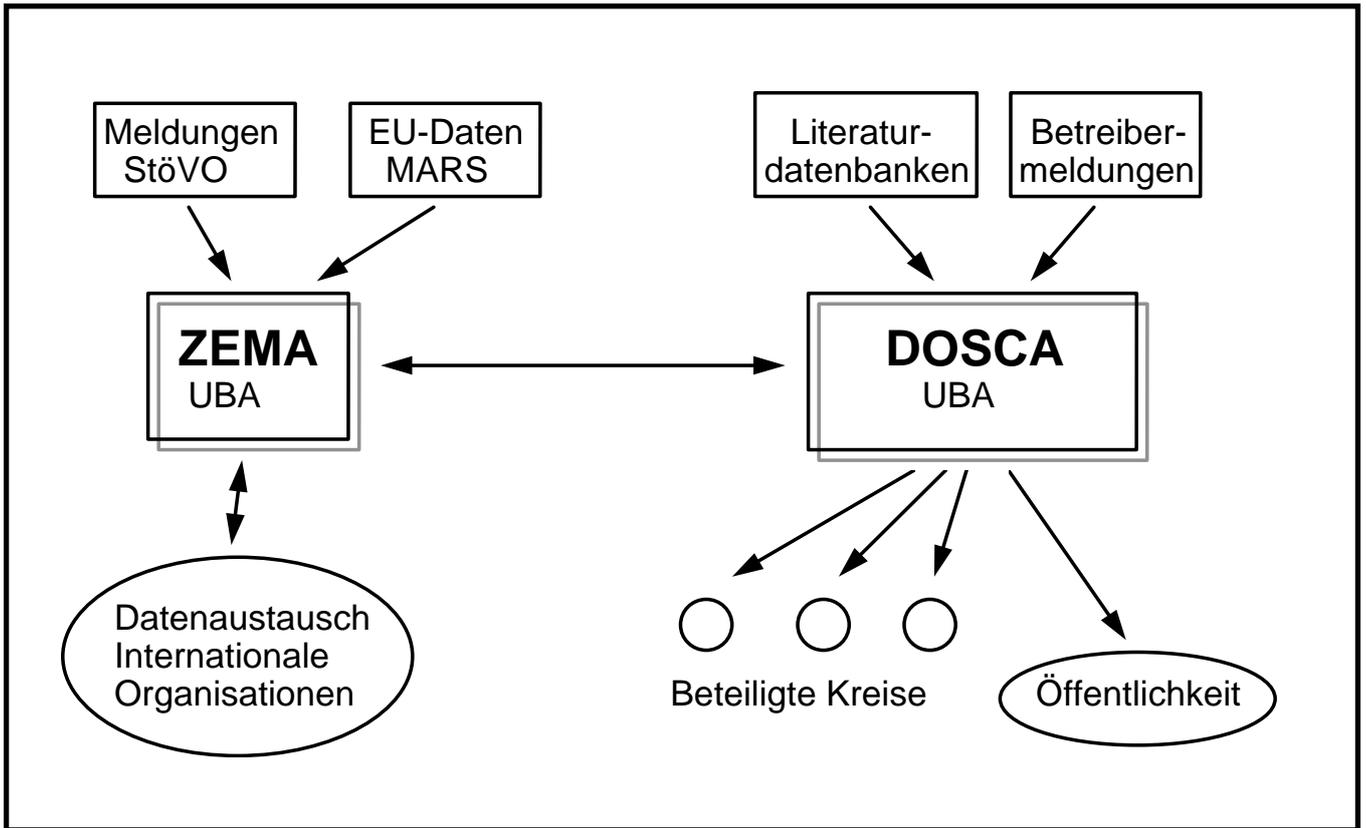


Bild 2 Einbindung von DOSCA in das Störfallinformationssystem

Mit den Arbeiten zur Erstellung der Datenbank wurde im Oktober 1993 begonnen, der Probetrieb wird im Herbst 1995 aufgenommen.

Grundlage für die Struktur der Datenbank ist der Erfassungsbogen nach Anhang V der Störfall-VO. In der Datenbank sind auch Textfelder vorgesehen, in die über die Erfassungsbögen hinausgehende Informationen aus Berichten, Gutachten, Stellungnahmen etc. recherchierbar gemacht werden. Für eine weitere Ausbaustufe ist eine Imageschnittstelle vorbereitet, mit der Abbildungen (technische Zeichnungen, Tabellen, Bilder, etc.) am Bildschirm abgefragt und angezeigt werden können.

### 3 Internationaler Erfahrungsaustausch

Seit Anfang der 80iger Jahre wird weltweit Störfälle und Unfälle in Datenbanken gesammelt. Internationale Organisationen, die im Bereich Störfallvorsorge und Anlagensicherheit aktiv sind haben z.T. Meldestrukturen und Zentren zur Störfallerfassung und Auswertung geschaffen. Mit den meisten dieser Zentren arbeitet die ZEMA informell zusammen. Für Europa sind besonders bedeutsam:

- JRC-Ispira der Europäischen Union (Datenbank MARS)
- B.A.R.P.I -Lyon der ECE in Kooperation mit der OECD

Weiterhin bestehen Informationsmöglichkeiten auf kommerzieller Basis. Häufig läßt allerdings die Datenqualität zu wünschen übrig. Für den systematischen Datenaustausch wird in Zukunft in Europa die COMAH-Richtlinie eine zentrale Rolle spielen. In der nunmehr

vorliegenden Entwurfsfassung werden alle Ereignisse meldepflichtig, die folgende Kriterien erfüllen:

- Freisetzung, Brand und Explosion von 5 % der Menge nach Spalte 3, Anhang I
- 1 Todesfall
- 6 Verletzte im Betrieb (>24 h Krankenhaus)
- 1 Verletzter außerhalb
- Unbewohnbarkeit von 1 Wohnung außerhalb
- Evakuierung (>2 h) von 250 Personen, o. Äquivalent
- Unterbrechung der Wasser, Strom o. Gasversorgung (> 2 h) für 500 Personen, o. Äquivalent
- Dauerhafte Schädigung von >0,5 ha geschützter Fläche
- Erhebliche Schädigung von Fließgewässern (>10 km), Binnengewässer (>1 ha), Küstengewässer (>2 ha), Grundwasser(>1 ha)
- Sachschäden im Betrieb (incl. Produktionsausfall) >2 Mio. ECU,
- Sachschäden außerhalb >0,5 Mio. ECU

Insbesondere das erste Meldekriterium deutet in die richtige Richtung: Bindung der Meldepflicht an Emissionsparameter, unabhängig von den (zufälligen) Auswirkungen, der Wert von 5 % erscheint aber deutlich zu hoch.

#### 4 Organisation der betrieblichen Erfassung und Auswertung von Störungen/Unfällen/Störfällen

Dem Informationsaustausch innerhalb des Betriebes und zwischen Betrieb und beteiligten Partnern außerhalb kommt eine besondere Bedeutung bei der Gestaltung einer effektiven Sicherheitsorganisation zu. Dieser Erfahrungsaustausch ist die Voraussetzung, damit alle externen Anforderungen an die Stelle kommen, an der sie benötigt und umgesetzt werden können. Weiterhin muß der Informationsaustausch zum Zweck der Rückmeldung über eine erfolgte Umsetzung von "unten nach oben" erfolgen. Der Erfahrungsaustausch muß in Offenheit und in einem Klima des Vertrauens durchgeführt werden. Dazu sollten wichtige Informationen allen Beschäftigten zur Verfügung stehen (keine Informationshierarchie). Ausgezeichnete Knotenpunkte des Informationsflusses sind bei den Betriebsbeauftragten für Immissionsschutz, Gewässerschutz, Abfall und Störfall sowie bei der Fachkraft für Arbeitssicherheit angesiedelt. Hier laufen die jeweiligen sicherheitsrelevanten Informationen zusammen. Daraus kann geschlossen werden, daß insbesondere diese Beauftragten/Fachkräfte eng kooperieren müssen. Die Zusammenfassung in einem betrieblichen Umweltschutzausschuß hat sich bewährt. Die Betriebsbeauftragten/Fachkräfte für Arbeitssicherheit sind auch am besten geeignet, die notwendige Kooperation mit den zuständigen Behörden oder externen Sachverständigen durchzuführen. Sowohl ihre Stellung in den bezüglichen Rechtsvorschriften, als auch ihre herausragende verantwortliche Stellung im Betrieb qualifizieren diese Personen/Stellen. Auch hat sich bewährt, die Beauftragten /Fachkräfte für Arbeitssicherheit mit der Unfall-/Störfallauswertung zu betrauen. Dies schließt die Erfassung und Auswertung von Störungen (near misses) ein.

#### 4.1 Unfallanalyse und Unfallvermeidung

Die Unfallanalyse und ihre Auswertung ist unabhängig von den Folgen des Ereignisses. Deshalb sollten grundsätzlich die gleichen Maßstäbe bei der Auswertung angelegt werden. Es hat sich durch die Auswertung einer Vielzahl von Ereignissen gezeigt, daß es auch keine Unterschiede in den Ursachen für kleine und große Unfälle gibt. Bei der Ursachenanalyse ist zu beachten, daß die sichtbare Ursache (Primärursache) nur das jeweilige letzte Glied der Kette verschiedener ineinander wirkender Ursachen ist. Die latenten Ursachen sind nur durch detaillierte Untersuchungen herauszufinden. Bei der Identifikation des menschlichen Fehlers als Primärursache ist stets aufzuklären, warum dieser menschliche Fehler aufgetreten ist. Untersuchungen können durch fortgesetztes Fragen "warum" in sehr verzweigte Unfallbäume entwickelt werden. Das Abschneidekriterium ist abhängig vom Untersucher. Als Abschneidekriterium kann angesehen werden, wo die Grenzen des Einflusses der Firma bzw. des öffentlich-rechtlichen Bereiches liegen. Z.B. kann das Kurzzeitgedächtnis Ursache für eine Fehlleistung sein, dies ist nicht weiter zu hinterfragen, wohl aber aufzuklären, warum das Kurzzeitgedächtnis in der Unfallsituation über Gebühr beansprucht wurde. Die Anzahl der aufgedeckten Ursachen für einen Unfall ist proportional zum betriebenen Aufwand. Gleichzeitig reflektiert die Untersuchung die Meinung des Untersuchers. Die Unfallanalyse hat zum Ziel, geeignete praktische Maßnahmen aus dem Unfallgeschehen abzuleiten, um künftig derartige Unfälle zu vermeiden. Deshalb muß die Unfallanalyse stets mit einem Umsetzungsprogramm gekoppelt werden. Die Unfallauswertung erfordert ausgebildete Experten. Das Augenmerk der Ausbildung sollte deutlich auf der Erkennung und dem Verstehen von menschlichen Fehlern liegen. Unfälle und "Beinahe Unfälle" haben die gleichen Ursachen. Die Klassifizierung der Ereignisse nach den Grundfehlertypen erfordert insbesondere die Schärfung des Blicks auf latente Fehler in der Sicherheitsorganisation und -technik. Dabei ist festzustellen, daß "Beinahe-Unfälle" relativ selten berichtet und aufgezeichnet werden. Dafür gibt es im wesentlichen zwei Gründe:

- Derartige Ereignisse werden nicht als "Beinahe-Unfälle" erkannt,
- Die Ereignisse werden nicht berichtet weil sie die eigenen Fehler der Berichter offenbaren oder eingeschätzt wird, daß die Ereignisse nicht wichtig sind.

Eine weitere Quelle ist, daß sie als sogenannte dumme Fehler charakterisiert und deswegen nicht berichtet werden.

##### 4.1.1 Betriebspersonal

Die häufigsten unsicheren Handlungsweisen und Regelverstöße sind beim Betriebspersonal zu verzeichnen. Diesen Fehlern kann grundsätzlich durch Training vorgebeugt werden. Das Training von sehr seltenen Abweichungen und Situationen besitzt dabei besondere Schwierigkeiten. Training ist hier insbesondere als "Training der Problemanalyse" aufzufassen. Hierin besteht ein Problem: Die Lösung komplexer Probleme erfordert ein vertieftes Wissen und eine entsprechende Ausbildung, welche aber sehr selten im Routinebetrieb benötigt wird. Diese Überqualifikation führt zu Langeweile und häufigem Arbeitsplatzwechsel. Durch diesen Wechsel wird die Kontinuität am Arbeitsplatz gestört, latente Fehler können sich einschleichen.

Das Wartungspersonal arbeitet auf der Wissensbasis. Sie müssen oft unbekannte Probleme lösen und schaffen dadurch

latente Fehler. Das Wartungspersonal arbeitet unter einem speziellen Risiko, da häufig für die Wartung Sicherheitssysteme abgeschaltet werden müssen. Darüber hinaus ist zu beachten daß das Wartungspersonal oft nicht hinreichend informiert ist. Wartungsfehler sind oft Fertigungsfehler bzw. Unterlassungen. Zu einer Statistik der Wartungsfehler. Automatische und schnelle Handeingriffe (Fertigungseingriffe) werden häufig durch automatische, computergestützte Systeme ersetzt. Dies hat zur Konsequenz, daß die Bedienungsmannschaft aus dem aktuellen Geschehen ausgegrenzt ist. Treten nun spezielle Situationen auf, so kann, je nach Auslegung der Automatik, oft nicht schnell genug der Handeingriff effektiv werden. Ab einer bestimmten Ebene der Automation des Prozesses kann Handeingriff sogar gefährlich werden, z.B. eine Quelle für Unfälle sein. In halbautomatischen Prozeßsteuerungen wird das Betriebspersonal kontinuierlich kontrolliert an parallel laufenden Simulatoren, die auf die Anlage umgeschaltet werden, wenn ernste, von der Automatik nicht mehr lösbare Probleme auftreten.

Das Bedienungs- und Wartungspersonal sollte an der Regelentwicklung im Betrieb teilhaben. Nur "eigene Regeln" werden gut eingehalten. Die Entwicklung von gemeinsamen Regeln und Vorschriften fördert den Gruppenzusammenhalt und den Teamgeist. Aus Unfallanalysen weiß man, daß der häufigste persönliche Fehler von Operatoren und Wartungspersonal bedingt ist durch schlechte Verfahren, wie z.B. latente Fehler bei der Wartung, organisatorische Mängel, schlechte Kommunikation und unsichere Verfahrensweise. Arbeitsbedingungen wie Schichtarbeit, Langeweile, Überstunden, Alkohol- und Drogeneinfluß sind als fehlerverstärkende Faktoren aufzufassen. Die entscheidenden gefährlichen Einflußfaktoren auf die Leistungsfähigkeit des Betriebspersonals können wie folgt zusammengefaßt werden:

- unzureichende Kenntnis von neuen Situationen
- Arbeit unter Zeitdruck
- Arbeit in Lärm mit daraus erwachsenen Kommunikationsfehlern
- schlechte Ausführung der Bedienungselemente (Anzeigeinstrumente und Regelungselemente)

Bei Zutreffen einer der o.g. Bedingungen sollten die Arbeitsbedingungen unverzüglich geändert werden. Können diese Verhältnisse aus anderen Gründen nicht geändert werden, so ist mit Fehlern zu rechnen.

#### 4.1.2 Management

Das Management ist verantwortlich für die Bereitstellung von Mitteln, setzt Standards, definiert Ziele für Training usw. Daraus ergeben sich die Möglichkeiten für eine Reihe von latenten Fehlern. Bei Unfällen muß die Untersuchung der Rolle des Managements vertieft werden. Allgemeines Management und spezielles Sicherheitsmanagement hängen sehr eng zusammen und sind nicht getrennt behandelbar. Gutes Management nutzt adäquate Abschätzungsmethoden. Bedeutsam ist insbesondere das richtige Funktionieren der Kommunikationswege. Etwaige Filter sind auszu-schalten. Informationen über Zustände und Verhaltensweisen dürfen nicht dazu benutzt werden, um Bestrafungen und Maßnahmen auszulösen. Kleinere Organisationseinheiten können schneller reagieren. Große, hierarchisch aufgebaute Organisationen müssen hinsichtlich ihrer Reaktionsfähigkeit gewartet

werden. Es hat sich allgemein gezeigt, daß kleinere Organisationseinheiten effektiver arbeiten. Die Organisationsstruktur zur Lösung der Sicherheitsprobleme ändert sich mit dem Lebenszyklus der Anlage. Im Anfahrbetrieb ist eine flache Organisation vorzusehen. Diese kann schnell auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren. Im Normalbetrieb reichen hierarchische Organisationen mit klaren Verantwortlichkeitszuweisungen i.d.R. aus. Bei Managemententscheidungen sollte sichergestellt werden, daß die Anweisungen auch an der Basis umgesetzt werden. Das Basismanagement muß dabei oft Kompromisse zwischen den Anforderungen und den realen Umsetzungsmöglichkeiten machen. Auf diesen neuralgischen Punkt muß besonders geachtet werden.

Die Motivation der Mitarbeiter ist am besten durch die Schaffung eines gemeinschaftlichen Geistes in dem Betrieb/Bereich zu bewerkstelligen. Die Übertragung von Verantwortung und die Mitwirkung bei der Erstellung von Regeln (Vorschriften) hat sich dabei als ein wirksames Instrument erwiesen.

## **4.2 Menschlicher Fehler**

Sicherheitsorganisation zielt in erster Linie darauf hin, den sicheren, d.h. störungsfreien, Mensch und Umwelt nicht belastenden Betrieb der Anlage in allen Phasen zu gewährleisten. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß trotz weitgehender Vorsorgemaßnahmen immer wieder Störungen auftreten und Unfälle/Störfälle sich ereignen. Dabei sind unmittelbar oder mittelbar stets Menschen beteiligt. Aus diesem Grunde lohnt es sich, eine nähere Betrachtung des menschlichen Fehlers als Unfallursache vorzunehmen.

### **4.2.1 Was ist ein Menschlicher Fehler?**

Nach der Definition der OECD ist

"ein menschlicher Fehler oder ein Irrtum eine Aktion oder eine Nichtaktion, die von dem abweicht, das von einem unabhängigen Betrachter erwartet würde. Die Gründe für Fehler und die Art ist direkt mit dem verknüpft, was Menschen denken, fühlen, glauben und wie sie handeln. Es reflektiert den kulturellen Hintergrund des betreffenden Menschen. Menschliche Fehler zu verstehen heißt die Mechanismen für die mentale Organisation zu kennen."

### **4.2.2 Die Ursachen von Unfällen und ihre Vermeidung**

Menschen sind Unfallursache und Unfallvermeidung zugleich. Ihr Einsatz in der Verfahrenstechnik besitzt einen Doppelcharakter. Der Einsatz von Menschen erfolgt einerseits zur Handhabung des Unvorhergesehenen oder Unerwarteten, diese Handlungen können aber ihrerseits mit Fehlern behaftet sein. Menschliches Verhalten kann aus dem Blickwinkel des Individuums (bezüglich seiner Leistungsfähigkeit) betrachtet werden oder aus dem Blickwinkel des Umfeldes in dem er arbeitet. Letzteres wird wesentlich durch das Management gestaltet. Z.B. hat das Individuum keinen Einfluß auf die grundsätzliche Gestaltung der Technik (Auswahl des Verfahrens), die Trainingsinhalte etc. Diese gehen auf grundsätzliche Managemententscheidungen zurück. Hieraus ergeben sich sinnvolle Ableitungen zur Förderung von mehr Mitwirkung und Mitbestimmung. Bei notwendigen Verhaltensänderungen von Mitarbeitern besteht das Problem darin, daß das Management glaubt, daß durch einfache Maßnahmen Verhalten geändert werden könnte. Die Untersuchungen zeigen

jedoch, daß Verhaltensänderungen nicht einfach zu bewerkstelligen sind. Die Möglichkeiten des Managements werden dabei häufig überschätzt. Dies ist vor allen Dingen ein Problem der Wahrnehmung auf Seiten des Managements. Unfälle sind als Ergebnis einer langen Reihe von Ereignissen und Umständen aufzufassen. Zu unterscheiden sind die latenten Fehler, die einerseits die Voraussetzung für die auslösenden Ereignisse (Primärereignisse) sind, andererseits erst durch das Primärereignis sichtbar werden. Die Unfallvorsorge muß sich insbesondere auf die Vermeidung latenten Fehler beziehen. Die auslösenden Ereignisse sind häufig stochastischer Natur, d.h. sie sind nicht vorhersehbar und nur mit Einschränkung kontrollierbar.

Latente Fehler werden als notwendige Voraussetzung für Unfälle angesehen. Latente Fehler in der Sicherheitsorganisation bewirken letztendlich die Unfälle. Sie wirken dadurch, daß sie die Sicherheitsorganisation nicht adäquat auf auslösende Ereignisse reagieren läßt. Die Anzahl typischer latenter Fehler ist weitaus geringer, als die möglichen auslösenden Ursachen. Latente Fehler werden von Planern, Designern und Managern gemacht. Sie werden häufig unbewußt gemacht. Es werden Risiken auf Ebenen in Kauf genommen, die aber im weiteren Verlauf von denjenigen, die sie in Kauf nehmen, nicht mehr kontrolliert werden. Ein Operator handhabt das Risiko oft unwissend über Art und Ausmaß, da es ein latentes Risiko darstellt.

Menschliche Fehler werden oft individual bezogen aufgefaßt.

Mindestens genauso wichtig sind aber die Umstände, in denen das Individuum agiert. Diese Umstände sind wiederum auf Entscheidungen anderer Individuen (z.B. Management) zurückzuführen. Diese inneren Zusammenhänge müssen bei den Konzepten zur Delegation der Verantwortung bzw. bei der Bestrafung berücksichtigt werden. Die Anzahl der typischen (latenter) Unfallursachen scheint grundsätzlich begrenzt zu sein, sie können wie folgt aufgelistet werden:

- ungeeignete Auslegung der Anlage oder ihrer Teile,
- unzureichende Betriebsvorschriften,
- spontanes Komponentenversagen,
- Auftreten von fehlerverstärkenden Bedingungen (Bedingungen, die Fehlersituationen begünstigen);
- Wartungsfehler,
- Mängel in der Sicherheitsorganisation,
- unabgestimmte Anforderungen z.B. mehrere Dinge durch eine Operator gleichzeitig ausführen zu lassen,
- unzureichendes Training und Ausbildung;
- unzureichende Schutzmittel für die den Arbeitsplatz unmittelbar bedrohenden Gefahren.

Zur Vermeidung jedes Grundfehlertyps bedarf es spezifischer Strategien. Viele "unsichere Verhaltensweisen" führen nicht unbedingt zu Unfällen, oft ist erst nach dem Unfall zu identifizieren, ob eine Handlung, ein Verhalten unsicher war. Effektive Unfallprophylaxe muß auf die Grundfehlertypen spezifisch abgestimmt sein.

#### 4.2.3 Menschliche Fehler und Arten des menschlichen Verhaltens

Menschliche Fehler beschränken sich nicht nur auf Individuen, sondern können auch von Gruppen gemacht werden. Zwei Grundtypen von Fehlern sind zu unterscheiden:

- *Fehlleistungen (Slips and Lapses)*,

d.h. sicherheitstechnisch bedeutsame Aktionen oder Handlungen werden nicht oder falsch durchgeführt. Diese Fehler werden meist schnell entdeckt, weil die erwartete Reaktion sich nicht oder falsch einstellt. Beispiele hierfür sind das falsche oder unterlassene Betätigen von Schaltern, von Ventilen etc.

#### - *Echte Fehler*

setzen eine fehlerhafte Intention voraus. Es wird falsch gedacht. Die Konsequenzen können versteckt sein oder sich erst langfristig entwickeln. Sie sind nicht so einfach korrigierbar, wie die Fehlleistungen. Als echte Fehler sind auch Verletzungen von Regeln und Gesetzen aufzufassen. Echte Fehler werden mit Überzeugung falsch gemacht. Verletzungen sind zumeist teilweise ein bewußter Verstoß gegen besseres Wissen oder bekannte Regeln.

Bei den Verhaltenstypen kann wie folgt unterschieden werden:

- Verhalten von trainierten Fachleuten, die routiniert, automatisch und schnell reagieren,
- Verhalten auf der Grundlage der Befolgung von Regeln, dieses Verhalten ist nicht automatisch und relativ langsam,
- Verhalten aufgrund von Wissen. Dieses ist ebenfalls nicht automatisch und findet noch langsamer statt.

Fertigkeiten werden durch fortgesetzte Übungen erlernt und einstudiert; Wissensvermittlung bedarf keiner festen Regeln, dies braucht aber eine gewisse Zeit. Fehlleistungen sind Fehler des ersten Typs, d.h. Fertigungsfehler. Bei der Verletzung von Regeln und Vorschriften ("Wenn ... dann") können sowohl in der Eingangsphase ("Wenn ..."), als auch in der Reaktionsphase ("Dann ...") Fehler gemacht werden. Häufig sind diese Fehler, wenn viele komplexe Regeln bestehen. Echte Fehler oder Verletzungen sind Fehler durch mangelnde Erkenntnis. Wissenslücken oder Erkenntnis- bzw. Wahrnehmungsgrenzen spielen hier eine entscheidende Rolle. Die Abweichung von Regeln findet statt und ist Ausgangspunkt für unter Umständen verändertes Verhalten, wenn sie erfolgreich waren. Alle beschriebenen Fehler können auch von Gruppen gemacht werden, insbesondere, wenn keine Zuständigkeiten festgelegt sind, keine Informationen an die Zuständigen erfolgten und das Management unzureichend ist. Durch Gruppendenken können echte Fehler durch Gruppen und Kollektive gemacht werden. Dies schließt auch kollektive Verletzung von Regeln ein. Bezüglich der Motivation von Individuen kann festgestellt werden, daß mangelnde Motivation selten eine Ursache für Fehler bzw. Unfälle ist. In Unfällen sind die Menschen oft übermotiviert, d.h. sie wollen es besonders richtig und gut machen und schaffen dadurch die Voraussetzungen für Fehler, insbesondere Wissensfehler.

#### 4.2.4 Menschlicher Fehler in der verfahrenstechnischen Industrie

In der verfahrenstechnischen(chemischen) Industrie sind in fünf Stationen Menschen, die Einfluß auf das Unfallgeschehen haben können:

- Entwurfsphase,
- Bau der Anlage,
- Inbetriebnahme und Betrieb der Anlage,

- Wartung,
- Abriß der Anlage.

Auf jeder Ebene muß eine spezifische Unfallvermeidungsstrategie entwickelt werden . Auf der ersten Ebene ist zu beachten:

- Fehlerhafte Auswirkung von Optionen auf der Planungsebene. Das TOP-Management entscheidet oft unter kommerziellen Gesichtspunkten und vertraut auf die technische Bewältigung der Pläne, inklusive der Gewährleistung der Sicherheit. Fehler sind hier insbesondere zu suchen bei dem Mangel an Wissen. Latente Fehler durch Entscheidung auf dieser Ebene sind zu einem späteren Zeitpunkt schwer auszumerzen, da sie meist sehr kapitalintensiv sind.
- Entscheidungen über die techn. Auslegung im Planungsstadium legen Optionen für die sogenannten "Down-Stream"-Einheiten fest. Dabei ist die gemeinsame Festlegung, inklusive der Konsequenzenanalysen entscheidend wichtig. Sonst treten in den nachgeschalteten Einheiten "Sachzwänge" auf, die zu latenten Fehlern führen können.
- Im Stadium des Detailengineering werden Problemlösungen von "isolierten Spezialisten" erarbeitet. Die Einengung des Blickwinkels birgt die Gefahr in sich, daß außerhalb des Zuständigkeitsbereichs liegende Gefahrenmomente nicht ausreichend erkannt und berücksichtigt werden. Nur effektive und gute Kommunikation kann diesen Mangel beheben. Es ist darauf zu achten, das oft betriebsfremde Kontraktoren mit dem Detailengineering beauftragt werden.

Beim Bau besteht das Problem des Informationsaustausches und der Kontrolle der Fremdfirmen. Bauleistungen werden in zunehmenden Maße von Fremdfirmen durchgeführt. Das Management übt hier in der Regel nur eine allgemeine Überwachung aus. Dies ist hinsichtlich der Durchsetzung von Sicherheitskonzepten nicht ausreichend. Änderungsentscheidungen sind mit zunehmendem Ausbau der Anlage kostspieliger. Deswegen bietet es sich an, bereits nach der Managemententscheidung (Planungsphase) eine kontinuierliche gestufte Sicherheitsanalyse während Planung, Design, Bau und Betrieb durchzuführen.

Bei der Inbetriebnahme werden viele kleinere Änderungen aus praktischen Gründen vorgenommen. Sie sollten in den zugrundeliegenden Betriebszeichnungen (R+I-Schemata) festgehalten werden. Ein besonders typischer latenter Fehler ist darin zu sehen, daß die aktuelle und konzipierte Anlage in der Zeichnung nicht übereinstimmen. Bei der Inbetriebnahme werden die meisten latenten Fehler entdeckt und beseitigt.

Beim Abriß der Anlage besteht das Problem, daß die mit der Anlage betrauten Personen auf Grund der Lebensdauer der Anlage in aller Regel nicht mehr zur Verfügung stehen. Besondere Gefahren sind somit nicht mehr präsent.

Die Wartung von Gefahrenabwehrkräften ist sehr bedeutsam. Es muß regelmäßig geübt werden. Dabei sind die Kommunikationskanäle und die Ausrüstung zu warten und auf ihre Funktion zu testen.

## 5 Kommunikation

Die Erkenntnisse aus der Unfall-/Störfallauswertung sind in der Regel für die Fortschreibung des Standes der Sicherheitstechnik bedeutsam. Das Verfahren der Ergänzung/Überarbeitung der Vorschriften des Technischen Regelwerkes oder anderer Vorschriften/Normen ist aber mitunter sehr langwierig. Um die Erkenntnisse in der Praxis ohne Zeitverzug verfügbar zu machen, ist die unverzügliche Information der ggf. betroffenen Fachöffentlichkeit notwendig, insbesondere in den Fällen, in denen „Gefahr im Verzug“ besteht.

Ein Informationsmanagementsystem muß somit neben der bloßen Bereitstellung der Informationen (Passive Information) auch die Möglichkeit der abgestuften Information an bestimmte Adressaten (aktive Information) ermöglichen. Ein Schema der Abstufung der Informationen enthält Bild 3.

## 5.1 Informationsweitergabe

### 5.1.1 Informationsweitergabe an die Öffentlichkeit

Die allgemein interessierte Öffentlichkeit wird durch

- Regelmäßige Berichte der SFK/AK-Daten
- Berichte zu Einzelereignissen durch Veröffentlichung in Fachzeitschriften
- Berichte in Verbandspublikationen
- ZEMA-Jahresberichte
- on-line-service von DOSCA (Zugriff auf Profildaten, z.B. über Datex J)

informiert. Es handelt sich hierbei um eine passive Zurverfügungstellung von Informationen. Auf Nachfrage können die Informationen zur Verfügung gestellt werden, die grundsätzlich auch der Fachöffentlichkeit zugänglich sind.

### 5.1.2 Informationsweitergabe an die allg. Fachöffentlichkeit, Gewerkschaften, Institutionen

Neben den passiven Informationsmöglichkeiten, die auch für die allgemeine Öffentlichkeit nach 2.1 zu Verfügung stehen, sind zusätzlich

- Informationsaustausch auf Fachkongressen z.B. ACHEMA, DECHEMA-Veranstaltungen, Loss Prevention
- Informationsaustausch in regelmäßig tagenden Fachgremien z.B. GVC, SFK, TAA, LAI, LASI
- on-line-service von DOSCA (Zugriff auf erweiterte Daten, z.B. über Datex P, INTERNET) vorzusehen. Der Informationsfluß (Inhalt, Adressaten) wird von der SFK im Einzelnen festgelegt.

### 5.1.3 Informationsverteilung an betroffene Betriebe/Behörden.

Diese Informationsverteilung erfolgt in Absprache mit der SFK aktiv an speziell betroffene Gruppen. Je nach spezifischer Eigenart des Ereignisses und den daraus abgeleiteten Erkenntnissen werden Betreiber mit vergleichbaren Anlagen/Produktionen sowie ihre Überwachungsbehörden gezielt über die Ergebnisse unterrichtet. Dies setzt voraus, daß Betreiber/Behörden und ggf. andere Institutionen, die das spezialisierte Informationsverfahren nutzen wollen, sich bei einer von der SFK zu benennenden Stelle registrieren lassen. Mit der Registrierung werden die Informationsempfänger zur Vertraulichkeit im Umgang mit den Daten verpflichtet. Die automatische Information erfolgt durch das Datensystem DOSCA in Verbindung mit spezifizierten Adreßverteilern. Treten dann Ereignisse auf, die dem Datenanforderungsprofil des Nutzers entsprechen, erfolgt als unverzüglicher erster Schritt die automatische Information über das Ereignis (Profildaten). Nach Abschluß der Untersuchung wird der Ergebnisbericht ebenfalls geliefert. Die Teilnahme an dem automatischen Informationsverfahren sollte mit der Erklärung der Bereitschaft zur Verfügungstellung eigener Informationen über sicherheitsrelevante Ereignisse verbunden sein.

Zur Durchführung der automatisierten Informationsverteilung ist die Klassifizierung der Anlagen/Verfahren, in den die Ereignisse stattgefunden haben erforderlich. Sinnvolle Einteilungen wären

- Klassifizierung nach Anlagentypen z.B. Anhang der 4. BImSchV
- Klassifizierung nach Betriebsvorgängen z.B. Lagerung, Prozeß, Umschlag, Wartung
- Klassifizierung nach Ursachentypen z.B. Korrosion, Bedienungsfehler
- Klassifizierung nach Gefahrstoffen z.B. R-Sätzen, Anhänge der Störfall-VO
- Klassifizierung nach Teilanlagen/Komponenten

## 5.2 Dokumentation

Für das langfristige Monitoring und die wissenschaftliche Auswertung ist eine möglichst einheitliche Erfassung und Dokumentation der Ereignisse sinnvoll und auch finanziell vertretbar. Dabei bieten sich Datenbanken an, in denen eine den heutigen Ansprüchen genügende Recherchemöglichkeit und Verknüpfung möglich ist. Mit dem Datensystem DOSCA steht eine solche Datenbank zur Verfügung. Aus Gründen der Effizienz und Datensicherheit sollten Dokumentation, automatische Information und on-line-Zugriff durch ein und dasselbe DV-System bereitgestellt werden.

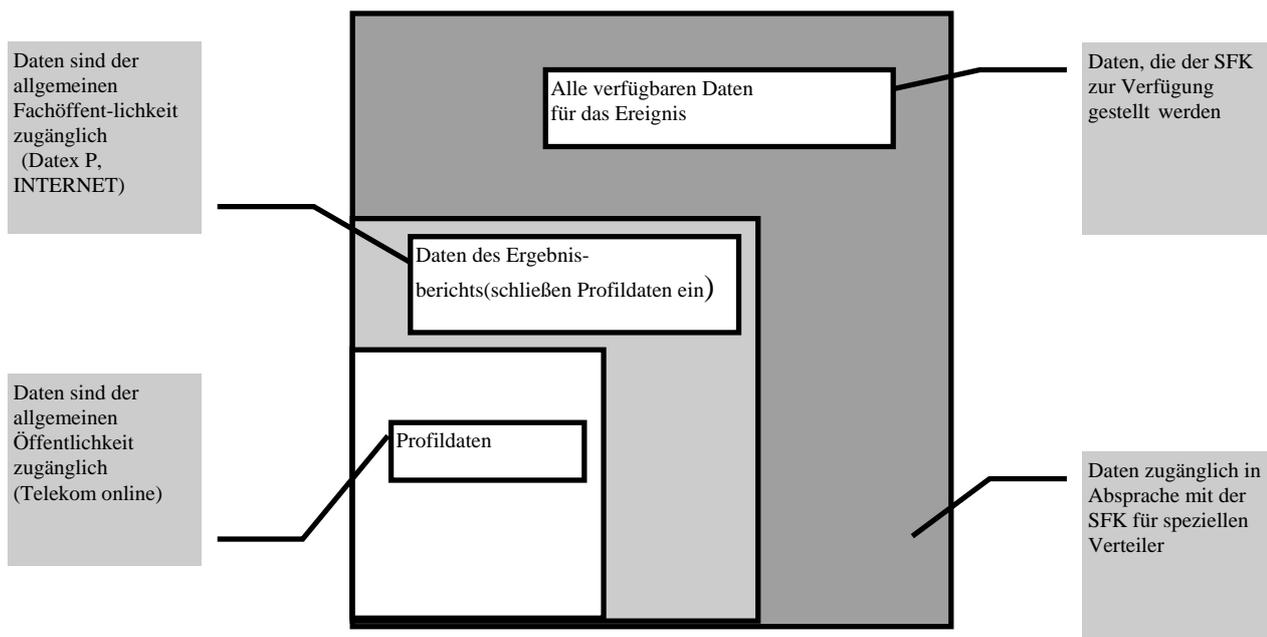


Bild 3 Abstufung der Informationen

## **Literatur**

[1] 'Richtlinie zur Erfassung, Aufklärung und Auswertung von Störfällen und Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs im Sinne der Störfall-Verordnung', Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI), Düsseldorf 1993