

SFK

**STÖRFALL-
KOMMISSION**

beim
Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

**Statusbericht
des Arbeitskreises Human Factor**

SFK-GS-46

STÖRFALL-KOMMISSION (SFK)

Statusbericht des Arbeitskreises Human Factor

am 18. Oktober 2005 von der SFK verabschiedet

SFK-GS-46

Die Störfall-Kommission (SFK) ist eine nach § 51a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gebildete Kommission. Ihre Geschäftsstelle ist bei der GFI Umwelt – Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH (GFI Umwelt) in Bonn eingerichtet.

Anmerkung:

Dieses Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen der Verfasser und der Auftraggeber keine Haftung für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können daher keine Ansprüche gegenüber dem Verfasser und/oder dem Auftraggeber gemacht werden.

Dieses Werk darf für nichtkommerzielle Zwecke vervielfältigt werden. Der Auftraggeber und der Verfasser übernehmen keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder mit Reproduktionsexemplaren.

Inhalt

1	Vorbemerkung	1
2	Ausgangslage und Problemstellung	1
3	Vorgehensweise	3
4	Erkenntnisse und Ergebnisse	4
4.1	Statusseminar zum Thema „Human Factor“ am 12. April 2000 in Hannover	4
4.2	Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie Aktivierung der Sicherheitsressourcen durch Beteiligung (Loccum I, 2002)	5
4.3	Potentieller Versager oder Sicherheitsgarant? Der Faktor Mensch in industriellen Betriebsabläufen (Loccum II, 2003)	11
4.4	Weitere Arbeitsergebnisse	14
5	Arbeitsstand und Perspektiven	16
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	19
Anhang 1:	Arbeitsgruppen und Mitgliedschaften	20
Anhang 2:	Statusseminar	23
Anhang 3:	Thesen des AK Human Factor der SFK zur Sicherheitspolitik	27
Anhang 4:	Ausarbeitungen des AK-HF und der AG-AT	31

1 Vorbemerkung

Die Störfall-Kommission (SFK) und der Technische Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) werden zum 1. 11. 2005 aufgelöst und durch eine Kommission für Anlagensicherheit (KAS) ersetzt. Mit der Auflösung von SFK und TAA endet auch das Mandat der ihnen zugeordneten Unterausschüsse und Arbeitskreise. Die KAS wird zu entscheiden haben, welche Arbeitsgebiete sie in welcher Form weiterverfolgen wird. Aus diesem Anlass legt der Arbeitskreis Human Factor (AK-HF) diesen Statusbericht vor, in dem er einen Überblick über seine Aktivitäten und Ergebnisse gibt sowie seine Vorstellungen über eine weitere Bearbeitung des Themas „Human Factor“ formuliert.

Der AK-HF vertritt die Auffassung, dass die Arbeiten zum Thema Human Factor nicht abgeschlossen sind und auch nicht abgeschlossen werden können. Wegen der Komplexität der Thematik sollte die Fortführung der Arbeiten durch Fachleute aus den betroffenen, mehr als zehn Fachgebieten erfolgen, die darüber hinaus noch fachliche Unterstützung aus einem breiten Spektrum ihrer Stammorganisationen bereitstellen können.

2 Ausgangslage und Problemstellung

Ein hoher Anteil der Störfälle ist auf menschliche Faktoren zurückzuführen. Bei den von der ZEMA dokumentierten Störfällen liegt der Anteil bei ca. 30%, andere Quellen geben bis zu 80 % an. Auf einer Sondersitzung am 18. März 1993 im Zusammenhang mit der Störfallserie bei der Hoechst AG kamen die Mitglieder der SFK und des TAA zu der übereinstimmenden Auffassung, dass die Schnittstelle Mensch-Maschine bei der Bedienung störfallrelevanter Anlagen erhebliche Sicherheitsdefizite aufweist. Am 15. Mai 1995 berief die SFK zur Vertiefung dieses Themas zunächst eine ad hoc – Gruppe „Bediensicherheit“ (BS) ein, im November 1997 dann einen entsprechenden Arbeitskreis (AK-BS).

Eine der wesentlichen Aufgaben der ad hoc – Gruppe und des AK-BS war die Vorbereitung und Auswertung eines OECD – Workshops, der im Juli 1997 unter deutscher Schirmherrschaft in München stattfand. Durch diesen Workshop sollte der in den Industrieländern vorhandene Kenntnisstand ermittelt werden, um daraus Schlussfolgerungen für die weitere Arbeit der SFK auf diesem Gebiet ziehen zu können. Die Vorträge sowie die Schlussfolgerungen und Empfehlungen sind im Tagungsband¹ zusammengefasst, eine nicht autorisierte deutsche Übersetzung der Schlussfolgerungen und Empfehlungen befindet sich im Bericht „Bediensicherheit“ (SFK-GS-19).

Wenngleich bei diesem Workshop noch die technischen Probleme der Gestaltung der Schnittstelle „Mensch/Maschine“ im Mittelpunkt der Diskussion standen, so wurde doch bereits hier deutlich, dass bei dem gegenwärtig erreichten Stand der Sicherheitstechnik weitere Erhöhung

1 OECD Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety: Operating Safety in the Context of Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response; OECD Environment, Health and Safety Publications in the series on Chemical Accidents: Report No. 4, 1999 ENV/JM/MONO(99)12; UBA Texte 61/97: Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety: Operating Safety in the Context of Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response

gen der Anlagensicherheit durch stärkere Einbeziehung des „Human Factors“ mit einer erweiterten Definition zu erreichen sind². In diesem Kontext ist unter „Human Factor“ die Gesamtheit der menschlichen Einflüsse auf die Sicherheit von Anlagen zu verstehen (Mensch-Technik-Organisation).

Eine richtungsweisende Schlussfolgerung des OECD-Workshops lautet daher:

Es sollte diesbezüglich darauf geachtet werden, den „menschlichen Faktor“ nicht nur mit menschlichen Fehlern gleichzustellen. Der Doppelcharakter des menschlichen Leistungsvermögens wurde erkannt. Der Mensch kann einerseits eine Quelle von Fehlern sein, zum Beispiel aufgrund seiner Beschränkung mehrere, simultane, vielleicht im Widerspruch stehende Informationen gleichzeitig zu verarbeiten, andererseits hat er die Möglichkeit, über die Leistungsfähigkeit von automatischen Maschinensystemen hinauszugehen. Er stellt u. U. die letzte Hoffnung zur Meisterung unerwarteter Situationen durch seinen Eingriff dar. Menschen haben die Fähigkeit, Aktionen vorauszusagen, können komplexe und unklare Informationen integrieren und verstehen aufgrund von Erfahrung und Ausbildung, wie man mit ungewöhnlichen Situationen umgeht. Aus diesem Grund ist der Mensch für die Sicherheit unentbehrlich.

Der AK-BS hat in seinem Bericht vom Juni 1999 (SFK-GS 19) die Durchführung eines weiteren Workshops vorgeschlagen, durch den das Thema „Human Factor in der Anlagensicherheit“ verstärkt in die wissenschaftlich-technische Diskussion eingebracht werden sollte. Die Zielvorstellungen dieser Aktivitäten können wie folgt zusammengefasst werden:

„Der Auftrag der SFK an ihren Arbeitskreis Human Factor beinhaltete, den „Human Factor“ jenseits des „Technical Factor“ des Anlagenlayouts und entsprechender technischer Sicherheitseinrichtungen in den Mittelpunkt der Überlegungen zu stellen. Herausgearbeitet werden sollten zukunftsweisende Strategien zur Optimierung der Sicherheitspraxis in Anlagen mit hohem Gefährdungspotential, welche die Bedeutung, den Anteil und das Leistungspotential des Menschen im Hinblick auf das sichere Betreiben einer Anlage aufzeigen.

Aus dieser neuen Perspektive gerät der Mensch nicht wie üblicherweise vor allem als Fehlerquelle, sondern insbesondere als Sicherheitsressource in den Blick. Implizit wird damit die These vertreten, dass angesichts des – bisher vorwiegend durch technische Optimierungen – erreichten Sicherheitsniveaus weitere Fortschritte in der Anlagensicherheit nur noch erreicht werden können, indem die Beschäftigten in allen Phasen der Planung, Entwicklung, dem Design, dem Betrieb und dem Management einer Anlage umfassend einbezogen und in ihren Stärken und Schwächen berücksichtigt werden. Dies reflektiert die Tatsache, dass die Automatisierungsstrategien der Vergangenheit keine weiteren sicherheitsrelevanten Fortschritte mehr erbringen und zudem eine Reihe von neuen Risiken (Komplexitätssteigerung, Unter-/Überforderung der Anlagenfahrer, latente Fehlerquellen etc.) mit sich gebracht haben. Berücksichtigt wird zudem die Einsicht, dass Veränderungen im Unternehmen selbst (Marktstellung, strategische Ziele, organisatorische Veränderungen (outsourcing, merging), Marktbedingungen (Globali-

² vgl. u.a. Horst Vogler (Bayer AG): „Verbesserung von Sicherheit und Zuverlässigkeit auf der Basis von Analysen menschlicher Faktoren“, UBA-Texte 61/97 S. 442 ff.

sierung, Wettbewerbsdruck, Arbeitsmarkt), gesetzliche Anforderungen und gesellschaftliche Bedingungen (Akzeptanz) Einflussfaktoren für das sichere Betreiben einer Anlage darstellen.“³

3 Vorgehensweise

Schwerpunkt der Tätigkeiten war entsprechend dem Auftrag der SFK die Durchführung eines Workshops. Hierzu richtete die SFK 1999 eine Projektgruppe (Vorsitz Prof. Dr. Bernd Heins) und zur wissenschaftlichen Begleitung den Arbeitskreis „Human Factor“ (Vorsitz Prof. Dr. Ursula Stephan) ein. Nach einem „Statusseminar“ am 12. 4. 2000, das der Vorbereitung des geplanten Workshops diente (siehe Abschnitt 4.1), wurde am 4.-6. 3. 2002 ein nationaler Workshop mit internationaler Beteiligung („Loccum I“) durchgeführt (siehe Abschnitt 4.2). Um die chemische Industrie verstärkt einzubinden und mit ihr die Ergebnisse von „Loccum I“ weiter zu diskutieren, wurde vom 12.-14. 3. 2003 ein Folge – Workshop („Loccum II“) durchgeführt (siehe Abschnitt 4.3).

Im Rahmen der inhaltlichen Vorbereitung und Begleitung der Workshops wurden eine Reihe von Themen diskutiert und z.T. entsprechende Papiere erstellt (siehe Abschnitt 4.4).

Weitere Aktivitäten dienten dem Aufbau einer **Internetplattform** (bzw. der Ergänzung bestehender Plattformen). Ziel war das Einstellen von Beiträgen, die durch den AK-HF der SFK geliefert werden sollten, sowie die Moderation der auf der Seite befindlichen Diskussionsforen. Nach dem Auslaufen der entsprechenden Förderung wurde das Internetportal an das Kompetenzzentrum Human Factor (www.human-factor.com) bei der CUTEC-Institut GmbH übergeben.

Für die Bearbeitung der verschiedenen Fragestellungen hat der AK-HF jeweils Arbeitsgruppen gebildet, die dem AK zuarbeiteten. Eine Übersicht über die Mitgliedschaften im AK-HF und diesen Arbeitsgruppen gibt **Anhang 1**.

³ Aus dem Vorwort der Loccumer Protokolle 43/02
Hrsg. W. Neddermann, B. Heins und A. Dally, Rehburg-Loccum, 2003
Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie, Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung

4 Erkenntnisse und Ergebnisse

4.1 Statusseminar zum Thema „Human Factor“ am 12. April 2000 in Hannover

Das Statusseminar hatte den Charakter eines „Brain Stormings“. Die Aufgabe des Seminars war es, die Zielstellung der Arbeiten zum „Human Factor“ nochmals zu verdeutlichen und ggf. bereits Arbeitsschwerpunkte zu benennen.

Wichtige Themen des Statusseminars waren:

- Bedarf der Untersuchung des Einflusses psychotoxischer Stoffe auf das Entstehen und den Ablauf von Störfällen
- Relevanz einer Sicherheitskultur in Unternehmen
 - Bedeutung einer Sicherheitskultur für die Wirkung von Sicherheitsmanagementsystemen
 - Übertragbarkeit von Empfehlungen zur Implementierung einer Sicherheitskultur aus anderen Technologiebereichen
- Bedarf der Analyse rechtlicher Regelungen
 - Berücksichtigen die Regelungen menschliche Leistungsgrenzen adäquat?
 - Inwieweit induzieren die Regelungen, insbesondere das Haftungsrecht, sicherheitsgerichtetes Verhalten/sicherheitsgerichtete Entscheidungen?
 - Gibt es Defizite (in Bezug auf die Berücksichtigung menschlicher Faktoren)?
- Bedarf der Auswertung empirischer Untersuchungen, insbesondere zum Nutzen partizipatorischer Instrumente
- Defizite in der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens in der Planung von Verfahren und Anlagen
- Möglichkeiten der Stärkung des Lernverhaltens von Organisationen

Einzelheiten sind in **Anhang 2** zusammenfassend dargestellt. Zu diesem Statusseminar wurde eine zusammenfassende Auswertung der Ergebnisse durch Prof. Dr. Wolfgang Ströbele (AGEP – Münster) angefertigt.

Vorläufige Bewertung mit Blick auf das weitere Vorgehen

Das Statusseminar hatte gezeigt, dass sowohl das praktische als auch das wissenschaftliche Wissen im Hinblick auf die integrative Zielsetzung des Projekts Human Factor der SFK sehr disparat vorliegt. Hier muss dringend eine Bündelung geleistet werden. Zudem wurde deutlich, dass die Kommunikationsbarrieren zwischen Wissenschaft und Praxis dringend durchlässiger gemacht werden müssen, um das hier zur Verfügung stehende Wissenspotential in Zukunft schrittweise besser und gezielter nutzen zu können.

Schaut man sich das Feld der Teilnehmer an, so ist festzustellen, dass die Zahl der Vertreter aus dem Wissenschaftsbereich deutlich höher war, als die anderer wichtiger Gruppen. Augenfällig war auch, dass aus dem Bereich der Chemieindustrie, auf den die Arbeit des AK-HF vor allem abzielt, nur sehr wenige Vertreter anwesend waren. Repräsentanten der Branchenverbände fehlten fast vollständig.

Diese Situation macht zunächst deutlich, dass noch viel zu leisten ist, um dem Thema Human Factor einen angemessenen Stellenwert in der politischen Diskussion zu verschaffen.

Ein wichtiger Schritt nach vorne könnte die gezielte Ansprache und Einbeziehung weiterer Akteure in die Diskussion über Human Factors sein. Neben den schon erwähnten Verbandsvertretern, deren Beteiligung auch politisch von großer Bedeutung wäre, müssen „Brückenakteure“ identifiziert und in den Diskurs eingebunden werden, die sowohl über wissenschaftliches als auch über praktisches Wissen verfügen, die sozusagen beide Sprachen sprechen. Zu denken ist etwa an die Sachverständigenorganisationen und die großen Unternehmen der Versicherungswirtschaft.

Konkrete Schritte des AK-HF und zweier zuarbeitender Arbeitsgruppen waren die Durchführung zweier Workshops.

4.2 Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie Aktivierung der Sicherheitsressourcen durch Beteiligung (Loccum I, 2002)

Auf der Grundlage der Ergebnisse des Statusseminars in Hannover hat der AK-HF in Zusammenarbeit mit der Evangelischen Akademie Loccum in der Zeit vom 04.-06. März 2002 einen nationalen Workshop mit internationaler Beteiligung durchgeführt. Das Thema Human Factor – Aspekte der Anlagensicherheit – wurde auf diesem Workshop im umfassenden Sinne auf drei Ebenen diskutiert:

- Auf der Mikroebene, auf der Fachfragen, die die konkrete Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen betreffen, erörtert werden,
- auf der Mesoebene, also auf der Ebene von Unternehmen als Akteure, die in Auseinandersetzung mit anderen Unternehmen, Verbänden, Stakeholdern, Shareholdern, Märkten und anderen Rahmenbedingungen kommunizieren und strategische Entscheidungen von großer Tragweite zu treffen haben und
- auf der Makroebene als gesellschaftspolitische Aufgabe, zu der auch die Frage nach politischem Regulierungsbedarf und geeigneten Steuerungsinstrumenten gehört.

Das für die drei Tage zusammengestellte Programm stellte den Versuch dar, diese drei Ebenen zu diskutieren und miteinander zu verknüpfen. Dazu war es in drei thematische Abschnitte unterteilt:

Sicherheitskultur:

Der erste Teil hatte – gedacht auch als Klammer für das gesamte Thema – den Aspekt der Sicherheitskultur zum Gegenstand. Sicherheitskultur wurde in den Beiträgen als kritische Vari-

able für die Sicherheitsleistung von sozio-technischen Systemen diskutiert und in ihren Beziehungen zur technischen und organisatorischen Gestaltung untersucht.

Wesentliche Aussagen waren:

Die systematische Analyse von Störfällen und Unfällen zeigte, dass es weder ausreicht, das Versagen technischer Einrichtungen ausschließlich in technologischen Kategorien zu beschreiben, noch derartige Ereignisse mit menschlichen Fehlern von Bedienern zu erklären. In der Regel sind die Vorbedingungen von Ereignissen typischerweise Resultat komplexer, wenig durchschaubarer Interaktionen individueller, sozialer und organisatorischer Faktoren, die ein systemisches Ursachenverständnis erfordern. Daher wurde der Begriff der Sicherheitskultur aus dem Begriff der Organisationskultur abgeleitet. Eine mögliche Definition ist:

„Sicherheitskultur ist eine Mischung von Werten, Einstellungen, von moralischen Prinzipien und Normen akzeptablen Verhaltens. Diese zielen darauf ab, eine selbstdisziplinierte Vorgehensweise aufrecht zu erhalten, um Sicherheit über rechtliche und regulatorische Anforderungen hinaus zu erhöhen. Sicherheitskultur muss daher im Denken und Handeln aller Individuen auf allen Ebenen einer Organisation inhärent sein.“

Sicherheitskultur beinhaltet das selbstständige und eigenverantwortliche Handeln eines jeden einzelnen, unabhängig von seiner hierarchischen Stellung. Das bedeutet eine unternehmensgleiche Verantwortung in Sicherheitsfragen. In der Implementierung einer Sicherheitskultur wird ein wichtiges Instrument gesehen mit dem auch die Sicherheit von Systemen, einschließlich der sicherheitsrelevanten Beziehungen zwischen Organisationen, verbessert werden kann. Die erfordert, dass alle für die Systemsicherheit relevanten Organisationen eine Sicherheitskultur einführen (Betreiber, Behörden, Sachverständige, Hersteller etc.). Die Einführung bedarf allerdings eines langwierigen Aushandlungs- und Umsetzungsprozesses aller Organisationsmitglieder. Eine entsprechende Organisationsentwicklung kann in folgenden Stufen durchgeführt werden:

- Initiierungsphase
 - Seminare mit leitenden Mitarbeitern
 - Workshops mit unterschiedlichen Mitarbeitergruppen
- Umsetzungsphase
 - Feedbackrunden mit der Führungsebene
 - Einrichtung von Sicherheitskultur-Projektgruppen
- Evaluationsphase
 - Workshop zur Problemdiskussion und Evaluation in gemischten Gruppen

Da Normen und Werte sowie Grundorientierungen und Annahmen weder direkt beobachtet noch erfragt werden können, sondern nur über einen langwierigen Prozess erschlossen werden können, ist die Bewertung (Messung) der Qualität einer Sicherheitskultur schwierig. Eine Möglichkeit wird in wiederkehrenden Befragungen (z.B. durch Audits, Umfragen) gesehen, in denen die Interaktionen zwischen dem Sicherheitsmanagementsystem, der Wahrnehmung der Sicherheit durch Menschen und dem sicherheitsbezogenen Verhalten erkundet werden. Verfahren, die zumindest eine Teilstandardisierung erkennen lassen, z.B. verhaltensbasierte

Skalen, sind vorzuziehen, um eine genaue Zuordnung und Bewertung z.B. des Verhaltens zu ermöglichen und die Unabhängigkeit vom Untersucher zu gewährleisten.

Mensch-Anlage System:

Im zweiten Teil wurden die Systemvorstellungen unter drei Teilaspekten diskutiert. Der erste Teilaspekt stellte die konkrete Anlagenplanung und –gestaltung und ihre Bedeutung im Hinblick auf den Human Factor in den Mittelpunkt. Der zweite Teilaspekt ging auf personale Aspekte (“Handeln in komplexen Situationen“) und die individuellen Stärken und Schwächen des Menschen in sozio-technischen Systemen aus psychologischer Sicht ein. Der dritte Teilaspekt thematisierte organisationale und managementbezogene Fragen der Anlagensicherheit.

Wesentliche Aussagen waren:

Unter „Human Factors“ oder „Human Errors“⁴ ist jegliches Verhalten zu verstehen, dass gefährliche Zustände einer Anlage verursachen kann. Dies ist in Verbindung mit folgenden vier unterscheidbaren Ansätzen der Sicherheitsforschung relevant:

Fehlerquelle	Reaktion
Technik	Optimierung der Technik
Bedienfehler	Ergonomie, Personalauswahl, Kompetenzerweiterung der Arbeitnehmer
Technisches oder soziales Subsystem einer Organisation	Verbesserung der Interaktion zwischen Komponenten
Vernetzung zwischen Organisationen	inter-organisationale Sicherheitsforschung, Abstellung dysfunktionaler Beziehungen, Sicherheitskultur

Unter Mensch-Maschine-System kann als ein Verbund von Personal, Vorgehensweisen und Vorschriften, Stoffen, Arbeitsmitteln, Anlagen, Einrichtungen und Software mit jeglichem Niveau an Komplexität verstanden werden. Die Teile dieses Verbundes werden zusammen in der beabsichtigten betrieblichen oder dienstleistenden Umgebung genutzt, um eine gegebene Aufgabe oder eine spezifische Produktion, Dienstleistung oder Anforderung einer Aufgabe zu erfüllen.

Automatisierung innerhalb des Mensch-Maschine-Systems reduziert die Arbeitsbelastung, steigert die Leistung von Routinevorgängen und begrenzt erfolgreich menschliche Fehler auf der Ebene des Verhaltens. Automatisierte Anlagen haben neben den üblichen intrinsischen und externen Störfallursachen das Problem der nichtgewussten Designfehler und der nicht automatisierbaren nicht normalen Betriebszustände. Dieser Situation wird in weiten Teilen nicht Rechnung getragen. Die Automatisierung steigert die Wirkungen der Folgen von kognitiven Fehlern, die stark von der Arbeitsumgebung beeinflusst werden und normalerweise in der sozio-technischen Arbeitsumgebung tief verwurzelt sind. Eine Reduktion derartiger menschlicher Fehlleistungen ist durch einen Prozess unter Nutzung von technischem, psychologischem und soziologischem Wissen möglich. Dieser Prozess bedarf der Entwicklung von Zielen und Konzepten für das „Mensch-Maschine-System“, der Durchführung retrospektiver und prospektiver Analysen, der Anwendung der Analyseergebnisse sowie der Entwicklung und Anwendung von Indikatoren für den Erfolg dieser Anwendung. Für die Analysen können Ursa-

⁴ Der Begriff „Human Error“ wird im Allgemeinen - wie oben stehend - weit definiert. Die wörtliche Übersetzung „menschlicher Fehler/Irrtum“ ist mit dieser Definition nicht vereinbar. Soweit im Workshop von „Human Error“ gesprochen wurde, wird daher hier der Begriff „menschliche Fehlleistung“ verwandt. Es ist zu überlegen, ob die Einführung des Begriffes „menschliches Verhalten“ / „Human Behavior“ nicht geeigneter wäre, um Missverständnis durch Übersetzungen zu vermeiden, die auch zum Französischen auftritt.

chenanalysen, ethnographische Studien und Analysen der kognitiven Aufgaben eingesetzt werden.

Schutzsysteme, insbesondere automatische Notabfahrssysteme, stellen eine hochwertige Sicherheitsmaßnahme bei sensiblen Prozessvorgängen dar, jedoch geht man mit dieser sicherheitstechnisch wünschenswerten Maßnahme häufig sehr restriktiv um⁵. Viele Studien zeigen, dass sich Systeme im überwiegenden Teil der Produktionszeit nicht im Normalbetrieb befinden, wodurch die Bediener mit dem gestörten System in Kontakt kommen. Um diese Probleme zu vermeiden und Störungen vorzubeugen, versuchen die Bediener in das System einzugreifen und Sicherheitssysteme zu überwinden, um Zugriff auf Komponenten zu erlangen.

Die Automation ist mit Paradoxien verbunden, wie z.B.: Je weniger Bediener an einer automatisierten Anlage tätig sind, umso wichtiger ist ihre Aufgabe und umso weitreichender sind die Konsequenzen ihrer Entscheidungen und Handlungen für die Effizienz des gesamten Systems. Je höher die Reputation des technischen Systems ist, sicher zu sein, umso geringer ist die Wachsamkeit seiner Bediener. In der Realität verbringen die Bediener mehr Zeit damit das PLS zu überwachen, als den durch das PLS gesteuerten Prozess selbst. Die Paradoxien können durch eine Politik der partizipativen Ergonomie, die auf einer implementierten Sicherheitskultur basiert, überwunden werden. Die partizipative Ergonomie erlaubt die Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch.

Das Einräumen von mehr Handlungsspielraum für die Akteure hierfür ist nicht immer gleich „mehr Gefahr“, sondern mehr Handlungsspielraum ist auch gleich „sich mehr für die Sicherheit einsetzen“. In automatisierten Systemen sollte sichergestellt sein, dass Menschen hierfür sowohl die Kompetenz im Sinne von Können (Qualifikation) als auch im Sinne von Handeln dürfen haben. Systemsicherheit setzt voraus, dass Systemgestaltung nicht nur auf den Ausschluss des Risikofaktors Mensch, sondern auch auf die Förderung des Sicherheitsfaktors Mensch ausgerichtet wird, eine entsprechende Aufgabenverteilung von Mensch und Technik vorgenommen wird, hierzu Menschen die Aufgaben übertragen werden, die ihren Fähigkeiten entsprechen, die Wechselwirkung zwischen menschlichen und technischen Kompetenzen ermöglicht und beobachtet wird sowie eine partizipative (Weiter-)entwicklung von Sicherheitsmaßnahmen stattfindet.

Hierbei sind die Stärken und Schwächen von Menschen in Verbindung mit der Sicherheit komplexer Systeme zu beachten. Ihre Stärken sind:

- Menschen sind in der Lage Problemlösungen zu finden.
- Menschen verhindern deutlich mehr Störungen als sie verursachen.
- Menschen können Muster und Zusammenhänge erkennen, sich ein Bild von einer Situation machen, Situationen bewerten, neue Lösungen erfinden und ausprobieren, Ideen und Ziele entwickeln, technische Systeme erfinden und Zusatzprioritäten setzen.

Ihre Schwächen sind:

- Menschen können sich nicht selber ständig hinterfragen, prüfen, kritisieren und überlegen, was sie besser machen können.
- Sie können eine Analyse machen, aber nicht unter Zeitdruck.

⁵ Zudem werden auch Schutzeinrichtungen von Menschen geplant, errichtet und betrieben. Mängel an Prozessleitsystemen und Schutzeinrichtungen gehören zu den Schwerpunkten der von Sachverständigen für Anlagensicherheit festgestellten Mängel vgl. TAA-GS-34.1.

- Kreative Ideen entwickeln sie nicht, wenn das tägliche Handeln zu 99% aus Routine besteht.
- Sie können Lösungen finden, aber nicht in einem Klima der Angst.

Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch:

Der dritte Teil des Workshops sollte aus der Sicht der involvierten Akteure aus Betrieben, Verbänden, Behörden und Politik Handlungsansätze für eine zukunftsweisende mensch-zentrierte Politik der Anlagensicherheit aufzeigen, integrative Sichtweisen zwischen den verschiedenen thematischen Ebenen des Workshops fördern und Ansatzpunkte für politische Aktivitäten zur Flankierung und Beförderung der Anliegen einer mensch-zentrierten Politik der Anlagensicherheit benennen.“

Wesentliche Aussagen waren:

Zur Aktivierung des Potenzials „Sicherheitsressource Mensch“ sind die erforderlichen Randbedingungen zu schaffen:

- Gezielte und systematische Förderung der jeweiligen menschlichen Fähigkeiten.
- Herstellung der erforderlichen Grundmotivation durch
 - Reservierung von Raum innerhalb der verfügbaren Ressourcen
 - Kompetenzerhalt und –erweiterung
 - Anerkennung durch andere Menschen
- Offener Umgang mit Fehlern

Erstens kann ein stabiles und exzellentes Sicherheitsniveau durch ein partizipatives Produktionsmanagementsystem in Verbindung mit einer unterstützenden Sicherheitskultur erreicht werden. Das partizipative Produktionsmanagementsystem besteht aus den Subsystemen: Zielsetzung, Rückmeldung, Partizipation, Selbstorganisation

Wenn einem Mitarbeiter schwierige und anspruchsvolle Sicherheitsziele gesetzt werden, dann zeigt er hervorragende Leistungen, wenn er die notwendigen Qualifikationen und Ressourcen zur Verfügung hat. Er muss eine Rückmeldung erhalten, inwieweit die gesetzten Ziele und Leistungen erreicht wurden. Dies muss durch materielle und immaterielle Anreize unterstrichen werden. Partizipation und Selbstorganisation dienen der beruflichen Sozialisation und lassen sich als Teil einer Sicherheitskultur entwickeln.

Zweitens kann dies durch gezieltes Personalmanagement erfolgen. Das in Sicherheits- und Arbeitsschutzmanagementsystemen geforderte Qualifizieren und Trainieren ist hiervon nur ein Teil. Aufgabe des Personalmanagements ist es, Strukturen und Prozesse so zu gestalten, dass spezifische Einstellungen, Qualifikationen und Verhaltensmuster bei Führungskräften und Mitarbeitern entwickelt und über längere Zeit aufrechterhalten werden.

Personalmanagement besteht aus: Personalauswahl, Personalentwicklung mit Training, Qualifizierung, Anreizsystemen, Führung, Lenkung, Moderation und Unterstützung der Mitarbeiter, Beteiligung und Stärkung der Selbstverantwortung.

Wichtige Instrumente hierfür sind: Direkte Mitarbeiterführung, Systeme zur Personalentwicklung und indirekten Führung, Systemüberwachung, Selbstorganisation durch kooperative Formen der Arbeit durch Partizipation und Beteiligung,

Eine direkte, persönliche Mitarbeiterführung erfolgt durch Koordination und Moderation des Leistungsverhaltens und der zwischenmenschlichen Prozesse durch persönliche Interaktion von Mitarbeiter und Vorgesetztem.

Systeme zur Personalentwicklung und -führung bestehen aus Systemen für die Personalbeschaffung und -auswahl, die Personalführung, die Personalbeurteilung, die Personalentwicklung und Anreizsystemen.

Eine Lenkung kann durch direkte Instrumente wie Anweisungen, Vorschriften und Regelungen und/oder durch indirekte Instrumente wie Normen, Werte des Unternehmens erfolgen.

Im Rahmen einer Untersuchung wurde der Zusammenhang zwischen Maßnahmen zum Personalmanagement und der Entwicklung der Arbeitsunfälle untersucht. Folgende Ergebnisse wurden erhalten:

- Die besten Betriebe weisen den größten Umfang an Partizipation und Häufigkeit von Gruppenarbeit mit Selbstverantwortung in der Arbeitssicherheit auf. Sie setzen deutlich mehr Ziele, kontrollieren viel häufiger die Umsetzung und melden viel häufiger die Ergebnisse an ihre Mitarbeiter zurück. Aktivierung, Unterstützung und Einbindung durch die Vorgesetzten ist deutlich stärker ausgeprägt als bei anderen Betrieben. Die motivationale Personalführung ist üblich.
- Fortschrittsbetriebe, d.h. Betriebe, die sich im Lauf der Untersuchung verbesserten, setzen am häufigsten Personalmanagementsysteme ein. Sie investieren stark in Anreiz- und Beurteilungs-, Versetzungs-, Beförderungs- und Qualifizierungssysteme.
- Unterdurchschnittliche Betriebe setzen am wenigsten Personalmanagementsysteme ein.

Die Investitionen der Fortschrittsbetriebe führen zu einem System an Selbstverständlichkeiten, Handlungsbereitschaften, Einstellungen, Werten und Normen in der Belegschaft, das den Einsatz der vielen Personalsysteme auf Dauer überflüssig macht. Es entwickelt sich eine Sicherheitskultur. Sind sie in die Gruppe der besten Betriebe aufgestiegen, so können sie die Maßnahmen zum Personalmanagement, z.B. Anreiz-, Beurteilungs- und Qualifizierungssysteme, wieder reduzieren.

Durch einen Referenten von DuPont und eine Referentin von Electricité de France wurde aufgezeigt, wie eine Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch in der betrieblichen Praxis erfolgen kann.

Es wurde deutlich, dass die Themen: Sicherheitskultur, Personalentwicklung, Know-how-Erhalt (und Wissensmanagement), Beteiligung, Leistungsgrenzen/ Leistungsmöglichkeiten, Kommunikation auch weiterhin die Diskussion um die Einbindung des Human Factors in die Verbesserung der Anlagensicherheit bestimmen werden.

Die Ergebnisse des ersten Loccumer Workshops in Form von 10 Thesen, sind daher in einer vom AK-HF weiterentwickelten Fassung in **Anhang 3** wiedergegeben. Die Vorträge und Diskussionen des Workshops sowie das abschließende Rundetischgespräch sind in einer Workshop-Dokumentation⁶ zusammengestellt.

⁶ Loccumer Protokolle 43/02: Walter Neddermann/Bernd Heins/Andreas Dally (Hrsg.): Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie. Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung, Rehburg-Loccum; Bertelsmann Media on Demand, Pößneck, 1. Auflage 2003 ISBN 3-8172-4302-2

4.3 Potentieller Versager oder Sicherheitsgarant? Der Faktor Mensch in industriellen Betriebsabläufen (Loccum II, 2003)

Unter diesem Thema führte die Evangelische Akademie Loccum in Zusammenarbeit mit dem AK-HF der SFK in der Zeit vom 12.-14. März 2003 einen Fortsetzungsworkshop durch. Der Schwerpunkt dieses Workshops lag auf den Sicherheitsmanagementsystemen, deren unterschiedliche Ausgestaltung sowohl aus der Sicht der Industrie als auch aus der Sicht der Wissenschaft diskutiert wurde. Die Diskussion konzentrierte sich auf die Sicherheitspraxis bei chemischen Anlagen.

Wesentliche Aussagen waren:

Empfehlungen zur Implementierung einer Sicherheitskultur

Die Ursache der allermeisten Unfälle ist eine menschliche Ursache. Der Mensch versagt jedoch nicht nur, er geht auch bewusst ein Risiko ein. Ursachen hierfür sind: Optimismus, Selbstüberschätzung, Druck von Außen, Kenntnismangel.

Nicht jedoch die Unfälle, sondern das unsichere Verhalten muss bekämpft werden.

Analysen zeigen, dass auf einen tödlichen Unfall mindestens eine Größenordnung mehr schwere Unfälle und eine weitere Größenordnung mehr leichtere und eine Vielzahl unsicherer Handlungen kommt.

Zielsetzung einer Sicherheitskultur muss sein: Alle Unfälle sind vermeidbar.

Der Einbindung dieses Zieles in die Unternehmenswerte dienen

- Vermittlung der ethischen Werte an die Mitarbeiter
- entsprechender Umgang mit den Mitarbeitern
- entsprechende Beziehungen nach außen (umliegende Gemeinden, Gewerkschaften)
- Einbindung von Controlling und Finanzen

Die Umsetzung muss den jeweiligen kulturellen Besonderheiten angepasst werden. Hierfür muss Raum gelassen werden, um die Vorgaben auszufüllen.

Das Top Management muss deutlich machen, dass Sicherheit ein gleichrangiges Unternehmensziel ist. Entsprechende Prioritätensetzung und eigenes Vorbildverhalten des Top Managements ist wesentlich. Die betrieblichen Mitarbeiter sind zu sicherheitsgerichtetem Verhalten nur durch das „Vorleben“ des Managements zu motivieren. Es ist Aufgabe des Managements zu verdeutlichen, dass Sicherheit vor Geschwindigkeit geht.

Erforderlich ist, dass das Engagement des Managements für Sicherheit im Betrieb sichtbar und fühlbar ist. Dies kann insbesondere durch regelmäßige, vorangekündigte Betriebsrundgänge geschehen. Das Management sollte deshalb für die Intervention bei unsicherem Verhalten von Mitarbeitern speziell geschult sein.

Eine Verbesserung des Verhaltens von Mitarbeitern muss durch das Management gewürdigt werden. Die Delegation von Verantwortung bedeutet auch die Respektierung von sicherheitsgerichteten Entscheidungen, selbst wenn diese zu einer Senkung der Produktivität führen. Die Kompetenz, Sachkenntnis und Motivation von Mitarbeitern für die Verbesserung der Sicherheit muss genutzt werden, denn von den Mitarbeitern entwickelte Verbesserungen finden auch Akzeptanz im Betrieb. Entsprechende Entscheidungen ohne Beteiligung der Betroffenen sind

selten sinnvoll. Ein Problem ist der Zielkonflikt zwischen Produktivität und Sicherheit. Die Kreativität der Mitarbeiter geht immer in Richtung der gesetzten Priorität.

Bei Unfalluntersuchungen ist es wichtig, die Unfallwiederholung zu vermeiden. Keinesfalls darf es Ziel sein, die Schuldigen zu ermitteln. Daher sollten Namen von Beteiligten in Unfallberichten nie genannt werden. Die Kernthese von Unfalluntersuchungen muss lauten: „Jeder Unfall ist lang und gut vorbereitet“. Neben der Schnittstelle Mensch-Maschine muss auch die Problematik der Schnittstelle Mensch-Mensch beachtet werden.

Nutzung von betrieblichem Sicherheitscoaching und Feed-Back-Programmen

Die Verbesserung der Sicherheit liegt im Eigeninteresse eines Betriebes. Hierzu müssen die menschliche und organisatorische Zuverlässigkeit verbessert werden.

Geeignete Instrumente hierzu sind Mitarbeiterbefragungen und Coaching.

Coaching und Feedback sind als Führungsaufgaben zu verstehen.

Sicherheitscoaching dient

- a) einer besseren Nutzung der eigenen (d.h. betrieblichen) Potentiale
- b) der Erarbeitung konkreter und praktischer Lösungen durch Benennung und Bearbeitung von Schwachstellen

Ziele sind:

- Verbesserung von Arbeits- und Umweltschutz
- Abbau von Arbeitsschwierigkeiten
- Abbau von sozialen Spannungen
- Änderung des Verhaltens am Arbeitsplatz und der Arbeitshandlungen

Ansatzpunkte sind:

- die Verbesserung von Qualifikation und Kenntnisstand
- die Förderung von Akzeptanz und Anwendung von Vorgaben
- die Motivation und Förderung der Identifikation
- die Verbesserung der Schnittstelle Mensch zu Mensch
- die Verbesserung der Mitgestaltungsmöglichkeiten für Mitarbeiter

Menschliche Faktoren und Prozessleitsysteme

Zunehmend werden Anlagen nicht mehr manuell, sondern von Prozessleitsystemen (PLS) gefahren. Die Industrie hat für diese Anlagen in ihrer überwältigen Mehrheit eine besondere Sicherheitsphilosophie entwickelt.

Diese Sicherheitsphilosophie geht davon aus, dass Mitarbeiter mit einer Wahrscheinlichkeit von 10^{-2} bis 10^{-4} bei einer Handlung einen Fehler begehen. Dies mache den Menschen als Schutzsystem ungeeignet. Eingriffe an Schutzsystemen vorbei oder an Stellen, an denen keine Schutzsysteme sind, müssten daher vermieden werden. Es ist möglich PLS-gesteuerte Anlagen so gut und so fehlersicher zu programmieren und mit Schutzsystemen auszustatten, dass in der überwiegenden Zahl der Fälle die Menschen keine sicherheitsrelevanten Funktionen mehr übernehmen müssen. Es wird sogar im Gegenteil davon ausgegangen, dass es für die Sicherheit der Anlage schädlich ist, dass Operateure bei sich abzeichnenden Notfällen in den Handlungsablauf eingreifen. Üblicherweise ist den Operateuren diese Art des Eingriffs durch die Programmstruktur verwehrt.

Diese Strategie kann im Einzelfall vorteilhaft sein, z. B. bei Anlagen, in denen bestimmte Gefahrstoffe gehandhabt werden müssen.

Eine Ausweitung dieses Prinzips auf alle Anlagen ist jedoch bedenklich, denn es führt zur Paradoxie der Automation: Die Anzahl der menschlichen Handlungen nimmt ab, aber ihre Bedeutung für die Sicherheit nimmt überproportional zu. Eine Vielzahl von Untersuchungen haben gezeigt, dass auf die Zeiteinheit bezogen das Risiko durch nichtnormale Betriebszustände einer Anlage, die nicht von PLS gesteuert werden können, ungefähr 20mal höher ist als durch die normalen PLS-gesteuerten Anlagenzustände. Wie die Tagung zeigte - aber auch aus anderen Untersuchungen bekannt ist - wird jedoch die Qualifikation der Operateure in der Industrie üblicherweise durch die Anforderungen der normalen Betriebszustände definiert, was nicht ausreichend ist. Auch ist das automatische Abfahren von Anlagen nicht ohne Risiken, kann zu ungeplanten Abläufen führen und bedarf dann des Eingriffs von Operateuren.

Zudem sind Unternehmen auch von einer maximalen Automatisierung der Anlagen mittlerweile abgekommen. Die Analyse der Kosten über den Lebenszyklus von Anlagen hat ergeben, dass eine nicht maximale Automatisierung wirtschaftlicher sein kann.

Auch ist die Vermeidung menschlicher Fehler bei der Entwicklung und dem Betrieb der PLS-Technik erforderlich. Hierzu sind Praxis:

- Sicherheitsstudien bei der Ausarbeitung der Regelungstechnik (Zeitaufwand ca. 4 – 6 h pro Instrument)
- Redundanzen bei der Instrumentierung (mit Vorgaben hierfür durch ein Pflichtenheft)
- Off-line Simulation des Betriebs
- Erarbeitung der PLS-Technik durch ein Team aus Generalisten und Spezialisten. Hierbei sind wichtig:
 - Teamfähigkeit der Mitglieder
 - Klare Zielsetzungen
 - Kritisches hinterfragen von Sachverhalten
 - Erfahrung der Mitglieder
 - Multinationale Teams

Beim „Management of Change“ sind sowohl die Anlagen als auch die Software relevant.

Das wichtigste Ergebnis des II. Loccumer Workshops⁷ zum Human Factor ist: Die Rolle des Menschen in verfahrenstechnischen Anlagen muss neu definiert werden. **Das Fördern menschlichen Handelns, der menschlichen Kompetenzen und Motivierung zur Verhinderung von Störfällen muss gleichberechtigt neben der Eliminierung von Fehlleistungen, die sich in Form von unterlassenem oder falschem Handeln zeigen, stehen (vergleiche auch fortgeschriebene Loccumer Thesen in Anhang 3).**

⁷ Loccumer Protokolle 10/03: Ursula Stephan, Sylvius Hartwig, Bernd Heins, Andreas Dally (Hrsg.): Potentielle Versager oder Sicherheitsgarant?; Bertelsmann Media on Demand, Pößneck; ISBN 3-8172-1003-5

4.4 Weitere Arbeitsergebnisse

Im Rahmen der inhaltlichen Vorbereitung und Begleitung der Workshops wurden eine Reihe von Themen diskutiert und z.T. entsprechende Papiere erstellt. Im Einzelnen sind dies:

- (1) [Arbeitshilfe „Human Factor-Aspekte für Betriebsbereiche und Anlagen nach der Störfall-Verordnung \(12. BImSchV\)“](#); Zur Berücksichtigung im Sicherheitsmanagementsystem und im Sicherheitsbericht“ (SFK-GS-32), verabschiedet auf der 38. SFK-Sitzung am 25. September 2001 (federführend erstellt von der Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“) (unter <http://www.sfk-taa.de> veröffentlicht)
- (2) Loccumer Thesen zur Sicherheitspolitik
Auswertung des Arbeitskreises HUMAN FACTOR der SFK des vom 4.-6. März 2002 durchgeführten deutschen Workshops mit internationaler Beteiligung "Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie - Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung" (unter <http://www.sfk-taa.de> veröffentlicht)
- (3) „Hinweise zur Berücksichtigung von Human Factor-Aspekten bei der proaktiven Notfallvorsorge“, veröffentlicht im Winter 2003/2004 auf der Internet-Seite der SFK unter „Sonstige Papiere“ (federführend erstellt von der Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“) (unter <http://www.sfk-taa.de> veröffentlicht)
- (4) Übersetzung des HSE-Sheet „Better Alarm Handling“, veröffentlicht auf der Internet-Seite der SFK als „Sonstige Papiere“, 2002 (federführend erstellt von der Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“) (unter <http://www.sfk-taa.de> veröffentlicht)
- (5) (7) Abschlußbericht des Projektes: “Wissenschaftliche Begleitung sowie Informationsdarstellung zum Vorhaben Human Factor“ (IFSN; Herr Neddermann) (unter <http://www.sfk-taa.de> veröffentlicht)

Folgende Unterlagen sind ausschließlich in der Geschäftsstelle verfügbar:

- (6) Literaturstudie zur Erstellung des Statusberichtes „Human Factor“, von Gefahrstoffbüro Prof. Stephan und Dr. Strobel
- (7) Bericht zum 1. Statusseminar zum Thema Human Factor, 12. April 2000 in Hannover
- (8) Loccumer Protokolle 43/02
"Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie - Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung"
- (9) Abschlußbericht zum Projekt „Weiterentwicklung und Pflege des Internetportals human-factor.com“

- (10) Bericht „Der Human Factor in der Anlagensicherheit der chemischen Industrie der USA“ Internet- und Literaturrecherche Prof. Dr. Zillessen
- (11) Locom II Tagungsbericht

Die **Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“** (AG-AT, Vorsitz: Frau B. Hermann) hat zusätzlich für eine Reihe von weiteren Themen Papiere erarbeitet. Ein Statusbericht der AG-AT ist als **Anhang 4.1** beigefügt. Darüber hinaus finden sich im Anhang 4 folgende Papiere:

- (1) Aspekte zur Vermeidung von Fehlbedienungen in Betriebsbereichen und Anlagen nach der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) (Stand 29. 6. 2001) (**Anhang 4.2**)
- (2) Projektskizze „Human Factor-Aspekte bei der Instandhaltung in verfahrenstechnischen Anlagen“ (Stand 26. Mai 2003); (Das Projekt wurde nicht abgeschlossen). (**Anhang 4.3**)
- (3) Projektskizze „Menschengerechte Alarmsysteme“ (vom 19.09.2002); die Projektskizze ging ein in einen Projektvorschlag für ein Forschungsvorhaben der BAuA, Dortmund (**Anhang 4.4**)
- (4) Vorschlag der AG-AT für die StörfallVwV (vom 31.05.2001) (**Anhang 4.5**)

5 Arbeitsstand und Perspektiven

Mit dem Ende des Jahres 2004 lässt sich der Stand der Bearbeitung der relevanten Human Factors-Themen wie folgt zusammenfassen:

Ein Bedarf zur weitergehenden Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist bei folgenden Themen zu erkennen:

- Sicherheitskultur
- Gelebtes Sicherheitsmanagementsystem
- Berücksichtigung der Leistungsmöglichkeiten und Grenzen des Menschen in verfahrenstechnischen Anlagen
- Ergonomische Anlagengestaltung als Beitrag zur Anlagensicherheit
- Unterforderung und Überbelastung als Risikofaktoren der Anlagensicherheit
- Menschengerechte Alarmsysteme

Alle Themen, zu denen noch Umsetzungsbedarf gesehen wird, wurden durch den AK-HF und seine Untergruppierung, die AG Aktuelle Themen, so bearbeitet, dass der Stand des Wissens dazu aufgearbeitet wurde und zum Teil auch Handlungsanleitungen gegeben wurden, wie diese Erkenntnisse im Anwendungsbereich der Störfallvorsorge weitergehend angewandt werden können.

Eine Erarbeitung von Hilfen für die betriebliche Praxis zur Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit vertretbarem Aufwand ist zu folgenden Themen möglich:

- Human Factors bei Planung und Gestaltung von Anlagen: Es bedarf noch genauerer Hinweise, wie die Human Factors bei Planung und Gestaltung von Anlagen besser berücksichtigt werden können. Verweise auf fakultativ einzuhaltende ergonomische Normen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen reichen hierzu alleine nicht aus.
- Entscheiden in komplexen Situationen: Die begrenzten Fähigkeiten und das spezifische Verhalten von Menschen in Grenzsituationen (z.B. Stress durch technische Störungen) muss bei der Konzeption der programmierten Reaktionen eines technischen Systems auf Störungen berücksichtigt werden. Menschliche Leistungsmöglichkeiten und –grenzen dürfen dabei nicht überschritten werden. Die Anwendung bestehender ergonomischer Normen kann hierbei hilfreich sein. Entscheidend ist jedoch, dass die Fähigkeiten des Bedieners in komplexen Situationen zu entscheiden und zu handeln durch das Anlagendesign und die Produktionsablaufplanung maximal unterstützt werden.
- Kontinuierliche Anpassung an den Stand der Sicherheitstechnik unter Beibehaltung der Bediensicherheit: Bediensicherheit darf nicht als der technischen Planung aufgesetztes Merkmal verstanden werden, sondern es muss integrativer Bestandteil der Planung, Gestaltung und Konstruktion sein. Dies wird nur umgesetzt, wenn die Bediensicherheit, u.a. durch die Anwendung von Erkenntnissen in ergonomischen Normen, bei der Formulierung dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechender Technischer Regeln ausdrücklich mitbedacht wird.

- Human Factors in der Instandhaltung: Nicht nur Änderungen sondern auch Instandhaltungsarbeiten sind eine mögliche Quelle für Fehler, die in ein System nachträglich eingebaut werden und zu einem späteren Zeitpunkt, möglicherweise an anderer Stelle, Ereignisse auslösen können. Es fehlen für der StörfallV unterliegende Anlagen spezifizierte Hilfestellungen, wie Human Factors konsequent von der Planung, Ausführung bis zur Überprüfung von Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt werden können.

Folgende Themen sollten vorrangig bearbeitet werden, sind jedoch bis zum Vorliegen praktisch umsetzbarer Ergebnisse mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verbunden:

- Differenzierung der Arten menschlicher Fehler in der Ereignisauswertung und –berichterstattung: Bisherige Berichterstattungssysteme differenzieren oft nicht zwischen den verschiedenen Arten menschlicher Fehler als Ereignisursache, sondern fassen alle als „Human Factor“ oder „Management Error“ zusammen. Der reine Bedienfehler ist dann nicht mehr unterscheidbar von anderen Ursachen (z. B. ungünstige Instrumentenanordnung, fehlende Erkennbarkeit einer sich anbahnenden Störung, Arbeitsüberlastung u.v.m.). Es bedarf der Ausarbeitung, Erprobung und Abstimmung eines geeigneten Klassifizierungssystems, das die entsprechenden Ergebnisse von Ereignisanalysen in Berichterstattungssystemen angemessen abbilden kann.
- Know-How-Erhalt: Verlassen Mitarbeiter den Betrieb, so sind deren spezifische Betriebskenntnisse (hinsichtlich typischer, aber auch selten wirksamer Störungsquellen, seien sie technischer Art oder auf Arbeitsabläufe bezogen und hinsichtlich der Maßnahmen, die ergriffen wurden, um diese Störungsquellen zu kontrollieren bzw. abzustellen) im Rahmen eines Informationsmanagements für den Betrieb zu erhalten.
- Beteiligung/Partizipation: eine durchgängige und geregelte Beteiligung der Mitarbeiter an der Störfallvorsorge fördert die Selbstverantwortung, nutzt die spezifischen Anlagen- und Arbeitsablaufkenntnisse des Anlagenpersonals im Rahmen der Gefahren- und Gefährdungsanalyse, bei Planung und Änderung von Anlagen und bei der Erstellung des internen Alarm- und Gefahrenabwehrplans und leistet einen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit des Anlagenpersonals.
- Aufgabenverteilung zwischen Schutzsystemen und Bedienern: Anlagen von denen Störfälle ausgehen können werden in zunehmendem Maße von Prozessleitsystemen gesteuert, in die Schutzsysteme zur Verhinderung von Störfällen integriert sind oder die durch separate Schutzsysteme ergänzt werden. Fehler bei der Konzeption des Einsatzes und Auslegung der Schutzsysteme können ebenso wie deren technisches Versagen nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Es ist Aufgabe eines Betreibers zu definieren, welche sicherheitsrelevanten Aufgaben für die Bediener trotz der Schutzsysteme verbleiben und welche Voraussetzungen geschaffen sein müssen, damit sie diesen nachkommen können. Für diesen Bewertungsvorgang sollten entsprechende wissenschaftlich begründete Hilfestellungen erarbeitet werden.
- Regelmäßige Fortbildung des Operators für Notsituationen: Muss der Bediener in Notsituationen, sei es um das Ansprechen von Schutzsystemen zu verhindern oder deren Funktion zu überwachen oder weil diese versagen, reagieren, werden hohe Anforderungen an ihn gestellt, die zuvor geübt sein müssen, um sie in der Notsituation abrufen zu können.

- Veränderte Arbeitswelten: Die Arbeitswelt eines Industriearbeiters hat sich in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten enorm verändert. Die gezielte Arbeitsteilung früherer Jahrzehnte hat sich in Multitasking (der Mitarbeiter kann in einer Funktion mehrere Aufgaben erfüllen) und Multiskilling (der Mitarbeiter kann mehrere Funktionen im Betrieb wahrnehmen) weiterentwickelt, doch wurde bisher nicht ausreichend untersucht, welche Auswirkungen dies auf die technische und organisatorische Anlagensicherheit hat.

Zusammenfassend wird folgende Situation festgestellt: Die Problematik des "Human Factors" und alle damit zusammenhängenden positiven aber auch negativen Entwicklungen in der Anlagensicherheit sind eine direkte Folge der sich ändernden und komplexer werdenden industriellen Entwicklungen selbst. Da derzeit diese industriellen Änderungen (Automatisierung, Komplexität der Anlagen, Unternehmensformen, usw.) rasch fortschreiten, ist der "Human Factor" keine abgeschlossene singuläre Themenstellung. Industrielle Sicherheit ist durch die Komplexität der Entwicklungen zu einem erheblichen Teil Human-Factor-Politik geworden und dies einem Ausmaß wie es vor 20 Jahren kaum für möglich gehalten wurde.

Deswegen stellt der AK-HF fest, dass die Arbeiten zum Thema Human Factor nicht abgeschlossen sind und auch nicht abgeschlossen werden können. Die weitere Verfolgung dieses Themas ist zur Verbesserung der Anlagensicherheit notwendig. Die SFK bittet die Bundesregierung, das Thema Human Factor in den zuständigen Ressorts und deren Gremien koordiniert weiter zu behandeln.

6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Unter „Human Factors“ werden in der Anlagensicherheit sowohl Möglichkeiten zur Förderung von menschlichem Handeln und Kompetenzen zur Verhinderung von Störfällen, als auch zur Verhinderung von Fehlhandlungen in Form von unterlassenem oder falschem Handeln verstanden.

Die auf dieser Basis erarbeiteten Ergebnisse des AK-HF der SFK zeigen, dass Ansätze zur Berücksichtigung dieses weiten Verständnisses des Begriffes „Human Factors“ im Bereich Anlagensicherheit entwickelt und verfolgt sowie mögliche nächste Schritte hierzu identifiziert wurden. Mit den beiden durchgeführten Workshops (Loccum I und Loccum II) und weiteren Veranstaltungen ist der Dialog zwischen verschiedenen Fachdisziplinen, Ideenentwicklern und Praktikern sowie verschiedenen gesellschaftliche Gruppen entschieden gefördert worden.

Trotz dieser ersten Schritte mit konkreten Ergebnissen ist es jedoch bislang nicht gelungen, das umfassende „Human Factor“-Verständnis für alle relevanten Themenbereiche so ausreichend zu konkretisieren, dass es Eingang in die (insbesondere betriebliche) Praxis hätte finden können. Es verbleibt Konkretisierungsarbeit, die gleichzeitig die Voraussetzung für die (letztlich entscheidende) Klärung ist, inwiefern dieses Verständnis innerhalb von Technik und von technisch-ökonomischem Denken dominierten sozialen Systemen tatsächlich umsetzbar ist und in welchem Umfang es schließlich einen Fortschritt in der Anlagensicherheit bewirken kann.

Unbestritten ist jedoch – das zeigte das bisherige Vorgehen -, dass die Weiterentwicklung der Berücksichtigung von „Human Factors“ bei der Anlagensicherheit die richtige Grundidee ist, dass auf diese als wichtige Ergänzung zur Weiterentwicklung von Technik und Technikanwendung nicht verzichtet werden kann und dass es somit letztlich keine Alternative zum weiteren Betreiben der Konkretisierungsarbeit gibt.

Es wird empfohlen, die gewählte Grundstrategie weiter zu verfolgen:

Fördern menschlichen Handelns, der menschlichen Kompetenzen und Motivierung zur Verhinderung von Störfällen muss gleichberechtigt stehen neben der Eliminierung von Fehlleistungen, die sich in Form von unterlassenem oder falschem Handeln zeigen

Anhang 1 Arbeitsgruppen und Mitgliedschaften

1.1 Arbeitsgruppen

Der AK-HF hat vor allem eine Steuerungsfunktion wahrgenommen. Zur Bearbeitung der einzelnen Themen wurden die nachfolgenden Arbeitsgruppen eingesetzt. Die Mitglieder des AK-HF und der Arbeitsgruppen sind unter Anhang 1.2 aufgelistet.

Der AK-HF selbst hatte 16 Sitzungen zwischen dem 13. 12. 1999 und dem 9. 3. 2005.

1.1.1 Arbeitsgruppe PROGRAMM WORKSHOP (AG-PW) (Vorsitz Herr Ludborzs)

Auf seiner zweiten Sitzung am 8. Februar 2000 setzt der AK-HF die AG-PW ein. Erste Aufgabe soll die Auswertung und Aufbereitung der Vorschläge der einzelnen Sitzungsteilnehmer sein sowie ein daraus resultierendes Diskussionspapier. Die AG-PW schließt mit der Vorlage des Programmentwurfs für ein zweites Statusseminar ihre Arbeiten mit der 4. Sitzung am 8. September 2000 ab.

1.1.2 Arbeitsgruppe AKTUELLE THEMEN (AG-AT) (Vorsitz Frau Hermann)

Auf seiner zweiten Sitzung am 8. Februar 2000 setzt der AK-HF die AG-AT ein. Aufgabe war die Bearbeitung aktueller Probleme in der Praxis, zum Beispiel jene, die im Zuge der neuen Störfall-Verordnung auftreten werden und im Zusammenhang mit dem Themengebiet Human Factor stehen.

Die AG-AT hat sich auf ihrer ersten Sitzung am 17. März 2000 folgende Schwerpunkte gesetzt:

- HF-Aspekte bei Sicherheitsmanagementsystemen,
- HF-Aspekte beim Sicherheitsbericht,
- HF-Aspekte in internen/externen Notfallplänen,
- HF-Aspekte bei Inspektionen nach §16 der Störfall-Verordnung.

Die AG-AT beendet ihre Arbeit mit der 16. Sitzung am 5. Dezember 2003. Ein zusammenfassender Bericht dieser AG-AT findet sich in **Anhang 4.1**

1.1.3 STEUERUNGSGRUPPE (HF-SG) (Vorsitz Frau Prof. Stephan)

Auf seiner 4. Sitzung am 6. Juni 2000 beschließt der AK-HF die Einrichtung der HF-SG, die die Vorbereitungen für das zweite Statusseminar koordinieren soll, um somit die notwendige Zahl der Sitzungen des AK-HF zu minimieren. Die HF-SG schließt ihre Arbeiten mit der 6. Sitzung am 22. März 2002 ab.

1.1.4 REDAKTIONSGRUPPE HUMAN FACTOR (HF-RG) (Vorsitz Frau Prof. Stephan)

Auf seiner 13. Sitzung am 24. März 2003 setzt der AK-HF die HF-RG ein, die für die Dokumentation des zweiten Workshop Loccum (Loccum II) eine Schlussfolgerung zu den gemachten Vorträgen aus Sicht des AK-HF erarbeiten wird. Zusätzlich soll auch der weitere Beratungsbedarf des AK-HF zur Vorlage bei der SFK formuliert werden.

1.1.5 REDAKTIONSGRUPPE BERICHT HUMAN FACTOR (HF-RG-BE) (Vorsitz Frau Prof. Stephan)

Auf seiner 14. Sitzung am 13. Oktober 2003 beschließt der AK-HF die Erstellung eines Abschlußberichts zur Vorlage in der SFK. Die HF-RG-BE hat einen Entwurf erarbeitet, der in einer Telefonkonferenz Sitzung des AK-Human Factor verabschiedet worden ist.

1.2 Mitgliedschaften (aktueller Stand 2005)

Peter Bansen	InfraServ Gendorf	AG-AT
Holger Bartels	IG Bauen-Agrar-Umwelt	AK-HF
Prof. Dr. Dietz	TU Clausthal	AK-HF
Roland Fendler	Umweltbundesamt	AK-HF, HF-RG-BE
Dr. Ursula Fischbach	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.	AK-HF, AG-AT
Jürgen Freund	HF-RG, HF-SG, AG-PW	AK-HF, HF-RG-BE
Prof. Dr. Hartwig	Bergische Universität Wuppertal	AK-HF, HF-RG-BE HF-RG, AG-PW
Prof. Dr. Heins	TU Clausthal	AK-HF, HF-RG-BE HF-RG, HF-SG
Begöna Hermann	ECOTEAM GmbH	AK-HF, AG-AT, AG-PW HF-RG-BE, HF-SG
Bettina Lafrenz	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	AK-HF, AG-AT
Boris Ludborz	Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie	AK-HF, AG-AT, HF-SG AG-PW
Prof. Dr. Müller		AK-HF
Prof. Dr. Nachreiner	Carl-von-Ossietzky-Universität	AK-HF, AH-PW
Dr. Schmidt	Bildungsverband Chemie und Technik e. V. Halle	AK-HF, AG-PW
Prof. Dr. Stephan	Gefahrstoffbüro – Büro Prof. Stephan und Dr. Strobel, GbR	AK-HF, HF-RG-BE HF-RG, HF-SG
Dr. Werner	Infraserv Höchst	AK-HF, AG-AT
Prof. Dr. Zimmer	Universität Regensburg	AK-HF, AG-PW
Prof. Dr. Zimolong	Ruhr-Universität-Bochum	AK-HF

Anhang 2 Statusseminar

Wichtige Themen des Statusseminars sind im Folgenden nach inhaltlichen Schwerpunkten zusammenfassend dargestellt:

1. **Gefährdungen am Arbeitsplatz durch Freisetzung psychotoxischer Stoffe**

- 1) Die Bedeutung **psychotoxischer Stoffe** am Arbeitsplatz/ Gefahrenbereich (z. B. durch Veränderung der Wahrnehmung, Herbeiführung von Euphorie oder Müdigkeit) ist bisher nur unzureichend systematisch als mögliche Störfallauslöser oder – verstärker untersucht worden. Eine entsprechende Beachtung in Check-Listen o.ä. ist empfehlenswert.

2. **Sicherheitskultur im Unternehmen**

- 2) Die empirische Ermittlung der bisherigen **Integration von Human Factor in die Unternehmenspraxis** ist noch unzureichend. Dies betrifft auch die Abgrenzung formeller und eher informeller Abstimmungsverfahren (Problem: Gefahr von Window-dressing für die formale Erfüllung externer Vorgaben, Verfahrensvorschriften etc.). Es besteht der Verdacht, dass die direkte sprachliche Kommunikation zunehmend unterdrückt ist. Die Weitergabe kritischer Informationen, ohne damit Schuldzuweisungen und interne Sanktionen auszulösen, ist wesentlicher Bestandteil einer funktionierenden Kommunikation. Insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen besteht ein hoher Bedarf an angepassten Vorgehensweisen, die weniger formalisiert sind und auf direkterer Kommunikation basieren. Nur dadurch sind praktikable und von den Kostenbelastungen her tragfähige Konzepte auch umsetzbar.
- 3) Dabei ist eine **Differenzierung** nach dem **Handlungsfeld** erforderlich: Ein einfacher Umladevorgang ist anders zu organisieren als eine mittlere Chemieanlage und diese wiederum anders als etwa ein Kernkraftwerk.
- 4) Verständlichkeit von Betriebsanweisungen, Konzepte für Kommunikation und Schulungen, Aktivierung des Wissens von Mitarbeitern sind als wichtige Bestandteile eines Sicherheitsmanagementsystems systematisch in die Managementpraxis zu integrieren. Die Weitergabe von Wissen (z. B. bei den häufigen Frühpensionsprogrammen) an nachfolgende Mitarbeiter muss organisiert werden. Eine frühzeitige **Kommunikation** zwischen Bedienpersonal und Technikern/ Ingenieuren kann die Bereiche Änderungen von Anlagen, Instandhaltung und Kontraktorenmanagement betreffen.
- 5) Indikatoren für Instrumenten-Mix zur **Steigerung des Sicherheitsbewusstseins** (Gefahren durch Scheinsicherheit und Routine) liegen bisher nicht vor. Tätigkeits-

beobachtung in realen Prozessen als empirische Basis scheitert bisher oft an Misstrauen gegenüber diesem Instrument.

- 6) Gestaltung von **Management of Change**: Ob dynamische Verfahren in Relation zu festen Check-Listen und Regeln zu überlegen sind oder nicht, ist zu prüfen.
- 7) Lassen sich **Verfahren aus anderen Bereichen** (z.B. Luftverkehr, Kernkraftwerke): VGB-Verfahren der Kernkraftwerkbetreiber, Acting-out-Programme für veränderte Bedingungen (Luftfahrt), u. ä. auf die Unternehmen der Chemie übertragen und dort ähnlich umsetzen? Derzeit haben die wichtigsten derartigen Verfahren einen Schwerpunkt auf einer optimalen Gestaltung der Schnittstelle Mensch-Maschine, d. h. sie konzentrieren sich sehr stark auf Fragen der Ergonomie (Bsp. KKW Philippsburg).

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

- 8) Menschliches Fehlverhalten lässt sich einerseits als bewusstes Fehlverhalten, d. h. geplante Umgehung von Vorschriften etwa um Kosten zu sparen oder bequemer arbeiten zu können, beschreiben; andererseits ist menschliches Fehlverhalten auch unbeabsichtigt und entsteht aus Überforderung in einer komplexen Situation. Rechtliche Strafandrohung, Ordnungsrecht oder Haftungsregelungen sind jeweils nur teilweise geeignet, die adäquaten Verhaltensweisen zu induzieren. Die **drei rechtlichen Bereiche Genehmigung, Haftung und Selbstüberwachung** wirken im Mix. Es fehlt bisher eine **Wirkungsanalyse** der rechtlichen Regelungen, insbesondere zum Verhältnis der verschiedenen rechtlichen Regelungen zueinander, in Zusammenhang mit menschlichen Faktoren (produktive Ergänzungen oder Vorgaben in unterschiedliche Richtungen?).
- 9) Gibt es unterschiedliche Störfallprävention unter veränderten **haftungsrechtlichen Bedingungen**? Hat das Umwelthaftungsgesetz tatsächlich neue Anreize zur Vermeidung von Störfällen gegeben, und lassen sich derartige Befunde empirisch erklären (Sind bspw. Versicherungsprämien und Kontrollen von Versicherungen wirkungsvoller als andere Mechanismen)?
- 10) Eine systematische Analyse rechtlicher Regelungslücken und deren Konsequenzen für Anreize innerhalb der Unternehmen könnte die Sicherheit erhöhen.

4. Empirische Untersuchungen und Erfahrungen im Ausland

- 11) Eine **Studie der Cornell-Universität** aus den USA zeigt, dass ein Bündel von internen Maßnahmen (interne Anhörung von Mitarbeitern zur Verringerung von Emissionen, partizipatorisches Team-Management, Programm zum betrieblichen Vorschlagswesen) zur Verringerung der Abgabe schädlicher Stoffe an die Umwelt besser wirkt als isolierte Maßnahmen und als externe Impulse (z.B. Lieferantenprogramme, Gesetzgebung). Allerdings sind die empirischen Methoden dieser Studie

nicht so eindeutig, dass eine Übertragbarkeit derartiger Ergebnisse auf die deutsche Situation quasi-automatisch gegeben sein müsste. Es deutet sich jedoch durch Beiträge mehrerer Diskutanten an, dass Erfahrungen in deutschen Unternehmen darauf schließen lassen: Einbeziehung derjenigen, die wissen, was zu verändern ist, erhöht in jedem Fall die Sicherheit.

- 12) **Empirisches Wissen** zur Rolle von Human Factor in Chemieanlagen liegt für Deutschland in dieser Form noch nicht vor. Übertragbarkeit aus anderen Branchen (z.B. Kernindustrie, Luftfahrt) wäre zu klären.

5. Fokussierung auf den Faktor Mensch

- 13) Eher **ergonomische Analysen**, wie **Arbeitsplätze** günstig oder ungünstig gestaltet werden können, sind aus der Sicht der Psychologie so weit gesichert, dass konkrete Hinweise auf mögliche Verbesserungen und Vermeidung von „Fehlern“ im Design der Bedienelemente gegeben werden können.
- 14) Vermeintlich „menschliches Versagen“ in einer Belastungssituation kann auch auf ungünstigem Design von Anzeigetafeln, Eingriffsmöglichkeiten u.ä. beruhen. Daraus folgt, dass eine geänderte Planungsprozedur Sicherheit erhöhen kann. Eine Untersuchung in Unternehmen der chemischen Industrie hat gezeigt: Plansystematik und Gestaltung der Schnittstelle Mensch-Anlage-Prozess bereits in frühen Phasen unter Einbeziehung der Betroffenen und Erkenntnisse aus der Psychologie vermindern Risiken für Bedienfehler. Die Betrachtung der **Rolle des Menschen** darf sich nicht nur auf den Bediener als mögliche „Fehlerquelle“ konzentrieren, sondern auch seine Fähigkeiten, letztlich entscheidend in gestörte Abläufe einzugreifen und Schaden abzuwenden, einbeziehen.
- 15) Eine bessere Gestaltung des **Berichtswesens** in der Industrie hinsichtlich Systematik, Vergleichbarkeit und dessen Verknüpfung mit organisationalem Lernen könnte der Bedeutung von Human Factor gerecht werden.
- 16) Die Sicherung der **Weitergabe von Erfahrungen** und des schwer explizit beschreibbaren Erfahrungsschatzes bisheriger Mitarbeiter und Teams (z.B. Outsourcing, Frühpensionierungen) muss organisiert werden.
- 17) Die optimale Gestaltung von **Prozessleitsystemen** aus psychologischer Sicht: Ergonomie, Ermessensspielräume für Mitarbeiter, Alarmpläne, angemessene Dichte der Informationen sind derzeit eher „wildwüchsig“. Tendenz ist, die Abläufe von Standardfällen im Computer zu integrieren und den Rest an schlecht strukturierbaren Abläufen dem Bediener zu überlassen.

6. Quintessenz der bisherigen Diskussion und Aufgaben:

- 1) Die ergonomischen Kritikpunkte und individuellen Aspekte zur **Bediensicherheit** basieren auf einem guten Wissensfundament. Allerdings scheinen auch bei einigen Prozessleitsystemen die angemessenen Dichten der Information zu „Alarmzuständen“ nicht auf derartige Erkenntnisse eingegangen zu sein. Informationsüberflutung für Operateure dient nicht der Sicherheit, sondern der Absicherung der System-Designer.
- 2) Was weit weniger gesichert erscheint, sind die angemessenen (und aus der Sicht der Unternehmen unter Kosten-Nutzen-Aspekten noch tragbaren) Verfahren zum organisationalen Lernen in den **Organisationen**, die dafür eine eigene Sichtweise des Problems und die Bereitschaft zu Veränderungen aufbringen müssen. Die Bereitschaft, für zusätzliche technische Lösungen Geld auszugeben scheint nach wie vor höher zu sein als für organisatorische. In einer effizienten Lösung müsste jedoch gelten: Einen zusätzlichen Euro investiert in Technik steigert die Sicherheit um das gleiche wie der letzte zusätzliche Euro in geänderte Organisation. Dabei haben die organisatorischen Veränderungen den „scheinbaren“ Nachteil, dass die Technik ihr gegenüber anschaulicher und „konkreter“ Veränderungen anzeigt.
- 3) Die internationale Verankerung der erweiterten Sichtweise der **HUMAN FACTOR (z.B. EU-Ebene)** ermöglicht eine höhere Sicherheit und international einheitliche Bedingungen für die Chemische Industrie. Unter den neuen Bedingungen der Chemiebetriebe (Outsourcing, Reduzierung von Stammebelegschaften) sind Anforderungen an eine EU-weite Umsetzung sinnvoll.
- 4) Die **Übertragbarkeit von US-amerikanischen Erfahrungen** bzw. Erfahrungen aus anderen Sektoren (z.B. ziviler Luftverkehr, Kernindustrie) auf die deutsche chemische Industrie wäre wegen der unterschiedlichen übrigen Regelungen zu überprüfen.
- 5) Eine Integrative Sichtweise Psychologie + Technik in **operationalisierbare Konzepte** (z.B. Regelwerke, Alarmleitsystemen, Empfehlungen, Best-Practice-Verfahren für Versicherungen) umsetzen ist eine interdisziplinäre Aufgabe.
- 6) Das **Berichtswesen** (innerhalb der Betriebe und gegenüber den Aufsichtsbehörden) erfordert eine bessere Vereinheitlichung des Verfahrens. Das Lernen aus Fehlern (die Menschen unvermeidlich machen) systematisch zu organisieren, gehört zur Sicherheitskultur im Sinne „Jeder Mensch macht Fehler, nur die Dummen machen den gleichen Fehler zweimal“.

Anhang 3 Thesen des AK Human Factor der SFK zur Sicherheitspolitik

In den letzten Jahren hat sich ein Wandel in den hochentwickelten Industriegesellschaften vollzogen. Die beschleunigte Globalisierung, die einhergeht mit einer stark gestiegenen Wettbewerbsintensität in vielen volkswirtschaftlich bedeutenden Industriezweigen und mit daraus resultierenden gravierenden Strukturveränderungen wie Automatisierung, Arbeitsverdichtung, Just-in-time-Produktion, Auslagern von Arbeitsplätzen und Deregulierung von Märkten, hat den Druck, mit weniger mehr (d.h. produktiver, sicherer usw.) zu machen, sehr gesteigert. Dieser Wandel ist verbunden mit der wachsenden Bedeutung der Informationstechnologie, mit immer kürzeren Produktions- und Produktinnovationszyklen, der damit verbundenen Veränderung der Verfahrenstechnik, der Veränderungen der Unternehmensorganisation und -kulturen und der wachsenden Komplexität der internen und externen Beziehungen der Unternehmen. Das bleibt nicht ohne Auswirkung auf die Sicherheit der Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial.

Angezeigt ist vor diesem Hintergrund eine erweiterte Betrachtung, die jenseits rein technischer Lösungen die Sicherheit von Anlagen und Systemen aus einer sozio-technischen Perspektive als Systemsicherheit in den Blick nimmt. Damit ist auch ein Diskussionsprozess in gesellschaftlichen Diskursformen und Plattformen notwendig, der die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen aus der Perspektive einer an Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit orientierten gesellschaftlichen Entwicklung betrachtet.

Ein allgemeiner Konsens besteht dahingehend, dass eine Strategieerweiterung vom alleinigen Setzen regulativ technischer Vorgaben sowie vorrangiger Nutzung technischer Lösungen hin zur **integralen Betrachtung der Systemsicherheit** notwendig ist. Dies impliziert die Umgewichtung einzelner Vorgehensweisen in der Sicherheitspolitik sowie deren Modifizierung und Ergänzung. Wurden bis jetzt für technische Systeme die technischen Einflussgrößen und festgelegten Regelwerke als wesentlich bestimmend gesehen, so zeigt sich in der sich verändernden Art des Störfallspektrums zunehmend die Notwendigkeit, den Menschen in seiner Kreativität als Sicherheits- und Wissensressource durch neue Ansätze in den Bereichen Sicherheitskultur, -organisation, -management, Technikentwicklung und Anlagendesign zu stärken.

Um dieser geänderten Sichtweise Rechnung zu tragen, wird empfohlen:

1. Die Entwicklung und das Design des Mensch-Technik-Systems der verfahrenstechnischen Anlage sind auf menschliche Fähigkeiten und Bedürfnisse auszurichten, damit der Mensch die ihm zugeordnete Leistung erbringen kann. Der technisch-ökonomische Ansatz ist zu überwinden und der Mensch als Systembestandteil zu integrieren. Bei Gestaltung der Bedieneigenschaften von Anlagen ist das Erfahrungswissen der Mitarbeiter produktiv einzubringen.
2. Durch eine entsprechende, an den menschlichen Eigenschaften ausgerichtete Gestaltung der Aufgabenschnittstellen zwischen Menschen und Technik ist sicherzustellen, dass bei den Mitarbeitern jederzeit eine **sicherheitsgerichtete Handlungskompetenz** (Handeln können) und **Handlungsautonomie** (Handeln

dürfen) besteht. Dabei sollten die Gestaltungsanforderungen aus Erkenntnissen der Psychologie und insbesondere die der Arbeitspsychologie eingehalten werden.

3. Die Fähigkeit des Mitarbeiters als Sicherheitsressource zu dienen, hängt entscheidend von der Unternehmens- und Sicherheitskultur ab. Diese sind deshalb zu stärken und durch Sicherheitsmanagementsysteme (weiter) zu entwickeln.
4. Systematische Personalarbeit und Personalentwicklung unterstützen Unternehmens- und Sicherheitskultur maßgeblich. Dazu gehören geeignete Personalauswahl und Teamzusammenstellung, die Förderung der Selbstverantwortung, die Stärkung der persönlichen Ressourcen, Information, Kommunikation, Einbindung und Beteiligung.
5. In den Unternehmen werden für eine Reihe von Aufgaben (Reinigungen, Instandhaltung, Teile der Produktion) zunehmend Subunternehmen eingesetzt. Damit dadurch nicht neue Gefahren entstehen, sind diese ebenso wie das eigene Personal in alle Organisations- und Optimierungsbereiche einzubinden.
6. Dem internen **Kommunikations- und Informationsmanagement** von Unternehmen ist zur Förderung der Sicherheitsleistung mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Die Gewährleistung des sicheren Betriebs eines Betriebsbereiches oder einer Anlage muss als Aufgabe aller Mitarbeiter verstanden werden. Damit die Mitarbeiter dieser Aufgabe nachkommen können, bedarf es eines qualifizierten Kommunikations- und Informationsmanagements bzgl. sicherheitsrelevanter Informationen, das als Teil des Sicherheitsmanagementsystems anzusehen ist.
7. Schulungen des Personals zur Vermeidung von Fehlern und Fehlverhalten sollten einerseits das gesamte Personal (d.h. auch alle Ebenen der Leitung) und andererseits alle Arten von Fehlverhalten umfassen, d.h. auch Unterlassungen in Form mangelnder Vorbildfunktion oder mangelnder Unterstützung von Mitarbeitern bei sicherheitsgerichtetem Verhalten. Der Schulung sind auch alle Maßnahmen zur Förderung des organisationalen Lernens zuzuordnen, wie Kommunikation des Wissens über Gefahrenquellen, der Möglichkeiten ihres Wirksamwerdens, ihrer Bewertung und der Ergebnisse von Ereignisauswertungen.
8. Trotz moderner technischer Kommunikationsmittel ist hierbei insbesondere der (alltäglichen) sprachlichen Kommunikation besonderes Gewicht beizumessen, da sie immer noch den Hauptanteil der Kommunikation ausmacht und in der Regel aussagekräftiger als technisch basierte Kommunikation ist.
9. Die **Risikokommunikation** mit Externen wie Anspruchsgruppen (Investoren, Kunden, gesellschaftliche Gruppen, Anwohner etc.) oder mit anderen Betreibern, Politik und Behörden ist nicht nur integraler Bestandteil eines Risikomanagements, sondern auch für die Sicherheitsleistung von Bedeutung. Der Risikodialog mit Externen sollte gesucht werden, damit die interne Risikobewertung vor dem Hintergrund der Risikobewertung Externer regelmäßig kritisch überprüft werden kann. Eine ak-

tuelle interne Risikobewertung ist eine Voraussetzung dafür, dass Mitarbeiter erkennen können welches Handeln sicherheitsgerichtet und erforderlich ist.

10. Wissensmanagement hält das im Unternehmen vorhandene explizite und implizite Wissen verfügbar und vermeidet bei Reorganisationsprozessen negative Auswirkungen auf die Sicherheitsleistung durch Wissensverlust. Durch Wissensmanagement wird die Handlungskompetenz des Menschen in komplexen kritischen Situationen unterstützt und gestärkt.
11. Das traditionelle sicherheitsanalytische Vorgehen schließt bislang allenfalls eine Analyse der Bedienungsaufgaben und die Betrachtung der Folgen möglichen Fehlverhaltens von Bedienern ein. Dies soll um die Betrachtung zusätzlicher menschlicher Einflussfaktoren ergänzt werden, indem einerseits die gesamte Organisation andererseits sowohl die Sicherheitsleistung mindernde Faktoren als auch die Sicherheitsleistung steigernde Faktoren im Rahmen einer Systemanalyse betrachtet werden. Hieraus können auch wichtige Erkenntnisse für die Ermittlung des Ausbildungs- und Schulungsbedarfs sowie die Durchführung entsprechender Maßnahmen abgeleitet werden.
12. Für einen konsequenten **Human Factor- orientierten Ansatz** zur Gestaltung und Optimierung von Anlagensicherheit sollten in stärkerem Maße als bisher bei den Maßnahmen der Stand der Technik, der Arbeitsmedizin und -hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Anlagendesign berücksichtigt werden. Die Einhaltung des Standes der Technik auch in diesem Bereich ist als eine Vorkehrung zur Vermeidung von Fehlbedienungen anzusehen.
13. Die Entwicklung und Einführung einer Human Factor-orientierten Sicherheitspraxis bedarf großer Anstrengungen in allen relevanten Bereichen. Ziel sollte sein, konsens- und kooperationsorientiert Vorgehensweisen und Verfahren der Erhebung, Bewertung und Maßnahmenplanung zur Qualität von Human Factor- orientierter Sicherheitspraxis zu entwickeln und zu etablieren. Insbesondere sind hier zu nennen:
 - **Intensivierung der interdisziplinär ausgerichteten Forschung** in den Bereichen Grundlagen (Arbeitswissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Informatik, Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften) und Anwendung (integrierte Technik-, Anlagen- und Systementwicklung, Entwicklung und Anwendung geeigneter Managementkonzepte und Methoden ihrer Evaluation und Auditierung)
 - **Dialog** zur Berücksichtigung von Human Factor Aspekten in der Anlagensicherheit in den Unternehmen, mit Subunternehmen, zwischen den relevanten wissenschaftlichen Disziplinen, zwischen Wissenschaft, Praxis, Behörden und Politik sowie mit der Öffentlichkeit
 - Entwicklung von Anforderungen an eine Sicherheitskultur für Unternehmen mit Betriebsbereichen nach StörfallV
 - Berücksichtigung der Human Factor Aspekte in Sicherheitskonzepten und Sicherheitsmanagementsystemen

- Bewertungsverfahren für die Prüfung des Sicherheitskonzeptes und der Wirksamkeit und Angemessenheit des Sicherheitsmanagementsystems bezüglich der Berücksichtigung von Human Factor Aspekten.
- Dauerhafte Begleitung und Evaluation dieser Anstrengungen durch die Störfall-Kommission

14. Die Fortentwicklung der industriellen Praxis der letzten Jahre (besonders im Chemiebereich) und die damit verbundene zunehmende Prozessautomatisierung, hat zu einem Qualifikationsbild für Operateure geführt, das nicht mehr einer Bewältigung der Gesamtheit aller Risiken in der Anlage genügt. Die überwiegende Mehrzahl der Risiken liegt bei durch Prozessleitsysteme (PLS) gesteuerten Anlagen üblicherweise deutlich außerhalb des PLS-gesteuerten Bereiches (z. B. Wartung, Instandsetzung, Reparatur). Die Ausbildung und Schulung hingegen spezialisieren sich zunehmend auf das Interface zwischen PLS und Operateur, was zu einer risikobehafteten Einschränkung führt. Bei der Ausbildung und Schulung der in Anlagen Beschäftigten muss diesem Sachverhalt Rechnung getragen werden.

Anhang 4 Ausarbeitungen des AK-HF und der AG-AT

Anhang 4.1 Bericht der Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“ des AK Human Factor der Störfall-Kommission

Die Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“ (AG-AT) wurde im Frühjahr 2000 durch Beschluss des AK Human Factor eingerichtet, um in einer kleinen Arbeitsgruppe aktuell auftretende Themenstellungen zum Thema „Human Factors“ im Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung zu bearbeiten. Jährliche Arbeitsschwerpunkte wurden jeweils im AK-Human-Factor diskutiert und als Arbeitsaufträge an die AG-AT gegeben.

In 16 Sitzungen zwischen Frühjahr 2000 und Winter 2003 wurden die nachfolgenden Themen und Papiere bearbeitet:

1. Arbeitshilfe „Human Factor-Aspekte für Betriebsbereiche und Anlagen nach der Störfall-Verordnung (12. BImSchV); Zur Berücksichtigung im Sicherheitsmanagementsystem und im Sicherheitsbericht“ ([SFK-GS-32](#)), verabschiedet auf der 38. SFK-Sitzung am 25. September 2001
2. „[Hinweise zur Berücksichtigung von Human Factor-Aspekten bei der proaktiven Notfallvorsorge](#)“, veröffentlicht im Winter 2003/2004 auf der Internet-Seite der SFK unter „Sonstige Papiere“
3. Aspekte zur Vermeidung von Fehlbedienungen in Betriebsbereichen und Anlagen nach der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) (**Anhang 4.2**)
4. Projektskizze „Human Factor-Aspekte bei der Instandhaltung in verfahrenstechnischen Anlagen“ (Stand 26. Mai 2003); (Das Projekt wurde nicht abgeschlossen). (**Anhang 4.3**)
5. Beiträge zum 20ten Internationalen Symposium der IVSS „Mensch-Sicherheit-Technik“ vom 22./23. Mai 2003
6. Projektskizze „Menschengerechte Alarmsysteme“ (vom 19.09.2002); die Projektskizze ging ein in einen Projektvorschlag für ein Forschungsvorhaben der BAuA, Dortmund (**Anhang 4.4**)
7. Themen- und Referentenvorschläge für den Workshop „Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie“ in 2002
8. Kritische Begleitung des TAA-Prüfmodells „Bediensicherheit“ in 2002
9. Übersetzung des HSE-Sheet „[Better Alarm Handling](#)“, veröffentlicht auf der Internet-Seite der SFK als „[Sonstige Papiere](#)“, 2002
10. Vorschlag der AG-AT für die StörfallVwV (vom 31.05.2001) (**Anhang 4.5**)
11. Beteiligung und Kontaktpflege im europäischen PRISM-Netzwerk (The Human Factor Network for the process industries geleitet durch die EPSC als Netzkoordinator)

Die erstellten Papiere der AG-AT sind, soweit sie nicht über die Internetseite der SFK (www.sfk-taa.de) zur Verfügung stehen, als **Anhang 4.2-4.5** beigelegt. Sie wurden zuvor, soweit noch nicht abgeschlossen, auf der letzten Sitzung der AG-AT (am 5. Dezember 2003) aktualisiert. Dies betrifft die Papiere zu den Punkten (3) und (5).

Nachfolgend wird die Arbeit der AG Aktuelle Themen in den Gesamtzusammenhang des Themas „Human Factors und Anlagensicherheit“ gestellt, um insbesondere den aktuellen Stand von Theorie und Praxis und verbleibende Bearbeitungslücken aufzuzeigen.

Ausgangslage und Vorarbeiten:

In den letzten ca. 15 Jahren konnte beobachtet werden, dass mit Fortentwicklung des technischen Standes der Anlagensicherheit in der Praxis und zunehmender Automatisierung der Steuerung von Anlagen der relative Anteil menschlicher Fehlhandlungen als Störfallursache in verfahrenstechnischen Anlagen stetig stieg⁸. Der Bereich technischer Zuverlässigkeit ist mittlerweile weitgehend optimiert, so dass diese zunehmende relative Bedeutung des Faktor Mensch als Ursache für Störereignisse ein wichtiges Aufgabenfeld der Störfallverhinderung geworden ist.

Durch die AG AT bearbeitete Themen im Gesamtzusammenhang des Faktor Mensch in der Anlagensicherheit

Anders als in anderen Arbeitskreisen der SFK bestand die besondere Herausforderung dieses AK Human Factor in der zunächst zu leistenden Definition von eingegrenzten und an die betriebliche Praxis angepassten Themen sowie der fachlich sehr unterschiedlich zusammengesetzten Arbeitsgruppe. Arbeitspsychologen und Ergonomen hatten mit den eher technisch geprägten Sicherheitsingenieuren und den Organisationsexperten zunächst einmal eine gemeinsame Sprache zu finden und jedes Mitglied musste bereit sein, sich in die noch weitgehend unbekannte und vor allem fremde Gedanken- und Problemlöswelt des jeweils anderen hinein zu versetzen. Dieser Schritt zu einem gemeinsamen Problemverständnis war quasi eine *conditio sine qua non*, ohne den die weiteren Bearbeitungsschritte wenig Sinn ergeben und wenig Erfolg getragen hätten.

Der Workshop „Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozessindustrie – Aktivierung der Sicherheitsressource Mensch durch Beteiligung“ im März 2002 in Loccum (Loccum I) trug mit seiner thematischen und personellen Ausgestaltung wesentlich zu diesem ersten Schritt bei. Als Zusammenfassung des Workshops stellte Frau Hermann damals die nachfolgende Übersicht vor, die die verschiedenen Teilbereiche des Themas „Human Factor in der verfahrenstechnischen Anlage“ in einen Gesamtzusammenhang stellt:

⁸ vgl. hierzu auch das Ziel des europäischen PRISM-Netzwerks: „The improvement of safety in the European process industries through raising awareness of, and sharing experience in, the application of human factors approaches and stimulate their development and improvement to address industry-relevant problems in batch and continuous process industries.“

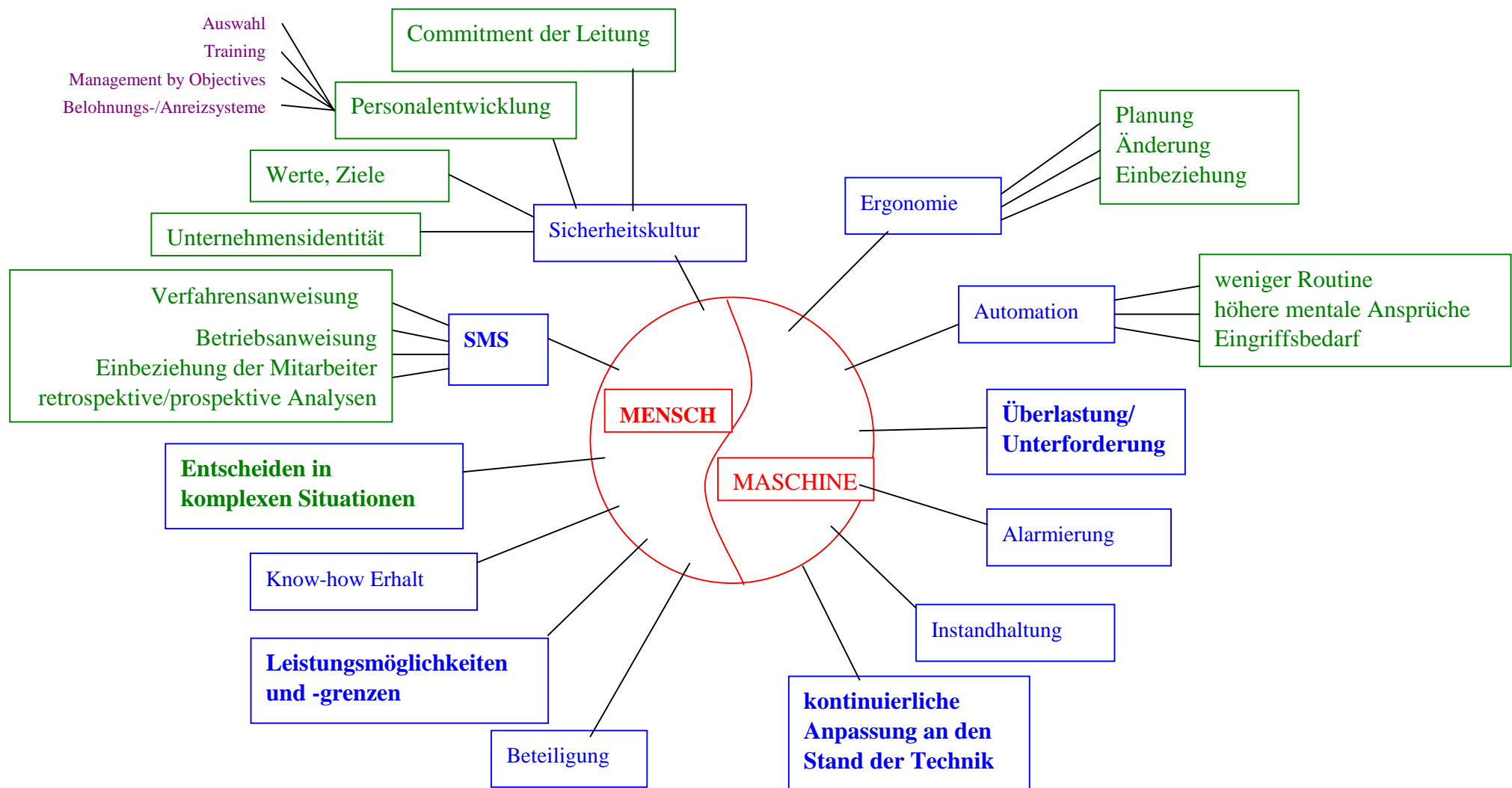


Bild 1: Human Factor-Aspekte der Mensch-Maschine-Schnittstelle, Hermann 2002 (aus: Loccum-Workshop, März 2002)

Die Teilthemen der Schnittstelle Mensch-Maschine, wie sie in dieser Abbildung erkennbar sind, sind nachfolgend den Arbeiten der AG Aktuelle Themen zugeordnet und zu den nicht von der AG-AT bearbeiteten Bereichen der aktuelle Erkenntnisstand aus der Sicht der AG-AT vorgestellt. Zu jedem Teilthema wurde eine Bewertung des Umsetzungsstandes der HF-Erkenntnisse aus der Sicht der AG-AT-Mitglieder vorgenommen. Nachprüfbare Untersuchungsergebnisse standen hierzu nicht zur Verfügung, so dass es sich um qualitative Bewertungen der Arbeitsgruppe handelt.

Thema	Bearbeitungsstand
Sicherheitskultur	vgl. die Arbeiten von Wilpert, Cooper, Grote; Erkenntnisse und Hilfen ausreichend vorhanden. Umsetzung von Sicherheitskultur allgemein in vielen Betrieben noch unzureichend bzw. unsystematisch.
Sicherheitsmanagementsystem	vgl. Papier (1) (Arbeitshilfe der AG- AT SFK-GS-32), vgl. die Arbeiten von Zimolong (Personal und Organisation), Labudde, SFK-Leitfaden SFK-GS-23 und -24. Erkenntnisse und Hilfen ausreichend vorhanden, Umsetzung erfolgt im Zuge der Implementierung von Sicherheitsmanagementsystemen
Entscheiden in komplexen Situationen	vgl. die Arbeiten von Dörner, Universität Bamberg (Verhalten des Menschen in Notsituationen); Erkenntnisse ausreichend, jedoch noch nicht ausreichend berücksichtigt in Anforderungen an die Anlagen-, Arbeits- und Arbeitsablaufgestaltung, insbesondere für Störungssituationen.
Know-How-Erhalt	noch nicht ausreichend als Teilgebiet des HF bearbeitet; ansatzweise aufgezeigt im Forschungsbericht Fb 980 der BAuA „Beschäftigungswirksame Arbeitszeitmodelle für ältere Arbeitnehmer“ (2003)
Leistungsmöglichkeiten und Grenzen des Menschen in der verfahrenstechnischen Anlage	vgl. UBA-Texte 11/01 & 12/01, vgl. die Arbeiten von Reason (Human Error), Kletz (An engineers view of human error), Müller, R.; Timpe, Bubb, Hacker, VDI-AK Menschliche Zuverlässigkeit und Sicherheit. Erkenntnisse ausreichend; Umsetzung in Anlagengestaltung noch nicht ausreichend erfolgt.
Beteiligung/Partizipation	vgl. Loccum-Bericht zum Workshop 2002 (Loccum I), auch bearbeitet in der Arbeitshilfe; Thema noch nicht abgeschlossen; Zusammenhang mit Anlagensicherheit noch nicht ausreichend erforscht

Thema	Bearbeitungsstand
Ergonomie	vgl. Papier (7) und (9) der AG AT; vgl. die Arbeiten von Nachreiner, Schmidtke, VDI 4003, VDI 4006 (Bl.1: Menschliche Zuverlässigkeit – Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung), DIN 334er-Reihe, DIN/ISO 10075 (Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastungen); Erkenntnisse ausreichend vorhanden, konsequente Umsetzung über die Lebenszeit einer Anlage nicht gesichert; es mangelt auch nach wie vor an der Erkenntnis, dass Ergonomie eine Voraussetzung für sicheres Arbeitshandeln ist.
Folgen der Automatisierung	vgl. die Arbeiten von Fadier (Paradoxien der Automation); Themenaufarbeitung noch nicht abgeschlossen
Unterforderung, Überbelastung	vgl. Papier (2) der AG-AT; vgl. Nachreiner, BAuA-Arbeiten (Fb 995, Fa 36), LASi-Konzept 2001; Erkenntnisse und Hilfen ausreichend vorhanden; Umsetzung noch nicht ausreichend gesichert
Menschengerechte Alarmsysteme	vgl. Papier (5) und (8) der AG-AT; NAMUR NA 102 („Alarmmanagement“ vom 31.10.2003); Arbeiten von Ibing; Umsetzung noch nicht gesichert
Der Human Factor in der Instandhaltung	vgl. Papier (3) der AG-AT, vgl. Broschüre der BG Chemie (in Vorbereitung)
Kontinuierliche Anpassung an den Stand der Sicherheitstechnik	vgl. Papier (1) der AG-AT; Human Factor-Aspekte noch nicht ausreichend aufgearbeitet (z.B. Absicherung der Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen bei Anlagenänderungen)

Anhang 4.2

Stand: 29.06.2001

Aspekte zur Vermeidung von Fehlbedienungen in Betriebsbereichen und Anlagen nach der Störfall-Verordnung (12. BImSchV)

Zur Berücksichtigung im Sicherheitsmanagementsystem und im Sicherheitsbericht

erstellt durch

die AG Aktuelle Themen des AK Human Factor der Störfall-Kommission

Juli 2001

Hintergrund:

Untersuchungen der Zentralen Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen (ZEMA) haben gezeigt, dass über ein Drittel der nach Störfall-Verordnung meldepflichtigen Ereignisse von 1998 durch menschliche Fehler (z. B. Fehler beim Fahren der Anlage) verursacht wurden. Im Vergleich zu den Vorjahren 1993-97 konnte eher eine steigende als fallende Tendenz des Anteils an diesen Störungen zu allen bei der ZEMA eingegangenen Ereignissen verzeichnet werden (siehe ZEMA-Bericht 1998, S. 17). Deshalb erschien aus der Sicht der Störfall-Kommission die Notwendigkeit weiterhin gegeben, den menschlichen Einfluss (nachfolgend kurz HF für „Human Factor“ genannt) auf die Anlagensicherheit näher zu untersuchen, um die bisherigen Anforderungen an die Anlagensicherheit zu ergänzen und weitere Hinweise auf mögliche Sicherheitsmaßnahmen zu geben. Dazu wurde u. a. die Arbeitsgruppe „Aktuelle Themen“ (AG-AT) des Arbeitskreises „Human Factor“ (AK-HF) der Störfall-Kommission (SFK) eingerichtet.

Der AG-AT wählte die neue Störfall-Verordnung vom 26. April 2000 als Basis zur Ergänzung der Anforderungen an die Anlagensicherheit um Human-Factor-Aspekte (nachfolgend kurz HF-Aspekte genannt) und zum Verweis auf mögliche Sicherheitsmaßnahmen. Nach Störfall-Verordnung müssen alle Betriebsbereiche und Störfall-Anlagen ein Sicherheitsmanagementsystem (SMS) einführen, welches den Grundsätzen des Anhangs III der Störfall-Verordnung Rechnung trägt. Betreiber von Betriebsbereichen mit erweiterten Pflichten müssen darüber hinaus einen Sicherheitsbericht erstellen.

Aufbau der Tabelle:

In der nachfolgenden Tabelle werden die zu berücksichtigenden HF-Aspekte bei Aufstellung und Überprüfung eines SMS aufgelistet. Zur Gliederung dieser Aspekte wurde die Tabelle in Prüfgebiete a-g aufgeteilt (jeweils in der Tabellenüberschrift). Die Prüfgebiete entsprechen den Punkten des Anhangs III Nummer 3 Buchstaben a – g der Störfall-Verordnung zum SMS. In der ersten Spalte der Tabellen wurden Stichworte zu den Prüfgebieten aufgeführt, die größtenteils aus dem Leitfaden „Guidelines on a Major Accident Prevention Policy and Safety Management System, as required by Council Directive 96/82/EC (SEVESO II)“⁹ (ISBN 92-828-4664-4) übernommen wurden. In der zweiten und dritten Spalte sind die HF-Aspekte zu den Stichworten sowie erklärende Hinweise und Bemerkungen zu praktischen Erfahrungen dazu aufgeführt. In den letzten beiden Spalten wird angegeben, ob und inwiefern die genannten HF-Aspekte auch bei der Erstellung eines Sicherheitsberichtes beachtet werden sollten. Die Kapitelangaben in der vorletzten Spalte beziehen sich auf den Anhang II „Mindestangaben im Sicherheitsbericht“ der Störfall-Verordnung.

Bei der Erarbeitung der Hinweise auf den Sicherheitsbericht bezüglich der HF-Aspekte wurde der Leitfaden „Guidance on the Preparation of a Safety Report to Meet the Requirements of Council Directive 96/82/EC (SEVESO II)“ (ISBN 92-828-1451-3), der die Vorgaben der SEVESO-II-Richtlinie zum Sicherheitsbericht erläutert, hinzugezogen.

⁹ Dieser Leitfaden dient zur Erläuterung der Vorgaben der SEVESO-II-Richtlinie zum Sicherheitsmanagementsystem. Wobei diese Richtlinie überwiegend von der Störfall-Verordnung in deutsches Recht umgesetzt wird.

Themenstellung „Human Factor-Aspekte bei der Instandhaltung in verfahrenstechnischen Anlagen“

Hintergrund:

1. „Instandhaltung hat als wesentliches Ziel Systemfehler von vornherein zu verhindern oder, wenn sie eingetreten sind, ein System oder ein Instrument, das im Betrieb versagt hat, leicht und kostengünstig wiederherzustellen. Dies erfordert, dass Instandhaltung und die damit verbundenen Human Factor –Beiträge als Teil des gesamten Gestaltungsprozesses zu betrachten sind.“ (aus: DOE Handbook „Human Factors/Ergonomics Handbook for the design for ease of maintenance“, Washington 2001).
2. Instandhaltungsarbeiten sind gleichzeitig mit erheblichen Unfallrisiken und anderen Risiken für die Gesundheit der Beschäftigten verbunden (vgl. BAuA-Sonderschrift S55 Instandhaltung – Sicherheit und Gesundheit, Dortmund/Berlin 1999). Diese Risiken spiegeln sich auch in der statistischen Auswertung der Meldungen zu tödlichen Arbeitsunfällen in der gewerblichen Wirtschaft, die in der BAuA erfaßt und ausgewertet werden, wider. In dem Berichtszeitraum von 1998 bis 2000 gingen 258 tödliche Arbeitsunfälle, bei denen Instandhaltungstätigkeiten zum Unfall führten, ein. Dies entspricht einem Anteil von 21,3 % aller erfassten tödlichen Unfälle und ist damit die zweithäufigste tätigkeitsbezogene Ursache von den erfassten tödlichen Arbeitsunfällen.
3. Instandhaltungsarbeiten sind außerdem eine Quelle für Fehler, die in das System eingebaut werden und zu irgendeinem Zeitpunkt, möglicherweise an anderer Stelle zu Ereignissen führen. Einige Beispiele sollen dies veranschaulichen.

→ aus ZEMA-Berichten:

Fall 1: Aufgrund einer betrieblichen Störung mußten der Reaktor und zwei Destillationskolonnen umfahren werden. Nach Inbetriebnahme der Umgangsleitung wurde der C3-Strom fälschlich in den Reservetrockner bis zum Ansprechen des Sicherheitsventils (SV) gedrückt. Das SV geriet in Schwingung mit der Folge einer Ribbildung in der Bypaßleitung zum SV. Es trat eine Menge von ca. 180 kg Flüssig-Propylen aus. Über den Einbau der Umgangsleitung war während der Anlagenmontage kurzfristig entschlossen worden, ohne die sicherheitstechnischen Auswirkungen zu betrachten. Es wurde übersehen, dass das SV der Reservetrockner nur für das Abblasen von gasförmigem Propylen ausgelegt war. Die bei der Störung vorliegende Flüssigphase führte zu Ventilflattern.

Fall 2: Am 03.06.2002 kam es an einem Dosiersystem einer Reaktionsanlage zu einer Stofffreisetzung. Bei diesem Ereignis wurde ein Mitarbeiter tödlich verletzt. Zum Ereigniszeitpunkt wurde das vorhandene Dosiersystem für eine gestreckte Formalindosierung technisch verändert. Die Veränderung sah vor, zusätzlich zu den zwei vorhandenen Stellventilen zwei Kugelhähne einzubauen, um eine höhere technische Sicherheit zu erlangen. Für diese Veränderungen waren Demontearbeiten der vorhandenen zwei Stellventile und partielle Rohrleitungsabschnitte notwendig. Ein Mitarbeiter hatte die Aufgabe den Ausbau der zu demontierenden Stellventile durch Entfernen der Steuerluft- und des E-Anschlusses vorzubereiten und für die neuen Kugelhähne die Luftanschlüsse für die pneumatische Ansteuerung zu installieren. Diese Arbeiten wurden ordnungsgemäß vorbereitet und teilweise realisiert. Zum Zeitpunkt des Ereignisses war ein Stellventil noch nicht installiert und folgerichtig auch die Steuerung noch nicht verbunden. Die Stelle, an der das Ventil eingebaut werden sollte, war offen. Aus nicht erklärbarem Grund öffnete der Mitarbeiter die unmittelbar vor ihm liegende Armatur, welche für die Dosierung von Wasser-Phenol für die Reaktoren verantwortlich ist. Das zwischen den Armaturen befindliche Phenol trat teilweise aus der offenen Stelle aus. Diese Stelle ist ca. 0,5 Meter von seinem linken Schuh entfernt gewesen. Durch das plötzliche Auftreten einer Menge von ca. 30 l und das Verspritzen durch den Aufprall auf den gegenüberliegenden Flansch, spritzte das Wasser-Phenol heraus und verätzte dem Mitarbeiter beide Füße und die linke äußere untere Körperpartie.

aus: Reducing Human Errors A Manager's Guide, CMA, 1990

☞ *Beispiel 17 → Unterschiede zwischen Vorschrift und Praxis*

Trotz des durch die Arbeiter gemeldeten Defekts an der Außenpeilung einer Produktpumpe wurde das Ansaugventil nicht geschlossen, so dass weiterhin ein Produkt zur Pumpenverriegelung hin floss. Damit die Reparatur nicht die Pumpenförderung behinderte, entschloss sich die Instandsetzungsmannschaft, unter **Missachtung der Werksvorschriften** nicht auf den Mitarbeiter zu warten, der für die Isolierung und Sicherung der Pumpe zuständig war. Leider konnten sie so nicht sehen, dass der Pumpenschaft gebrochen war. Als die Abdeckung entfernt wurde, riss der Peilungs- und Kontrollschaft aus der Verankerung, und ein ca. 7,5 cm dicker Strahl 150°C heißen Materials spritzte auf die Wartungsmannschaft.

☞ *Beispiel 20 → Ausgeschaltete Ausrüstung*

Der Instandsetzungsvorgesetzte **entschied** die zeitweise Nutzung des Maschinendruckluftsystems als Atemluftsystem für einige der Instandsetzungsmitarbeiter und schaltete deshalb die automatische Stickstoffversorgung aus. Diese wurde jedoch vergessen wieder einzuschalten, und als der Kompressor des Maschinendruckluftsystems versagte, verloren die Mitarbeiter schnell die Kontrolle über die pneumatischen Ventile. Wenn bekannt gewesen wäre, dass die Stickstoffversorgung ausgeschaltet wurde, hätte man sofort mit einem kontrollierten Herunterfahren beginnen können, anstatt dem Zusammenbruch des Prozesses und dem Verlust einiger Reaktorladungen zusehen zu müssen.

☞ *Beispiel 36 → Ausgedehnte, ereignislose Aufmerksamkeit*

Da wegen Wartungsarbeiten das Ablassventil entfernt worden war, wurde ein Mitarbeiter am manuell bedienbaren Ventil mit einer Druckanzeige oben auf einer Destillationskolonne stationiert. Die Wartungsarbeiten nahmen kein Ende. Als der Kondensator Kühlwasser verlor, und in der Folge wegen der steigenden Temperatur der Druck stark anstieg, bemerkte dies der Arbeiter nicht schnell genug um eine Verformung der Destillationskolonne noch zu verhindern.

Die Beispiele zeigen, dass ein erheblicher Bedarf an Verbesserungen bei Arbeitsabläufen und Gestaltung von Instandhaltungsarbeiten besteht.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, das Thema „Instandhaltung“ insbesondere auf der Basis der genannten Informationsquellen und der bestehenden technischen Richtlinien/Normen (siehe angefügte Literaturliste) in der SFK zu bearbeiten, um den Bezug zum Human Factor im Rahmen der Störfallvorsorge herzustellen. Dazu werden folgende Bezugspunkte vorgeschlagen:

Module:

1. Organisation und Zuständigkeiten

- 1.1 Firmenphilosophie (intern/extern, Bedeutung)
- 1.2 Vor- und Nachteile möglicher Organisationsformen (intern, als gesonderte Fachabteilung oder durch das Betriebspersonal selbst, extern durch Fremdfirmen oder durch Leiharbeiter)
- 1.3 Entscheidungskompetenz und Verantwortung (wer entscheidet darüber, wann welche Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden)
- 1.4 Kommunikation: Abläufe, Informationsweitergabe, Einbindung Unbeteiligter, aber Anwesender (Bezug Betriebspersonal / Instandhaltungspersonal)

2. Planungsvorgehen

- 2.1 Systematisches Planungsvorgehen (Instandhaltungsplanung wird aus der Anlagenplanung heraus entwickelt, Instandhaltung ist in den Lebenszyklus der Anlage zu integrieren, Soll-Ablauf: Planung, Vorbereitung, Abschluss, Nachbereitung, Risikobewertung)
- 2.2 HF-relevante Elemente der Instandhaltungsplanung (worauf hat das Instandhaltungspersonal zu achten)

3. Schulung und Fortbildung

- 3.1 Kompetenzerwerb
- 3.2 Kompetenzerhalt
- 3.3 Kompetenztransfer (Weitergabe von Erfahrungswissen)

4. Dokumentation, z.B.

- 4.1 Instandhaltungsplan
- 4.2 Instandhaltungsanweisung (Angaben aus Herstelleranleitungen, Angaben zu betrieblichen Vorgehensweisen)
- 4.3 Dokumentation durchgeführter Maßnahmen (was wurde gemacht, wie wurde es gemacht → Nachprüfbarkeit; Wartungsbuch, Gegenzeichnung/Bestätigung, Prüfprotokolle, Schichtbuch)
- 4.4 Schwachstellenanalyse (z.B. root cause analysis)

Literatur

- [1] DOE (Department of Energy) Handbook „Human Factors/Ergonomics Handbook for the design for ease of maintenance“, Washington 2001.
- [2] S 55: Instandhaltung – Sicherheit und Gesundheitsschutz; Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin 1999; ISBN 3-89701-399-1.
- [3] VDI 2888: Zustandsorientierte Instandhaltung; Dezember 1999.
- [4] VDI 2890: Planmäßige Instandhaltung – Anleitung zur Erstellung von Wartungs- und Inspektionsplänen; November 1986.
- [5] DIN 31 052: Instandhaltung – Inhalt und Aufbau von Instandhaltungsanleitungen; Juni 1981.

Vorgelegt von: AG Aktuelle Themen des AK Human Factor der Störfall-Kommission

Projektskizze “Menschengerechte Alarmsysteme”

Vorwort:

Am 19. September 2002 reichte die AG Aktuelle Themen dem AK Human Factor den nachfolgenden Projektvorschlag ein zu menschengerechten Alarmsystemen. Zwischenzeitlich hat sich das Thema in Deutschland weiterentwickelt, so dass die AG den Text als Teil des Abschlußberichtes der AG aktualisiert und angepasst hat.

Hintergrund:

Die von Herrn Ibing (HDI, Hauptverband der deutschen Industrie) u.a. am SFK-Workshop “Der Human Factor in der Sicherheitspraxis der Prozeßindustrie” (04.-06. März 2002) (Locum I) vorgestellten Thesen “Anforderungskatalog an das Alarmprozedere in Prozeßleitsystemen” waren Anlass dazu, dass die AG Aktuelle Themen dieses Thema aufgegriffen hat. Herr Ludborz wurde vom AK Human Factor gebeten, sich dem Thema und den Thesen von Herrn Ibing federführend anzunehmen.

Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht bekannt, dass sich Experten im englischsprachigen Raum bereits fundiert mit dem Thema auseinandergesetzt haben und wichtige und sehr hilfreiche Leitfäden existieren (Alarm Systems, A Guide to Design, Management and Procurement, No. 191 Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA), 1999. Bransby M.L and Jenkinson J. The Management of Alarm Systems, CRR 166 HSE Books, 1998. Process Plant Control Desks utilising Human-Computer Interfaces, Nr. 201:2002, EEMUA), die von weiten Kreisen der Industrie und auch der Hersteller von Hard- und Software (z.B. Honeywell) anerkannt werden.

Als Zusammenfassung dieser Erkenntnisse hat das Human Factors Team der HSE (Health and Safety Executive, Großbritannien) bereits im März 2000 das HSE-Information Sheet No 6 “Better Alarm Handling” herausgegeben. In Form von Fragen wird der Leser darin zum Nachdenken über Problematiken beim Umgang mit Alarmen, die durchaus auch in seiner eigenen Anlage auftreten können, aufmerksam gemacht, Lösungsmöglichkeiten kurz angeschnitten und auf detailliertere Literatur verwiesen. Dieses HSE Sheet wurde durch die AG Aktuelle Themen übersetzt und als „Sonstiges Papier“ mit freundlicher Erlaubnis der HSE auf der website der Störfall-Kommission eingestellt.

Weiterhin fand am 22./23. Mai 2003 in Frankfurt/M ein internationales Kolloquium zum Thema „Mensch, Sicherheit, Technik“ der IVSS – Sektion Chemie statt. Das Kolloquium wurde von Herrn Ludborz für die IVSS organisiert. Thema des 2. Tages war Softwareergonomie und Alarmgestaltung in Leitwarten.

Eine Arbeitsgruppe der NAMUR hat sich ebenfalls in 2003 mit den Anforderungen an ein Alarmmanagement auseinandergesetzt. Das NAMUR – Arbeitsblatt NA 102 „Alarm Management“ vom 31.10.2003, erstellt vom NAMUR – Arbeitskreis „Mensch – Prozess – Kommunikation“ unter Mitwirkung des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) , vertreten durch Herrn Ibing, geht implizit auf viele HF – Aspekte bei der Alarmgestaltung ein.. Beispielhaft sei ein Satz herausgegriffen: „...Die Gestaltung der Mensch – Prozess – Kommunikation muss sich daher konsequent an den Aufgaben und Bedürfnissen der Operatoren orientieren, wobei die Leistungsgrenzen des Menschen zu berücksichtigen sind.“

Nach Meinung der AG Aktuelle Themen gab es auf dem Gebiet der Alarmgestaltung aus HF – Sicht in 2002 noch einigen Handlungsbedarf. Deshalb schlug die AG ein Projekt vor, dessen Teilbereiche nachfolgend zusammengestellt sind:

Projektmodule:

1. Projekt “Prüfung des verfügbaren Informationsmaterials zu menschengerechter Alarmgestaltung auf Übertragbarkeit und Anwendbarkeit in deutschen Chemieanlagen”
Das Projekt sollte eingehen auf:
 - a. Alarmdefinition: sollte eine verbindliche Festlegung erfolgen? Wenn ja, welche?
 - b. Ergonomische und organisatorische Vorgaben für die Gestaltung menschengerechter Alarmsysteme
 - c. Evaluationsmethoden zur regelmäßigen Überprüfung der Qualität des Alarmsystems. Einbindung in Managementsysteme
 - d. Struktur der Priorisierung von Alarmen
2. Autorisierte Übersetzung des Guide 191 “Alarms systems” der EEMUA (1999)
3. Expertenbefragung/Fallstudien/Erfahrungsberichte, wie mit dem Thema in deutschen Unternehmen der Chemischen Industrie umgegangen wird

Durch die Verabschiedung des NAMUR-Arbeitsblattes NA 102 sind zwischenzeitlich die meisten der unter 1. angesprochenen Aspekte behandelt.

Außerdem wurde Ende 2002 die Projektskizze von der BAuA, Dortmund zur Forschungsplanung aufgegriffen.

Auch ist zurzeit für das VdS-Merkblatt 2556:2000-10 (01) „Merkblatt zur Sicherung von verfahrenstechnischen Anlagen mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)“ ein zusätzliches Kapitel „Alarmmanagement“ in Vorbereitung.

Somit stehen im Wesentlichen noch die beiden Punkte 2. und 3. zur Bearbeitung aus und werden weiterhin von der AG Aktuelle Themen zur Behandlung empfohlen.

gez.

B. Hermann/B. Ludborzs/Dr. U. Fischbach (AG Aktuelle Themen des AK-HF der SFK)

(Aktualisierte Version vom 14.01.2004)

Anhang 4.5

Trier, den 31. Mai 2001

Vorschlag der AG Aktuelle Themen des AK Human Factor der Störfall-Kommission zur Ergänzung der neuen Störfall-Verwaltungsvorschrift durch Aspekte zur Vermeidung von Fehlbedienung in Störfallbetriebsbereichen und -anlagen

Unter der Annahme, dass die neue StörfallVwV Anforderungen an einen Sicherheitsbericht nach StörfallV präzisiert, wird vorgeschlagen zum Bereich „**Anforderungen zur Verhinderung von Störfällen**“ einen Unterpunkt zur Bediensicherheit (zusätzlich zu den „Vorkehrungen zur Vermeidung von Fehlbedienungen“ und „Vorkehrungen gegen Fehlverhalten“ im Anhang unter Punkt 3.3 und 3.4 der bisherigen 2. StörfallVwV) aufzunehmen:

m.n Bediensicherheit

m.n.1 Beanspruchung im bestimmungsgemäßen Betrieb

- Bilanzierung/Einschätzung der Bedienerbeanspruchung (zeitlich, fachlich, physisch und psychisch)
- Festlegung der notwendigen Personalstärke und –qualifikation anhand der Bilanzierung der Bedienerbeanspruchung
- ergonomische Arbeitsplatzgestaltung (vgl. hierzu ArbStättV und DIN 33400 ff.)
- ergonomische Bildschirmarbeitsplatz- und Softwaregestaltung (vgl. hierzu DIN 66234, Blatt 1 bis 9)
- Einbeziehung des Anlagenfahrers beim Anlagendesign
- Einbeziehung des Anlagenfahrers bei der Produktionsplanung (insbesondere zu Verfahrens- und Arbeitsabläufen)

m.n.2 Beanspruchung in nicht auszuschließenden, nicht-bestimmungsgemäßen Betriebszuständen

- Bilanzierung/Einschätzung der Bedienerbeanspruchung (zeitlich, fachlich, physisch und psychisch)
- Identifizierung und Festlegung manueller Eingriffsmöglichkeiten sowie Prüfung der Erfüllbarkeit unter Berücksichtigung menschlicher Leistungsgrenzen unter Streß und notwendiger Personalressourcen
- Meldephilosophie/Alarmhierarchie entsprechend der Leistungsgrenzen des Menschen unter Stress (vgl. u.a. VDI 3699, Blatt 5 „Prozessführung mit Bildschirmmeldungen“)

Als detaillierte Erkenntnisquelle können folgende Schriften herangezogen werden:

- „Human Factor und Störfall-Verordnung“, Schrift der Störfall-Kommission
- „Strategien zur Vermeidung von Fehlbedienung in verfahrenstechnischen Anlagen“, UBA-Texte Nr. 11/01, Materialien UBA Texte 12/01

Darüber hinaus wird zur konkreteren Berücksichtigung des Human Factor und der Sicherheitsorganisation vorgeschlagen die Beschreibung der **betrieblichen Gefahrenquellen** (bisher Pkt. 3.2.4 der 2. StörfallVwV) neu zu untergliedern nach

1. Technischen

2. Organisatorischen und

3. Personellen Gefahrenquellen

Außerdem ist darauf zu verweisen, dass mögliche Wechselwirkungen zwischen diesen drei Bereichen betrieblicher Gefahrenquellen zu prüfen sind.

GFI Umwelt – Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbh

Geschäftsstelle
Störfall-Kommission und
Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit

Königswinterer Str. 827
D-53227 Bonn

Telefon 49-(0)228-90 87 34-0
Telefax 49-(0)228-90 87 34-9
E-Mail sfk-taa@gfi-umwelt.de
