

# Prüfung von Anlagen auf Bediensicherheit

Im Rahmen von Inspektionen nach § 16 Störfall-Verordnung

Begoña Hermann, Trier

Gemäß § 16 Abs. 1 Störfall-Verordnung hat die zuständige Behörde ein angemessenes Überwachungssystem einzurichten, das eine planmäßige und systematische Prüfung des Betriebsbereichs ermöglicht. Auch der Betreiber hat nach Anhang III der Störfall-Verordnung ein „Verfahren zur regelmäßigen systematischen Bewertung des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen und der Wirksamkeit und Angemessenheit des Sicherheitsmanagementsystems“ festzulegen. Im Auftrag des Technischen Ausschusses Anlagensicherheit (TAA) entwickelte deshalb die RWTÜV Systems GmbH mit Unterstützung der EcoTeam GmbH „Prüfinstrumentarien zur Durchführung von Systemprüfungen“ [1]. Das Prüfinstrumentarium wurde am 11. November 2003 im Rahmen eines Fachgesprächs der Fachöffentlichkeit in Berlin vorgestellt. In dieser Zeitschrift wurde bereits in der Oktober-Ausgabe 2003 und in der März-Ausgabe 2004 über das Vorhaben berichtet. Im vorliegenden Beitrag soll ein einzelnes Modul, das technische Modul T4 Bediensicherheit, vorgestellt werden.

Der Aufbau des gesamten Prüfinstrumentariums ist **Tabelle 1** zu entnehmen. Der jeweilige Prüfraum innerhalb einer einzelnen Inspektion wird individuell erstellt und muss nicht zwingend alle Module umfassen. Es ist durch den modularen Aufbau auch möglich, sich vertieft einzelnen Teilthemen zuzuwenden. Alle Module ermöglichen sowohl eine Grundprüfung, als auch eine vertiefte Prüfung des jeweiligen Teilthemas. Die Grundprüfung enthält Fragen zu organisatorischen sowie Fragen zu grundlegenden Anforderungen des entsprechenden Themenkomplexes. Die vertieften Prüfungen prüfen konkret an einzelnen Stichproben, ob die in der Grundprüfung behandelten Themen vor Ort bzw. in der betrieblichen Dokumentation umgesetzt sind. Die erfragten Sachverhalte sind zwar jeweils erforderlich, decken jedoch in Summe nicht alle Anforderungen an eine Anlage/ein Anlagenteil in Bezug auf ein Thema ab. Damit kann also bei Mängelfreiheit nach Anwendung eines Moduls keine abschließende positive Aussage hinsichtlich der Sicherheit abgegeben werden.

Die Prüfung der Themen erfolgt mittels benutzerführender Checklisten mit geschlossenen Fragen. Prüfinhalte und Prüftiefe sowie die Systematik der Vorgehensweise bei der Beantwortung sind für jede Frage soweit nicht selbsterklärend – eindeutig vorgegeben und somit jederzeit nachvollziehbar.

Die Bediensicherheit ist in diesem Zusammenhang noch ein neues Thema, das

**Tabelle 1** Aufbau des Prüfinstrumentariums.

Basisteil (organisatorisches System)	Technischer Teil (technisches System)	Managementspezifischer Teil
B1 Anlagenidentität/ Genehmigungskonformität	T1 Apparate/Maschinentechnik	M1 Unternehmenspolitik
B2 Gefahrenanalyse	T2 Sicherheitsrelevante MSR/PLT-Einrichtungen	M2 Organisation und Personal
B3 Chemische Reaktionen	T3 Energie- und Medienversorgung	M3 Gefahrenermittlung und -bewertung
	T4 Bediensicherheit	M4 Überwachung des Betriebs
	T5 Explosionsschutz	M5 Sichere Durchführung von Änderungen
	T6 Brandschutz	M6 Planung für Notfälle
	T7 Gefahrstofflagerung	M7 Überwachung der Leistungs- fähigkeit des SMS
	T8 Bauliche Anlagen	M8 Systematische Prüfung und Bewertung
	T9 Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen/Rückhalteeinrichtungen	

bisher eine eher untergeordnete und wenig explizite Rolle bei Anlagenüberprüfungen spielte.

## Ausgangslage

In den letzten ca. 15 Jahren konnte beobachtet werden, dass mit Fortentwicklung des Stands der Sicherheitstechnik in der Praxis und zunehmender Automatisierung der Steuerung von Anlagen der relative Anteil menschlicher Fehlhandlungen als Stör-

fallursache in verfahrenstechnischen Anlagen stetig stieg<sup>1)</sup>. Wesentliche Aufgabe einer Optimierung der Bediensicherheit mit dem Ziel der Verbesserung der Anlagensicherheit ist dabei, dass der Anlagenfahrer durch die Anlagengestaltung und eine geeignete Arbeitsablaufplanung bestmöglich dabei unterstützt wird, sicher und zuverlässig die ihm anvertraute Anlage zu führen. Der Mensch funktioniert nicht wie ein technisches System; er muss in seinen Leistungsmöglichkeiten und Leistungsgrenzen erkannt und berücksichtigt werden.

Die Erkenntnisse zu diesem Thema wurden im Jahr 2000 im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes „Strategien zur Verhinderung von Fehlbedienungen in verfahrenstechnischen Anlagen“ aufgearbeitet [2]. Sie dienen als

<sup>1)</sup> 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.“

## Beispiele für Ursachen von Fehlhandlungen

### Ursache für Fehlhandlung: Unzureichende, nicht betriebsgerechte oder irreführende Instrumentierung

Da das Sichtglas zur Anzeige des Füllstands an einem Tank für konzentrierte Säure zum Beschlagen neigte, vertraute das Bedienpersonal der Druckanzeige. Der Tank wurde überfüllt und zerbarst, da sich eine geringdichtere Kohlenwasserstoffschicht angesammelt hatte. Die Druckanzeige war aber nur bei konstanter Dichte des Tankinhalts ein verlässliches Indiz für den Füllstand im Tank.

### Ursache für Fehlhandlung: Unzureichendes Wissen

Dem Anlagenfahrer fehlte das Wissen um die möglichen Gefahren beim unkontrollierten Zusammenbringen von Katalysator und Reaktanten. Als er feststellte, dass ein Rührapparat abgeschaltet war, hob er die Stromunterbrechung sofort auf und schaltete den Rührer wieder ein. Das plötzliche Mischen der in Schichten vorliegenden Komponenten startete eine durchgehende Reaktion, die den Reaktorkopf durch das Gebäudedach katapultierte.

### Ursache für Fehlhandlung: Kommunikationsmängel

Die Anlagenfahrer hatten das Verhalten beim Austritt von Säuredämpfen trainiert und ein System von Handzeichen zur Kommunikation mit den Beschäftigten in abgekapselten Räumen erarbeitet. Als dann an einem ruhigen Morgen ein Leck auftrat, war unglücklicherweise die Sicht durch den durch die Säuredämpfe hervorgerufenen Nebel stark beeinträchtigt. Die unterwiesenen Notfallmitarbeiter konnten so ihre Handlungen nicht mit dem Kontrollraum abstimmen und Versuche, das Leck zu schließen waren nicht erfolgreich, so dass am Ende noch größere Gasaustritte stattfanden.

Quelle: A manager's guide to Reducing Human Errors, CMA, USA, 1990

3. Informationsumsetzung: eine verarbeitete Information wurde falsch umgesetzt, man hat eine falsche Bewegung durchgeführt.

Die Prüfinhalte des Moduls „Bediensicherheit“ folgen diesem Ansatz und geben die Möglichkeit, relevante Schwachpunkte der Anlage/des Betriebsbereichs in dieser Hinsicht zu erkennen (**Tabelle 2**). Die gestellten Fragen sind durch umfangreiche Fußnoten erläutert, um eine zielgerichtete Gesprächsführung zu erleichtern.

## Grundprüfung

Im Rahmen der Grundprüfung werden die Teilgebiete der vertieften Prüfung im Wesentlichen dahingehend abgefragt, ob für die Fragestellungen Regelungen und Verfahrensweisen im Betrieb existieren. Diese werden jedoch nicht auf inhaltliche Qualität geprüft.

So wird beispielsweise gefragt:

„Ist das Betriebspersonal in die Planung der Anlage eingebunden?“

„Gibt es im Unternehmen Qualifizierungskonzepte für Anlagenfahrer?“

„Gibt es Vorgaben zur Spezifizierung von Leittechnik (und Bildschirmgestaltung und Softwaregestaltung) hinsichtlich ergonomischer Anforderungen?“

„Liegt ein Gestaltungskonzept vor, das berücksichtigt, dass das Bedienpersonal weder unter- noch überfordert wird?“

„Wird die Stellteilgestaltung regelmäßig durch Ergonomen überprüft?“

„Ist das Alarmsystem unter Berücksichtigung menschlicher Leistungsgrenzen konzeptioniert?“ (z. B. nach dem NAMUR-Arbeitsblatt NA 102, z. B. nach Vorgaben der EEMUA, Alarm Systems – a guide to design).

Direkte Prüfungen vor Ort sind im Rahmen der Grundprüfung nur in geringem Umfang vorgesehen, beispielsweise hinsichtlich Kennzeichnungen und Hinweisschildern, da dies einfache zu prüfende Bereiche sind, die gleichzeitig eine Plausibilitätsprüfung zulassen, wie Regelungen zur Bediensicherheit konkret im Betrieb umgesetzt sind.

## Vertiefte Prüfung „Bedienkonzept“

Im Rahmen der vertieften Prüfung zum Bedienkonzept (Modul T 4.2.1) wird genauer geprüft, ob Unterlagen Handeintriffsmöglichkeiten des Operators erkennen lassen, ob eine Arbeitsanweisung präzise umsetzbar ist oder dem Operator zu viele Handlungsvarianten zur Entscheidung überlässt, ob die Konsequenzen von Fehlhandlungen in der systematischen Gefahrenanalyse schlüssig und vollständig

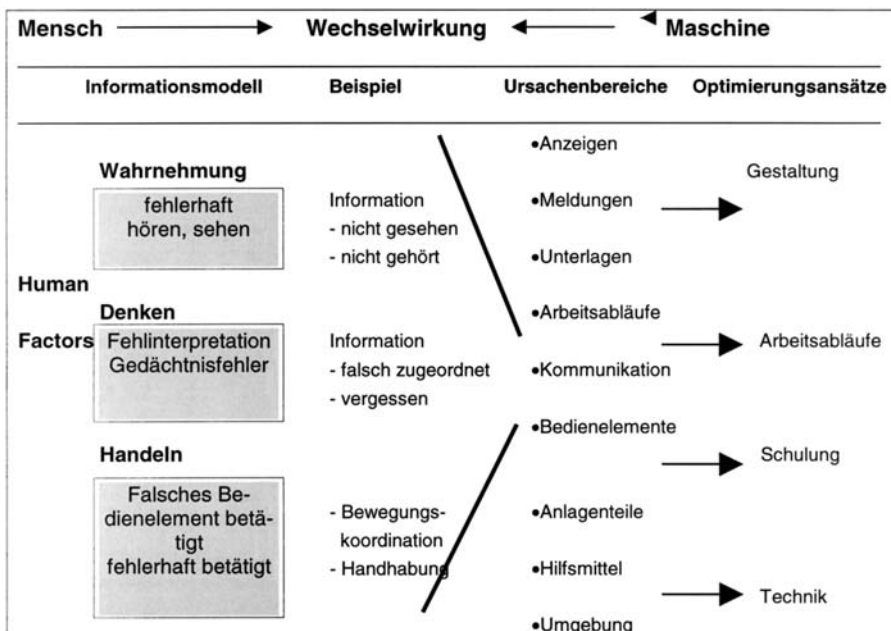


Bild 1 Informationsmodell (u.a. in [3], dort Eisgruber).

Grundlage für die Entwicklung des Moduls T4 „Bediensicherheit“.

Fehlhandlungen sind im Grunde auf einen der drei Teilbereiche des Informationsmodells (**Bild 1**) zurückzuführen:

1. Informationsaufnahme: eine Informa-

tion wurde erst gar nicht gehört oder gesehen/ nicht wahrgenommen;

2. Informationsverarbeitung: eine wahrgenommene Information wurde unzutreffend verarbeitet, man hat nicht daran gedacht, man hatte zu wenig Wissen;

**Tabelle 2** Aufbau und Inhalte des Prüfmoduls T4 „Bediensicherheit“.

Grundprüfung	Vertiefte Prüfungen – Teilmodule –	Inhalte der Teilmodule
Allgemeine Anforderungen	Bedienkonzept	Anlagendarstell./Anl.dokum.
Bediengerechte Leittechnik		Personalauswahl
Anlagendesign		Aufgabenarten und -umfang
Alarmierungssystem		Schichtarbeit und -zus.stell.
Arbeitsplanung		Training
Schriftliche Anweisungen	Anlagengestaltung	Wartungsfreundlichkeit
Kennzeichnungen und Hinweisschilder		Anzeigen
		Messwerterfassung
		Stellteile
	Alarmierungssystem/ Alarmierungsphilosophie	Kennzeichnung
		Alarmdefinition
		Alarmprozedere
		Alarmhandl.anweisungen
	Schriftliche Anweisungen/ Betriebsanweisungen	Formale Überprüfung/ Allg. Anforderungen
		Überprüfung der ausreichenden Berücksichtigung sicherheitstechnisch relevanter Sachverhalte
		Freigabescheine
		Kenntnis der Betriebsanweis.
	Anlage 1 „Hinweise zur Leitwartengestaltung“	
	Anlage 2 „Liste vorzuhaltender Unterlagen“	

dargestellt sind, ob die Anlage spezifische Anforderungen an das Personal, insbesondere das Fremdpersonal, stellt (z. B. hinsichtlich Stressresistenz oder Kommunikationskompetenz) und diese auch bei der Personalauswahl berücksichtigt werden, ob das Personal durch zahlreiche „Nebenaufgaben“ (Stoffe für den nächsten Ansatz zusammenstellen, Proben nehmen, neue Mitarbeiter unterweisen, Bestellungen vorbereiten) überlastet sein kann oder ob Informationsdefizite bei Schichtübergaben erfolgreich verhindert werden können. Eine typische Frage lautet z.B. „Gibt es Vorgaben für die Beauftragung von

parallel zur Hauptaufgabe durchzuführenden Tätigkeiten?

- hinsichtlich Prioritätensetzung,
- hinsichtlich möglicher Gefahren,
- hinsichtlich Auswirkungen“.

Die Teilprüfung „Bedienkonzept“ soll erkennen lassen, ob der Betreiber explizit mit der Schnittstelle „Mensch-Maschine“ umgeht.

### Vertiefte Prüfung „Anlagengestaltung“

Der Teilbereich „Anlagengestaltung“ (Modul T 4.2.2) umfasst Technik und

Design der Anlage. Die Fragen beziehen sich auf Wartungsfreundlichkeit der Anlage, auf leicht ablesbare und sinnfällige Anzeigengestaltung, auf kompatible Gestaltung und Anordnung der Stellteile, auf dort, wo notwendig, vorhandene und verständliche Kennzeichnungen (**Bild 2**).

Eine typische Frage lautet z.B.:

„Sind Stellteile mit sicherheitsrelevanter Funktion (z. B. Ventile)

– kompatibel gestaltet?<sup>2)</sup>

– kompatibel angeordnet?<sup>3)</sup>

– gegen unbeabsichtigte Betätigung gesichert?<sup>4)</sup>

An diesem Beispiel wird auch Sinn und Zweck der Fußnotenerläuterungen deutlich. Sie sollen dem Anwender – neben Bewertungshinweisen – zusätzliche Informationen im Zusammenhang mit der Fragestellung liefern.

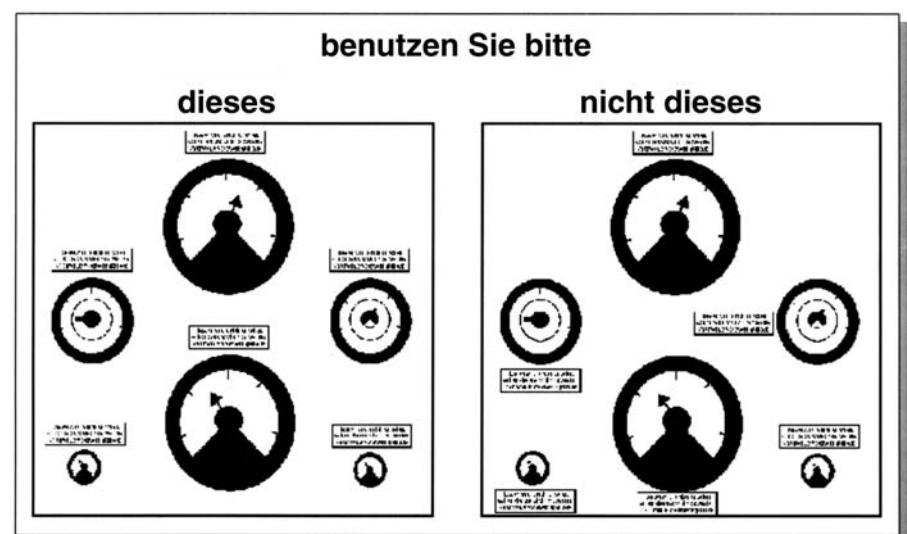
Werden Anlagen mit Unterstützung ausgewiesener Ergonomen errichtet und sind diese auch bei Anlagenänderungen regelmäßig eingeschaltet, so sollten sich bei der Anlagengestaltung kaum Probleme ergeben. Ältere Anlagen weisen jedoch gerade hier oft erhebliche Defizite auf, die ein sicheres Arbeitshandeln der Mitarbeiter erschweren und in Stresssituationen geradezu unmöglich machen.

### Vertiefte Prüfung „Alarmierungssystem“

Ein Vertreter des HDI stellte in den vergangenen Jahren bei zahlreichen Gelegenheiten der Fachöffentlichkeit vor, welche Fehler aus seiner Sicht als Hauptschadensversicherer von großen Chemieanlagen bei der Alarmkonzeption in Anlagen zu finden sind. Seine Hinweise bezogen sich auf

<sup>2)</sup> Kompatible Stellteilstellung bedeutet, dass der Stellteilbewegung ein bestimmter, vom Bediener erwarteter Funktionseffekt folgt, z. B. Drehen eines Schalters nach rechts, nach oben lässt eine Zunahme an Leistung und Energie erwarten (während das Drehen des Griffs eines Hahns nach rechts i. d. R. mit einer Abnahme des Durchflusses verbunden ist). Prinzipien dieser Art sind fest verinnerlicht und laufen ohne bewusste Denkprozesse ab. Vgl. hierzu Blümke et al.: Steuerstände von Kokereimaschinen. Schriften zur Humanisierung des Arbeitslebens im Bergbau, Band 5. 1986.

<sup>3)</sup> Kompatible Anordnung der Stellteile bedeutet, dass Anzeigen und zugehörige Stellteile unmissverständlich zugeordnet sind. Weiter ist wichtig, dass die Beschriftung der Stellteile einem einheitlichen Prinzip folgt, entweder immer oberhalb des Stellteils oder immer unterhalb des Stellteils. Dies muss für alle Anlagenbereiche gleichermaßen gelten (also sowohl in Leitwarte wie auch in der Anlage vor Ort). Vgl. hierzu DIN 33414.



**Bild 2** Beschriftungsfelder für Schalter und Anzeigen (aus [4]).

## Mängel in der Übersichtlichkeit

Weil kein Platz mehr auf der Kontrolltafel war, brachten die Techniker eine neu hinzugekommene Druckanzeige an der Rückseite der Kontrolltafel an. Daraufhin brachte das zuständige Bedienpersonal einen Spiegel an, damit sie die Druckuhr ablesen konnten, ohne ihren normalen Arbeitsplatz zu verlassen. Bei einem Abfahrprozess wurde das spiegelverkehrte Abbild der Druckanzeige falsch abgelesen. Es wurde entsprechend falsch reagiert, und schließlich ging der Reaktorinhalt über die Berstscheibe verloren.

- Unterscheidung zwischen Alarmen und Meldungen,
- die Anzahl gleichzeitig auflaufender Alarme,
- eine Priorisierung von Alarmen und
- klare Handlungsanweisungen für die geforderte Reaktion bei einem Alarm.

Auch die britische Health and Safety Executive (HSE) startete im Jahre 2002 eine Initiative zum „Better Alarm Handling“. Das hierzu publizierte HSE-Sheet wurde vom Arbeitskreis Human Factor der Störfallkommission (SFK) übersetzt und unter „andere Dokumente“ ins Internet gestellt ([www.sfk-taa.de](http://www.sfk-taa.de)). Zwischenzeitlich wurde ein NAMUR-Arbeitsblatt zum „Alarmmanagement“ veröffentlicht, das ebenfalls die genannten Punkte anspricht (NA 102 vom 31. Oktober 2003, s. Beitrag auf S. 37).

Der Teilprüfbereich „Alarmierungssystem“ berücksichtigt die Hinweise aus diesen Quellen.

### Vertiefte Prüfung „Schriftliche Anweisungen/ Betriebsanweisungen“

Schriftliche Anweisungen/Betriebsanweisungen sind ein sehr wichtiges Aufgabenfeld zur Gewährleistung eines sicheren Arbeitshandelns. Entsprechend umfangreich wurde dieses Teilmodul ausgestaltet. Noch immer findet man in Betrieben Bemerkungen wie *„unsere Leute wissen genau, was sie zu tun haben, die brauchen keine schriftlichen Anweisungen“*, so dass die genaue Überprüfung schriftlicher Anweisungen mit zahlreichen Fragestellungen hinsichtlich

- allgemeiner Anforderungen,
- Anforderungen an Vollständigkeit und Richtigkeit,

- Anforderungen an Anweisungen für den gestörten Betrieb und an
  - Freigabescheine
- keineswegs trivial ist.

Ein Teilpaket aus der vertieften Prüfung „Schriftliche Anweisungen/Betriebsanweisungen“ soll dies verdeutlichen:

*„Sind die mit den Arbeitsschritten in der Anlage oder während des Prozesses verbundenen Gefahren eindeutig beschrieben?“<sup>4)</sup>*

*„Ist in der Betriebsanweisung dargestellt, dass bei außer Kraft gesetzten sicherheitsrelevanten Einrichtungen<sup>6)</sup> die ordnungsgemäße Wiederinbetriebnahme sicherzustellen und zu überwachen ist (z. B. durch den Schichtführer)?“*

*„Wird, wenn gefährliche Betriebszustände durchfahren werden, auf diese Tatsache in besonderem Maße hingewiesen?“<sup>7)</sup>*

*„Wird, wenn bestimmte Betriebsparameter unbedingt einzuhalten sind, auf diese Tatsache in besonderem Maße hingewiesen?“*

*„Sind, wenn besondere chemisch/physikalische Eigenschaften zu beachten sind, diese in der Betriebsanweisung konkret benannt?“<sup>8)</sup>*

Ergänzt wird Modul T4 „Bediensicherheit“ durch einen Anhang mit Hinweisen

<sup>4)</sup> Sicherungsmöglichkeiten sind z. B. Abdeckung, Sperung, Bewegungswiderstand oder auch ausreichende Abstände zwischen Stellteilen.

<sup>5)</sup> z. B. bei Explosions-, Brand- oder Gesundheitsgefahr.

<sup>6)</sup> z. B. Überbrücken einer Sauerstoffüberwachung während des Anfahrens.

<sup>7)</sup> z. B. Durchfahren des Explosionsbereichs beim Anfahren einer Destillationskolonne.

<sup>8)</sup> z. B. gehandhabter Stoff reagiert bereits mit Luft oder Schmelzpunkt liegt im Bereich der Raumtemperatur.

zur Leitwartengestaltung sowie Hinweisen, welche Unterlagen für die Prüfung heranzuziehen sind.

Modul T4 stellt zum ersten Mal dem betriebsinternen oder -externen Prüfer ein Arbeitsmittel zur Verfügung, mit dessen Hilfe überprüft werden kann, ob sicheres Arbeitshandeln des einzelnen Mitarbeiters maximal durch die Anlage und die Sicherheitsorganisation unterstützt wird. Wegen dieses Pilotcharakters fordern die Autoren ausdrücklich zur Rückmeldung über Verständlichkeit und Prüfbarkeit der einzelnen Items auf, damit dieses Teilmodul mit der praktischen Anwendung weiterentwickelt werden kann (E-Mail: [hermann@ecoteam.de](mailto:hermann@ecoteam.de)). TÜ 475



Dipl. Umw./  
Dipl. Psych.  
**Beogoña Hermann**  
ist Geschäftsführerin  
der Eco Team  
GmbH, Trier.

## Literaturverzeichnis

- [1] Modul T4 „Bediensicherheit“, In: Entwicklung von Prüfinstrumentarien zur Durchführung von Systemprüfungen“ . Hrsg.: Technischer Ausschuss Anlagensicherheit (TAA)/RWTÜV/Eco-Team GmbH, 2003/2004. In Kürze im Internet unter [www.sfk-taa.de](http://www.sfk-taa.de).
- [2] Hermann, B.; Dülsen, U.; Kämpf, K.; Müller, R.; Tschiedel, K.: Strategien zur Verhinderung von Fehlbedienungen in verfahrenstechnischen Anlagen. UBA-Texte 11/01 und 12/01. Berlin 2001.
- [3] Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety. Hrsg.: OECD Expert Group on Chemical Accidents. UBA-Texte 61/97. Berlin 1997.
- [4] Human Factors/Ergonomics Handbook for the Design for Ease of Maintenance. Hrsg.: Department of Energy (DOE). 2001.