

Gestaltung von Alarmsystemen und Alarmmanagement: erste Ergebnisse einer empirischen Bestandsaufnahme

Martina BOCKELMANN, Peter NICKEL, Friedhelm NACHREINER

*Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung
(GAWO) e.V., Achterdiek 50, 26131 Oldenburg*

Kurzfassung: Schlecht gestaltete Alarmsysteme und ein unzureichendes Alarmmanagement trugen in der Vergangenheit zum Entstehen kritischer Ereignisse mit teilweise gravierenden Konsequenzen bei. Aufbauend auf diesen Erfahrungen sind Leitfäden mit Empfehlungen für die Gestaltung von Alarmsystemen und des Alarmmanagements entstanden. Zur Überprüfung der gegenwärtigen Gestaltungsgüte von Alarmsystemen und des Alarmmanagements wurde eine umfangreiche Checkliste entwickelt und in verschiedenen Leitwarten unterschiedlicher Branchen angewandt. Die bisher vorliegenden Ergebnisse weisen aus arbeitspsychologischer Sicht auf Gestaltungsdefizite und damit ein erhöhtes Risikopotential hin und lassen Ansätze für verbesserte Gestaltungslösungen erkennen.

Schlüsselwörter: Alarmsystem, Alarmmanagement, ergonomische Gestaltung, Checkliste, Prozessführung, Arbeitsschutz

1. Einleitung

Untersuchungsberichte zu kritischen Ereignissen mit zum Teil schwerwiegenden Konsequenzen für die Mitarbeiter, das Unternehmen, die Umwelt und die unmittelbare Umgebung weisen darauf hin, dass eine unzureichende ergonomische Gestaltung von Alarmsystemen und des Alarmmanagements für deren Entstehung mitverantwortlich gewesen sein dürfte (z.B. Kernkraftwerk Three Mile Island 1979, Texaco Ölraffinerie 1994, BP Ölraffinerie 2003, Bohrplattform Deepwater Horizon 2010). In diesen Berichten wurden, neben Störungen technischer Anlagenkomponenten und sogenannten menschlichen Fehlern, u.a. das Nichtansprechen kritischer Alarme, hohe Alarmraten, eine unzureichende Priorisierung der Alarme, nicht den Aufgaben angemessene Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen sowie unzureichende Trainings der Leitwartenoperateure im Umgang mit kritischen Situationen als ursächlich genannt (vgl. z.B. Kemeny et al. 1979; HSE 2000; CSB 2005).

Im Laufe der Zeit sind aufbauend auf diesen Erfahrungen etliche Leitfäden und Normen mit Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung von Alarmsystemen und Alarmmanagementsystemen entstanden (z.B. ANSI/ISA 18.2:2009; DIN EN 62682:2016; EEMUA 191:2013; NA 102:2008). Darüber hinaus liegen zahlreiche Fachartikel sowie Fachliteratur zu diesem Thema vor (z.B. Bransby & Jenkinson 1998; Hollifield & Habibi 2012). Unklar ist allerdings, inwieweit diese Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen in die betriebliche Praxis Einzug gehalten haben.

Ziel eines von der Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V. geförderten Projektes war es daher, die aktuelle Gestaltungsgüte von Alarmsystemen und des Alarmmanagements in Leitwarten unterschiedlicher Branchen zu analysieren und zu bewerten sowie ggf. Handlungsmöglichkeiten

und -notwendigkeiten zur Umsetzung von Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen zur Erhöhung des Sicherheitsniveaus der Anlagen abzuleiten.

2. Methode

2.1 Entwicklung und Erprobung der Checkliste

Zur Analyse und Beurteilung der Gestaltungsgüte der Alarmsysteme bzw. des Alarmmanagements und zur Identifizierung von Verbesserungspotentialen wurde eine in einer Machbarkeitsstudie entwickelte, rechnerbasierte Checkliste (vgl. Bockelmann 2009; Bockelmann et al. 2010) weiterentwickelt. Dazu wurden aus unterschiedlichen Quellen, wie etwa Leitfäden und normativen Vorgaben (DIN EN 62682:2013; EEMUA 191:2013; HSE o.J.; NA 102:2008; VDI/VDE 3699-5:2014; YA-711:2001 etc.), relevante Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen gesammelt und thematisch strukturiert. In einem mehrstufigen Prozess wurden aus den Gestaltungsanforderungen eine repräsentative Auswahl an Beurteilungsmerkmalen in Form von Fragen formuliert und um Beispiele und Anmerkungen ergänzt. Als Antwortkategorien wurden entweder Ja/Nein-Entscheidungen (= trifft zu/trifft nicht zu) oder eine 3-stufige Ampelskala (Grün = sehr guter/guter Gestaltungszustand, kein Handlungsbedarf; Gelb = in Ordnung, aber bessere Lösungen wären denkbar, Maßnahmen sind angeraten; Rot = mangelhafter Gestaltungszustand, Handlungsbedarf gegeben) gewählt.

Die Checkliste mit insgesamt 148 Beurteilungsmerkmalen umfasst folgende Beurteilungsbereiche:

- (1) Alarmgenerierung/Alarmierung,
- (2) Darstellung der Alarme,
- (3) Priorisierung von Alarmen,
- (4) Funktionalitäten/technische Maßnahmen,
- (5) Berücksichtigung der Leistungsgrenzen der Operateure,
- (6) Handlungsanleitung & Interaktion,
- (7) Kontrolle & Rückmeldung,
- (8) Alarmkultur/Alarmphilosophie,
- (9) Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung,
- (10) Dokumentation und
- (11) Training.

Zur Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit im betriebspraktischen Einsatz wurde die Checkliste in einer Leitwarte getestet. Das führte zu Anpassungen, bei denen z.B. Merkmale präzisiert, umformuliert oder ergänzt wurden.

2.2 Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchungen fanden bisher in 14 Leitwarten von 12 Unternehmen unterschiedlicher Branchen (Unternehmen aus den Bereichen der BG ETEM, BGN und BG RCI) statt, wobei die Gestaltungsgüte von 15 Alarmsystemen (inkl. Alarmmanagement) analysiert und beurteilt wurde (Stand Dezember 2016).

Jedes System wurde von zwei erfahrenen Arbeitspsychologen (mit Expertise im Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstellengestaltung und der Gestaltung von Prozessleitsystemen) an unterschiedlichen Tagen unabhängig voneinander beurteilt. Als Methoden kamen Beobachtung, Sichtprüfung, Schalldruckpegelmessungen, Befra-

gung von Leitwartenoperatoren und Führungskräften sowie Dokumentenprüfung zum Einsatz. Die Untersuchungsdauer lag zwischen 7 und 10 Stunden pro System und Untersucher, schwankte in Abhängigkeit von der Komplexität des Prozesses und des untersuchten Systems, von Art und Umfang des Alarmmanagements sowie dem Tagesgeschehen und schloss in den meisten Fällen einen Schichtwechsel ein, um unterschiedliche Operateure bei der Interaktion mit den Systemen beobachten zu können (zur Reduzierung operateurspezifischer Varianz).

3. Ergebnisse

Die ersten Analysen der mit der Checkliste erhobenen Daten zeigen, dass für die jeweiligen Beurteilungsbereiche einige der Gestaltungsanforderungen bereits umgesetzt wurden, für andere jedoch noch erheblicher Handlungsbedarf besteht.

So wurden beispielweise an allen untersuchten Arbeitsplätzen auflaufende Alarme (bei Abweichungen von Sollzuständen, Störungen von Anlagenkomponenten etc.) im schematischen Fließbild zur Überwachung und Steuerung der Anlagen durch spezielle visuelle Kodierungen (z.B. Änderung der Symbole, der Farben bzw. der Dynamik der Anlagenkomponenten oder Parameter) – wenn auch mit unterschiedlicher Prägnanz – gekennzeichnet. Sie wurden meist in Signalfarben dargestellt, damit sie sich deutlich von anderen Prozessinformationen abheben, um die Aufmerksamkeit der Leitwartenoperatoren auf sich zu ziehen. Mitunter hätte der Farbkontrast zum Normalzustand bzw. zum gesamten Fließbild jedoch größer sein können bzw. müssen; so wurde z.B. in manchen Fällen – potentiell irreführend – Rot nicht nur für Alarme, sondern auch als Farbe für ein Medium verwendet und die mediumsführenden Leitungen (Flusslinien) oder Ventile ebenfalls im gesättigten Rot dargestellt (d.h. Rot = Alarm und gleichzeitig Rot \neq Alarm).

In den meisten Fällen standen den Leitwartenoperatoren abrufbare oder ständig geöffnete Trendanzeigen zur Verfügung, die es ihnen ermöglichten, sich über die Zeit entwickelnde Änderungen von Prozessparametern bzw. Annäherungen an Alarmgrenzen frühzeitig zu erkennen (und zwar bevor ein Alarm aufläuft) und somit proaktiv agieren zu können. Problematisch war auch hier, dass sich für die Anzeigendarstellung verwendete Farben mitunter nicht deutlich voneinander bzw. vom Hintergrund unterschieden (z.B. blaue Trendlinien auf schwarzem Hintergrund, hellgrüne Linien auf Grau).

Die teilnehmenden Unternehmen hatten sich – wenn auch nicht immer bei der Neugestaltung einer Leitwarte, aber zumindest im späteren Verlauf – mit der Möglichkeiten von Hackerangriffen und entsprechenden Maßnahmen zur Verhinderung unerlaubter Zugriffe auseinandergesetzt.

Handlungsbedarf zur Verbesserung von Alarmsystemen/ des Alarmmanagements ergibt sich nach den ersten Analysen insbesondere für die Beurteilungsbereiche „Training“ und „Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserungen“, aber u.a. auch die Bereiche „Priorisierung von Alarmen“, „Handlungsanleitung & Interaktion“ sowie „Alarmkultur/Alarmphilosophie“ weisen einen vergleichsweise niedrigen Erfüllungsgrad auf; worauf auch bereits die Ergebnisse einer vorausgegangenen Machbarkeitsstudie hinwiesen (vgl. Bockelmann 2009).

Bei nahezu zwei Drittel der untersuchten Systeme wurden die Alarme nicht entsprechend ihrer Wichtigkeit und Dringlichkeit priorisiert. Stattdessen mussten die Leitwartenoperatoren in diesen Fällen aufgrund ihrer Erfahrung ad hoc eine Entscheidung treffen, welcher Alarm/welche Alarme in der jeweiligen Situation vorrangig

zu bearbeiten war/waren. Dies dürfte insbesondere in kritischen Situationen, wenn üblicherweise die Alarmrate steigt und der Operateur schnell Entscheidungen treffen muss, bedeutsam sein.

Zur Identifizierung der Ursache des Problems und Ableitung geeigneter Maßnahmen stand den Leitwartenoperatoren meist nur der Text der einzeiligen Alarmmeldung zur Verfügung. Hilfesysteme mit prozessspezifischen bzw. alarmbezogenen Hilfetexten – d.h. weitergehende Informationen, die dem Operateuren helfen, zu verstehen, was passiert ist und angemessen auf einen Alarm zu reagieren – gab es so gut wie nie und wenn, nur vereinzelt für ausgewählte Alarmer. Die Leitwartenoperatoren mussten sich dementsprechend auf ihr Wissen und ihre Erfahrung (oder auf das Wissen und die Erfahrungen ihrer Kollegen) verlassen.

Nur in wenigen Leitwarten wurde das Alarmgeschehen systematisch und regelmäßig ausgewertet, um die Leistung des Alarmsystems kontinuierlich zu überwachen und zu verbessern (z.B. Reduktion der Alarmrate, Darbietung nur für den Operateur relevanter Alarmer) und um dadurch die Belastung und Beanspruchung der Operateure zu optimieren. In einigen Fällen befand sich dieser Prozess noch im Aufbau. Meist wurden das Alarmgeschehen sowie die Bedienhandlungen jedoch nicht ausgewertet.

Eine schriftlich fixierte Alarmstrategie lag nur sehr selten vor und diese war mitunter zu dürftig. Alarmmanagementaktivitäten bzw. Verbesserungen am System erfolgten meist unsystematisch bzw. nur reaktiv, z.B. nach besonderen Ereignissen oder aufgrund von Hinweisen der Operateure.

Die Leitwartenoperateure erhielten üblicherweise ein Anlagentraining und eine Einweisung in die Bedienfunktionen des verwendeten Prozessleitsystems; spezielle, systematische Trainings im Umgang mit Alarmen, hohen Alarmraten und kritischen Situationen usw. fanden sich jedoch sehr selten. In der Regel werden neue Mitarbeiter durch die Kollegen on-the-job angeleitet. Sie beginnen häufig zunächst als Außenoperateur, um die Anlage und deren Prozesse kennenzulernen, bevor sie als zweiter Operateur an den Leitplatz in der Warte kommen, wobei sie dort zunächst dem erfahrenden Leitwartenoperateur über die Schulter schauen und sukzessiv immer mehr die Steuerung und Überwachung der Anlage übernehmen. Die Untersuchung zeigte, dass den Leitwartenoperateuren mitunter hilfreiche Funktionen nicht bekannt bzw. geläufig waren.

4. Diskussion

Ein systematisches und kontinuierliches Alarmmanagement ist ein bedeutendes Element im Sicherheitskonzept von Anlagen der Prozessindustrie. Um Anlagen dauerhaft im sicheren Zustand zu halten, bedarf es Operateure, die in der Lage sind, die Anlage proaktiv überwachen und damit schnell auf Abweichungen reagieren können (vgl. Burns 2006).

Hierfür bieten sich zwei Ansatzpunkte an: (1) (Neu-)Gestaltung des Alarmsystems und systematische Gestaltung des Alarmmanagements nach ergonomischen Gesichtspunkten, um die Gebrauchstauglichkeit eines Alarmsystems sicherzustellen sowie dessen Leistungsfähigkeit kontinuierlich zu überprüfen, aufrecht zu erhalten bzw. zu verbessern und (2) Entwicklung und Umsetzung eines angemessenen Trainingskonzepts für die Leitwartenoperateure im Umgang mit dem Alarmsystem, den auflaufenden Alarmen sowie kritischen Situationen. Letzteres sollte jedoch nicht dazu

erwogen werden, um die Defizite eines schlecht gestaltetes Alarmsystems und unzureichenden Alarmmanagement zu kompensieren.

Arbeitsgestalterische Maßnahmen, sowohl an den technischen als auch den sozialen/organisatorischen Komponenten dieses Systems, sollten daher zu einer Optimierung der psychischen Belastung und Beanspruchung der Operateure bei der Ausübung ihrer Tätigkeit führen, um die Aufgaben ausführbar, schädigungslos und beeinträchtigungsfrei zu gestalten und sich darüber auch auf deren Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit positiv auswirken zu können.

Ein nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltetes, intelligentes Alarmsystem sowie ein angemessenes Alarmmanagement können somit einen wichtigen Beitrag zur Prävention in den Bereichen Anlagensicherheit, Umweltschutz sowie Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz leisten.

Angesichts der Vorfälle in der verfahrenstechnischen Industrie erscheint ein einfach handhabbares Instrument wünschenswert, mit dem sich der Gestaltungszustand von Alarmsystemen inklusive des Alarmmanagements prüfen lässt, um potentielle Gestaltungsdefizite zu identifizieren und bei Bedarf arbeitsgestalterische Maßnahmen umzusetzen.

5. Literatur

- ANSI/ISA 18.2 (2009) Management of Alarm Systems for the Process Industries. Research Triangle Park: ISA.
- Bockelmann M (2009) Entwicklung und Überprüfung eines Prototyps eines Instrumentes zur Beurteilung und Optimierung des Gestaltungszustandes von Alarmsystemen – eine Machbarkeitsstudie (unveröffentlichte Diplomarbeit). Oldenburg: Carl von Ossietzky Universität.
- Bockelmann M, Schütte M, Nachreiner F 2010 Entwicklung und Überprüfung eines Prototyps eines Instrumentes zur Beurteilung und Optimierung des Gestaltungszustandes von Alarmsystemen – Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Neue Arbeits- und Lebenswelten gestalten. Dortmund: GfA-Press, 905-908.
- Bransby M, Jenkinson J (1998) The management of alarm systems. Sudbury: HSE Books.
- Burns CM (2006) Towards proactive monitoring in the petrochemical industry. Safety Science, 44, 27-36.
- CSB (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board) (2007). Investigation Report: Refinery Explosion and Fire (15 Killed, 180 Injured). BP, Texas City, Texas; March 23, 2005. Report No. 2005-04-I-TX, March 2007. [<http://www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion>, 20.12.2016].
- DIN EN 62682 (2013, 2016) Alarmmanagement in der Prozessindustrie. Berlin: Beuth.
- EEMUA 191 (2013) Alarm systems. A guide to design, management and procurement. London: EEMUA.
- Hollifield B, Habibi E (2012) Das Alarm-Management Handbuch. Ein umfassender Ratgeber. Neustadt: Nino Druck GmbH.
- HSE (Health & Safety Executive) (o.J.). Human Factors Briefing Note No. 9. Alarm Handling. [<http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/09alarms.pdf>, 20.12.2016]
- HSE (Health & Safety Executive) (2000). Chemical Information Sheet 6. Better alarm handling. [<http://www.hse.gov.uk/pubns/chis6.pdf>, 20.12.2016].
- Kemeny JG, Babbitt B, Haggerty PE et al. (1979) Report Of The President's Commission On The Accident At Three Mile Island. [<http://www.threemileisland.org/downloads/188.pdf>, 20.12.2016]
- NA 102 (2008) Alarmmanagement. Leverkusen: NAMUR.
- VDI/VDE 3699-5 (2014) Prozessführung mit Bildschirmen - Alarmer/Meldungen. Berlin: Beuth.
- YA-711 (2001). Principles for alarm system design. Stavanger: Norwegian Petroleum Directorate.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft

63. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

GfA Press

Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

Screen design und Umsetzung

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de