

Entwicklung und Überprüfung
eines Prototyps einer Checkliste
zur Beurteilung und Optimierung
des Gestaltungszustandes von Alarmsystemen
– Inhaltliche und methodische Ergebnisse einer
Machbarkeitsstudie

Martina Bockelmann
Friedhelm Nachreiner
Martin Schütte

3. MTO-Symposium

Mensch - Technik - Organisation – Neue Trends in der ganzheitlichen Betrachtung
12. November 2010, TÜV NORD Berlin

Gründe für die Optimierung von Alarmsystemen

„Unanticipated events can result in severe financial and human losses. The best solution is to have operators who can monitor proactively and respond to small changes to maintain the plant in a safe state.“

(Catherine Burns, University of Waterloo, 2006)

→ Unvorhersehbare Ereignisse können zu schwerwiegenden finanziellen Verlusten und Personenschaden führen. Die beste Lösung, um den sicheren Zustand einer Anlage aufrechtzuerhalten, sind Operateure, die in der Lage sind, die Anlage vorausschauend überwachen und auf kleine Abweichungen reagieren zu können.

Ölkatastrophe im Golf von Mexiko, 2010



Quelle: Spiegel Online, 2010

Ölkatastrophe im Golf von Mexiko, 2010

SPIEGEL ONLINE

24. Juli 2010, 00:17 Uhr

Ölkatastrophe im Golf von Mexiko

Alarm auf Bohrinself war offenbar abgeschaltet

Vorwürfe gegen Plattform-Manager: Dem leitenden Elektrotechniker der explodierten Bohrinself "Deepwater Horizon" zufolge waren die Alarmsignale deaktiviert, weil Arbeiter nachts nicht durch einen Fehlalarm geweckt werden sollten.

New Orleans - Auf der im Golf von Mexiko nach einer Explosion versunkenen Bohrinself "Deepwater Horizon" wurde offenbar schon Monate vor dem Unglück ein wichtiger Alarm außer Funktion gesetzt. Bei einer Anhörung in New Orleans zur Klärung der Unglücksursache sagte der leitende Elektrotechniker der Bohrinself, Mike Williams, Manager auf der Plattform hätten die Alarmsignale ausschalten lassen. Der Grund: Damit die Arbeiter nicht "um drei Uhr morgens" durch einen Fehlalarm geweckt würden.

Die vom britischen Erdölkonzern [BP](#) betriebene Bohrinself war im April nach einer Explosion gesunken und hatte die größte Ölkatastrophe in der Geschichte der USA ausgelöst. Bei der Explosion kamen elf Arbeiter ums Leben.

Die Sensoren des Alarms, der vor Feuer oder einer hohen Konzentration giftiger oder explosiver Gase warnt, hätten zwar funktioniert, die Alarmsignale seien aber blockiert worden, sagte der Techniker. Er habe dies vor einem Jahr zum ersten Mal bemerkt.

Ölkatastrophe im Golf von Mexiko, 2010

SPIEGEL ONLINE

24. Juli 2010, 00:17 Uhr

Ölkatastrophe im Golf von Mexiko

Alarm auf Bohrinself war offenbar abgeschaltet

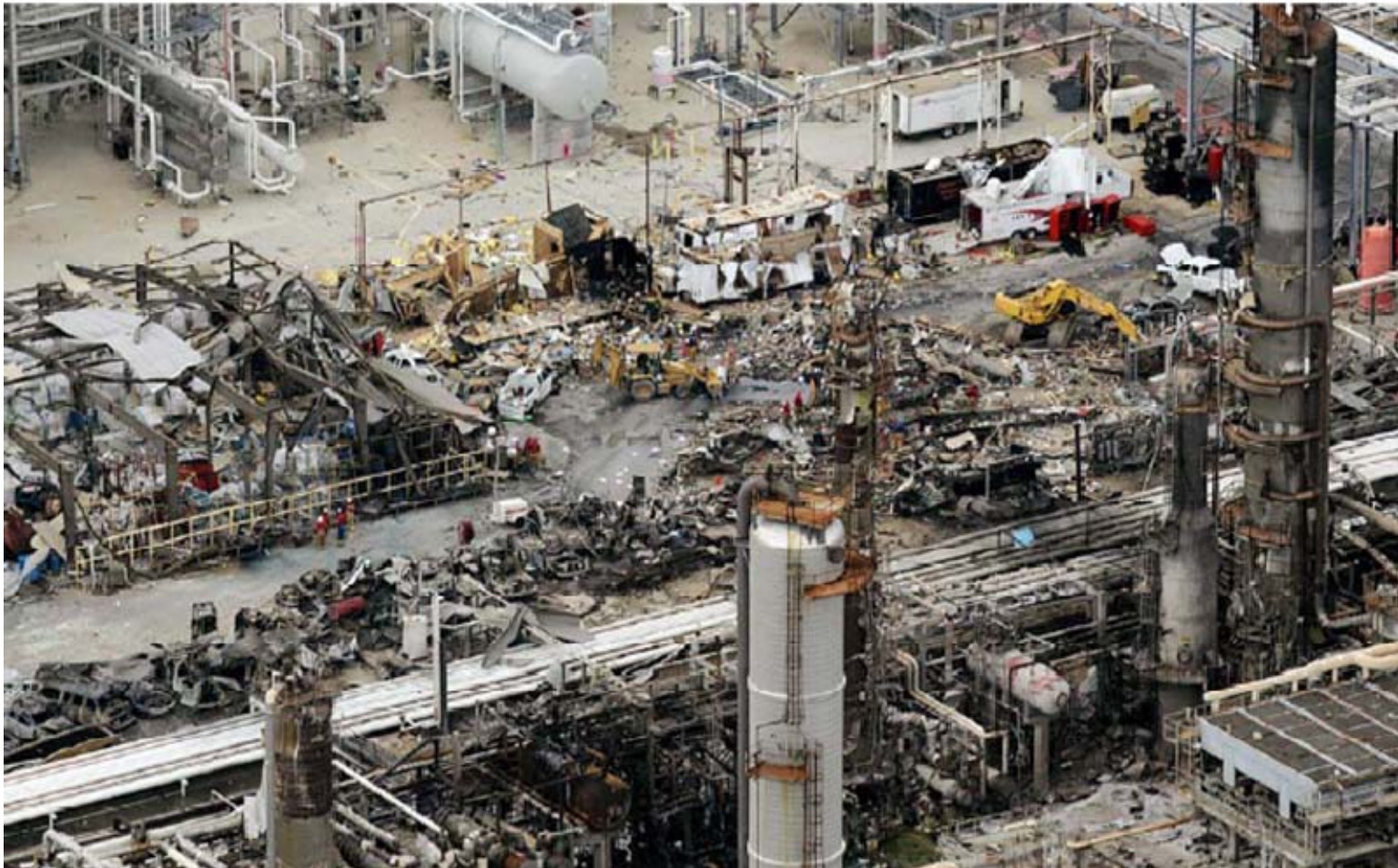
Vorwürfe gegen Plattform-Manager: Dem leitenden Elektrotechniker der explodierten Bohrinself "Deepwater Horizon" zufolge waren die Alarmsignale deaktiviert - weil Arbeiter nachts nicht durch einen Fehlalarm geweckt werden sollten.

New Orleans - Auf der im Golf von Mexiko nach einer Explosion versunkenen Bohrinself "Deepwater Horizon" wurde offenbar schon Monate vor dem Unglück ein wichtiger Alarm außer Funktion gesetzt. Bei einer Anhörung in New Orleans zur Klärung der Unglücksursache sagte der leitende Elektrotechniker der Bohrinself, Mike Williams, Manager auf der Plattform hätten die Alarmsignale ausschalten lassen. Der Grund: Damit die Arbeiter nicht "um drei Uhr morgens" durch einen Fehlalarm geweckt würden.

Die vom britischen Erdölkonzern [BP](#) betriebene Bohrinself war im April nach einer Explosion gesunken und hatte die [größte Ölkatastrophe in der Geschichte der USA](#) ausgelöst. Bei der Explosion kamen elf Arbeiter ums Leben.

Die Sensoren des Alarms, der vor Feuer oder einer hohen Konzentration giftiger oder explosiver Gase warnt, hätten zwar funktioniert, die Alarmsignale seien aber blockiert worden, sagte der Techniker. Er habe dies vor einem Jahr zum ersten Mal bemerkt.

BP Ö raffinerie, Texas City, 2005



Quelle: US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 2007

BP Ö Raffinerie, Texas City, 2005

- Während der Inbetriebnahme einer Anlageneinheit kam es zu Explosionen und Feuer.
- 15 Tote, 180 Verletzte, finanzieller Schaden: mehr als 1,5 Milliarden \$



Quelle: New York Times, 2005

- Aus dem Bericht des U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board:
 - *Kritische Alarme sprachen nicht an*
 - *Anzeigen lieferten falsche bzw. keinen angemessenen Informationen*
 - *Hunderte von Alarmen liefen parallel auf*
 - *Kein angemessenes Training im Umgang mit kritischen Situationen*

Texaco Ö raffinerie, Milford Haven, 1994

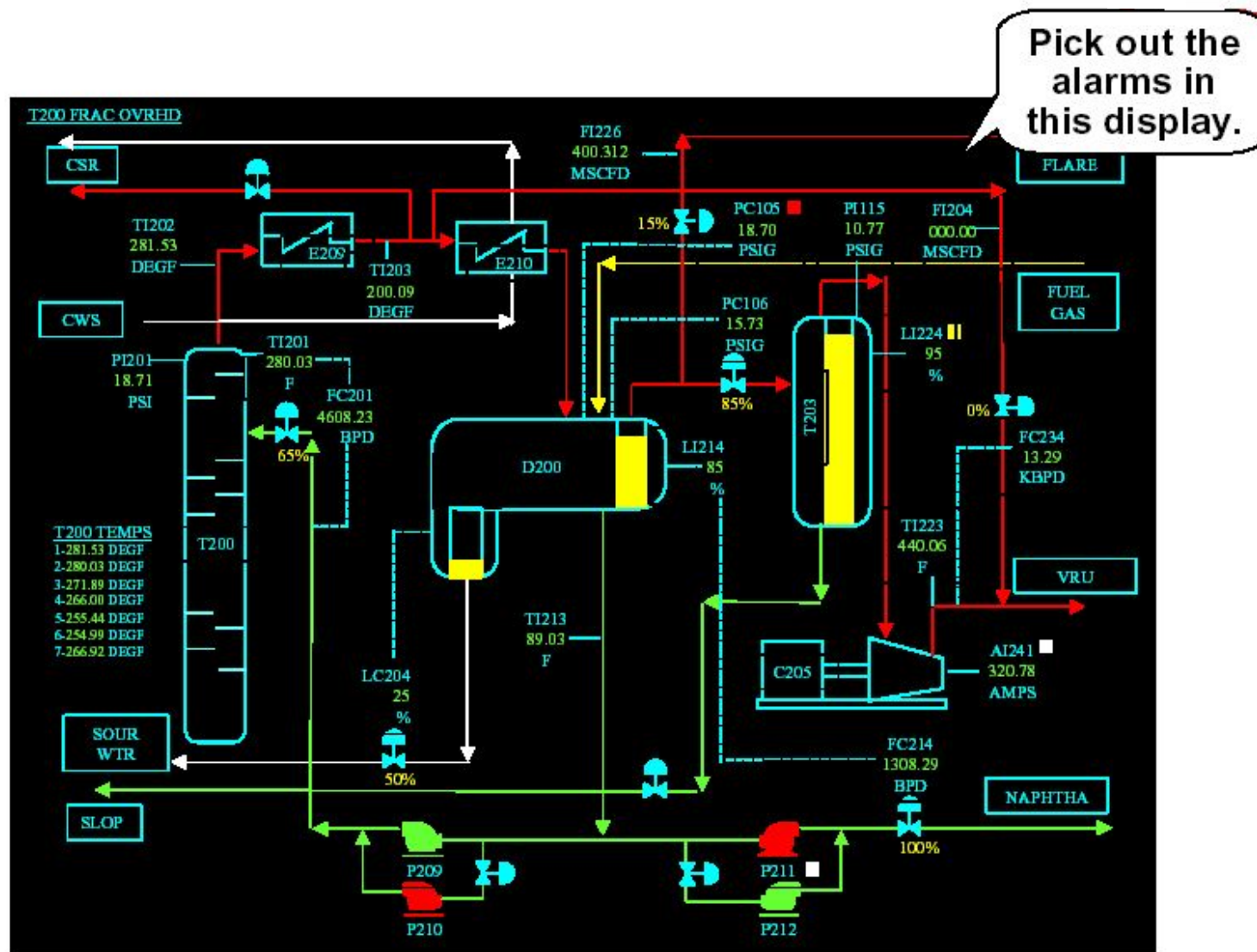
- Ein Gewitter löste eine Anlagenstörung aus:
 - Ein Blitzschlag verursachte ein Feuer in der Anlage.
 - Dies führte dazu, dass Anlagenbereiche abgefahren wurden.
 - Stunden später kam es zu einer Explosion und zu Folgebränden in der Anlage.

- 26 Verletzte,
finanzieller Schaden: ca. £48 Millionen,
Bußgeld: £200.000

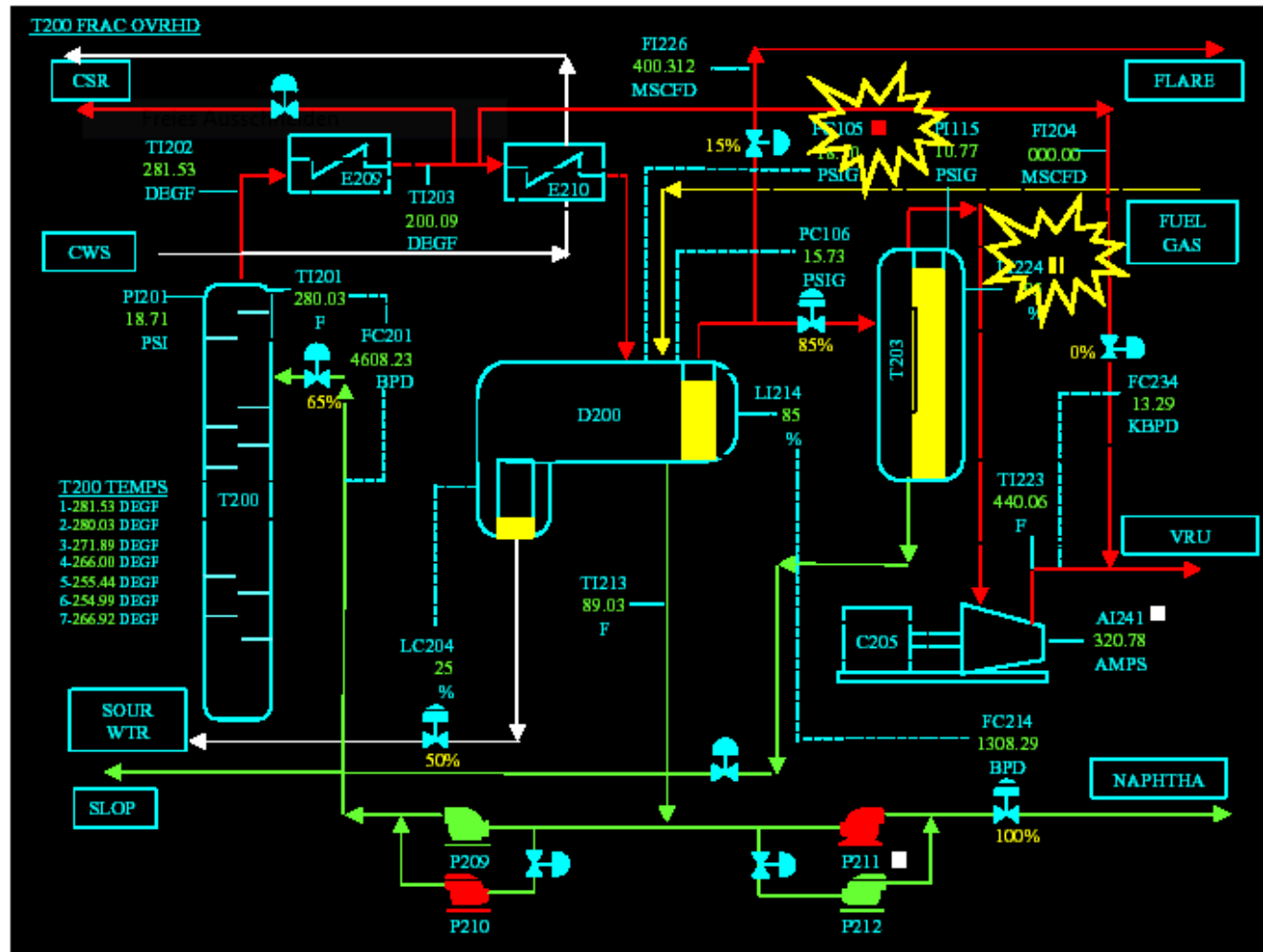
Aus dem HSE-Report (1997) über diesen Vorfall

- *“There were too many alarms and they were poorly prioritised.”*
 - Es gab zu viele Alarme und diese waren schlecht priorisiert.
 - *“The control room displays did not help the operators to understand what was happening.”*
 - Die Anzeigen im Kontrollraum halfen dem Operateur nicht, zu verstehen, was gerade passierte.
 - *„There had been inadequate training for dealing with a stressful and sustained plant upset.“*
 - Es gab kein angemessenes Training für den Umgang mit einer Stress hervorrufenden und fortwährenden Anlagenstörung.
- Die Aussagen aus dem Untersuchungsbericht beweisen, dass offensichtlich nicht alle PLS dem gegenwärtigen Stand der Ergonomie entsprechen.**

Effektive Alarmdarstellung?



Effektive Alarmdarstellung?



Gründe für die Optimierung von Alarmsystemen

➤ Schlecht gestaltete Alarmsysteme

- behindern den Operateur mehr, als sie ihm helfen.
- können zu Fehlern bei der Entscheidung führen, ob und wann eine Handlung notwendig ist.
- können zu Fehlern bei der Auswahl einer angemessenen Handlung führen.

→ **Dies wird besonders in kritischen Situationen bedeutsam!**

Zielsetzung der Untersuchung

- Entwicklung eines Prototyps einer Checkliste zur Beurteilung von Alarmsystemen unter Berücksichtigung arbeitspsychologischer Aspekte
 - Diagnose potentieller Schwachstellen
 - Ableitung von Optimierungsmöglichkeiten des Alarmsystems und Alarmmanagements

- Abschätzung, ob eine Weiterentwicklung dieses Prototyps zu einem handhabbaren Verfahren machbar erscheint, welches reliable und valide Aussagen über die Gestaltungsgüte von Alarmsystemen und des Alarmmanagements ermöglicht

Fragestellungen

- Kommen betriebliche Experten und arbeitspsychologisch, ergonomisch ausgebildete Experten bei der Bewertung derselben Alarmsysteme zu gleichen Ergebnissen?
- Kommen verschiedene Beurteiler bei der Anwendung der Checkliste jeweils zu derselben Einschätzung der Ausprägung der Gestaltungsgüte des beobachteten Alarmsystems?
- Differenzieren die Items der Checkliste zwischen Alarmsystemen (inkl. Handhabung von Alarmen) unterschiedlicher Gestaltungsqualität?
- Lassen sich anhand der Checkliste Gestaltungsdefizite identifizieren?

- **EEMUA 191:1999** „Alarm Systems – A Guide to Design, Management and Procurement“
- **NAMUR 102** „Alarmmanagement“
- **DIN EN ISO 11064-5:2008** „Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile“
- **DIN EN ISO 10075-2:2000** „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze“
- **HSE Chemical Sheet No.6** „Better alarm handling“
- **IP Human Factors Briefing Note No.2** „Alarm handling“
- **VdS 2556:2004** „Merkblatt zur Sicherung von verfahrenstechnischen Anlagen mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)“
- **Ekides 7.04** – Ergonomisches Datenbanksystem
- einschlägige ASM- (Abnormal Situation Management Consortium) und Honeywell-Präsentationen
- usw.

Struktur der Checkliste

1. Alarmierung
 2. Darstellung
 3. Struktur
 - 3.1 Priorisierung
 - 3.2 Aufbau
 4. Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung
 5. Leistungsbegrenzende Bedingungen im Operateur
 6. Kontrolle
 7. Organisation
 - 7.1 Alarmkultur
 - 7.2 Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung
 - 7.3 Dokumentation
 - 7.4 Training
- Bewertung des Alarmsystems
 - Handlungsaufforderung je nach Gestaltungszustand

- rechner- und datenbankbasiertes Verfahren
 - auf Rechnern der GAWO
 - via virtuellen Servern auf Notebooks
 - via Internet (per Freischaltung und Zugangscode)
 - Vorteile:
 - Sprungfunktionen definierbar und steuerbar
 - alle Fragen als Pflichtfragen definiert
 - Hyperlinks zu Erläuterungen
 - Kommentare lesbar

Beispiel 1 (Filterfrage)




Erfolgt eine **Priorisierung der Alarme**?

Anmerkung:


Einteilung von Alarmen nach ihrer Vorrangigkeit bei der Bearbeitung.

Damit ist die Priorität der Abarbeitung der Alarme und **nicht** das zeitliche Auftreten in der Alarm- oder Meldeliste gemeint.




Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten

Bitte wählen Sie eine Antwort aus:

- Ja
 - Nein
- 

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

? Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator



sehr guter Gestaltungszustand / sicher:

Der Gestaltungszustand erfüllt alle Anforderungen.
Maßnahmen sind nicht erforderlich. Es besteht kein Handlungsbedarf.

grundsätzlich in Ordnung, aber verbesserungswürdig:

Der Gestaltungszustand ist akzeptabel, aber nicht optimal. Es gibt bessere Lösungen.
Maßnahmen sind angezeigt.
Prüfung der Notwendigkeit einer technischen und/oder organisatorischen Umgestaltung bzw. erforderlicher personaler Maßnahmen.
(Personale Maßnahmen sollen nicht als Ersatz für schlechte Gestaltung erwogen werden.)

mangelhafter Gestaltungszustand / unsicher:

Maßnahmen sind (unverzüglich) durchzuführen.
Es besteht die Notwendigkeit einer technischen und/oder organisatorischen Umgestaltung bzw. personalen Maßnahme.
Absoluter Handlungsbedarf!

nicht anwendbar:

Voraussetzungen für das Stellen dieser Frage sind nicht gegeben.
Die **Frage** ist in dem zu beurteilenden System nicht anwendbar.

Beispiel 2 (Ampelsystem)

Wie groß ist die langfristige, durchschnittliche **Alarmrate** im Normalbetrieb?

Grüner Bereich: <1 Alarm / 10 min.

Gelber Bereich: 1 Alarm alle 2 bis 5 Minuten

Roter Bereich: > 1 Alarm / 1 min.

Bitte wählen Sie eine Antwort aus:

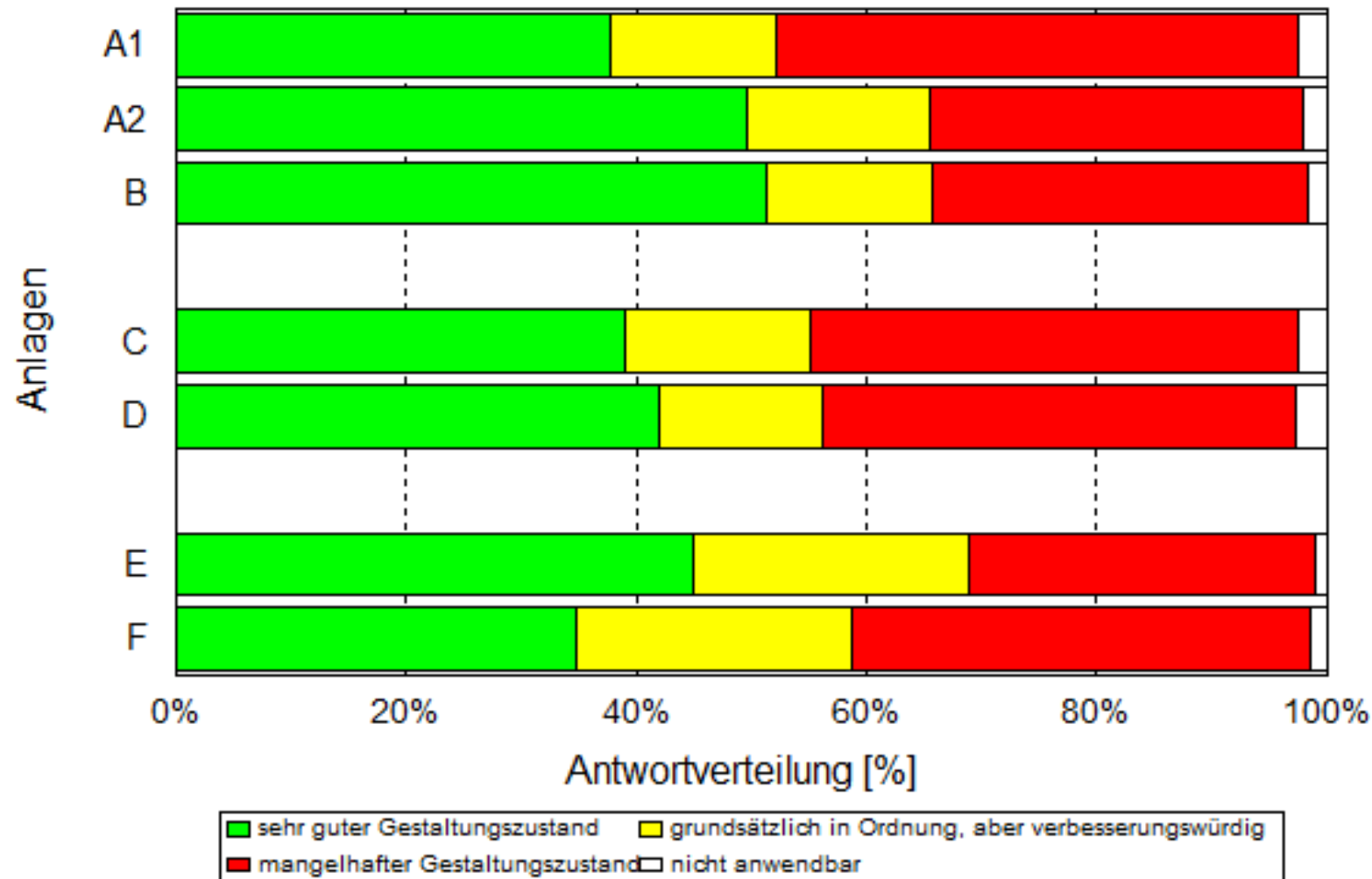
- sehr guter Gestaltungszustand / sicher
- in Ordnung, aber verbesserungswürdig
- mangelhafter Gestaltungszustand / unsicher

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

? Art der Erfassung: Sichtprüfung, Zeitmessung

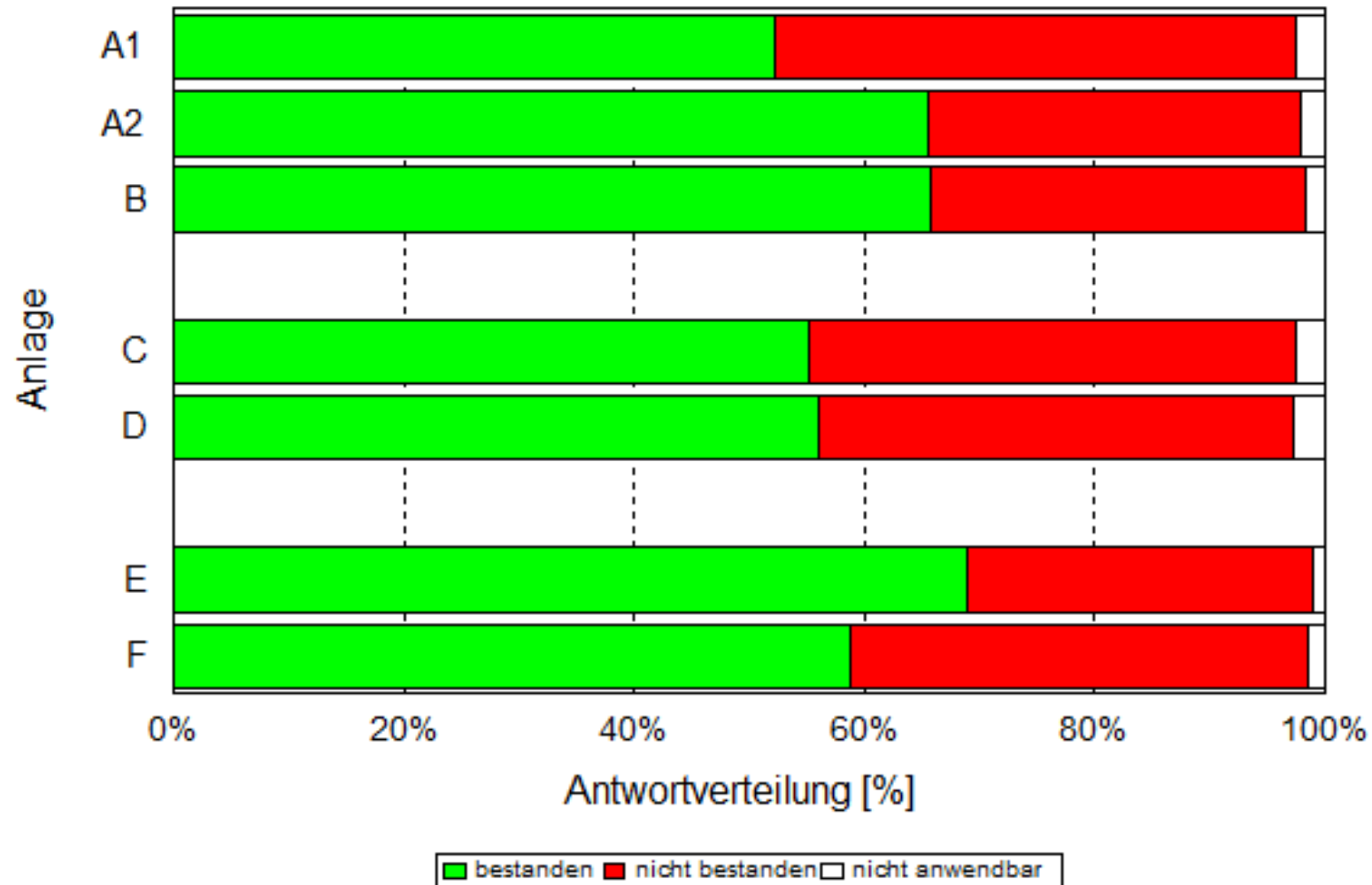
Ergebnisse

- Relative Häufigkeiten der Antwortkategorien je Anlage über alle Beurteiler



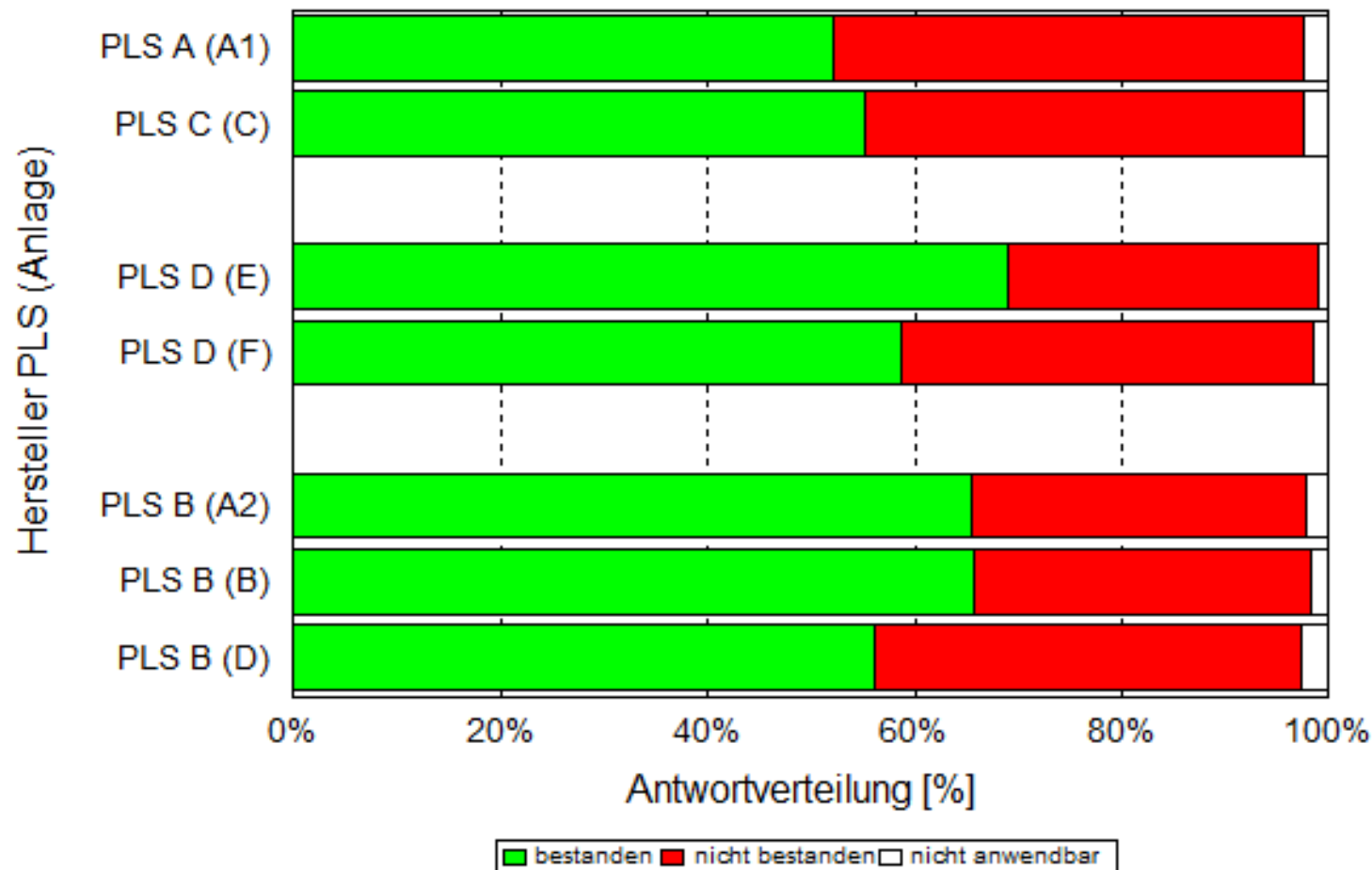
Ergebnisse

- Relative Häufigkeiten der Antwortkategorien je Anlage über alle Beurteiler (dichotomisierte Skala)



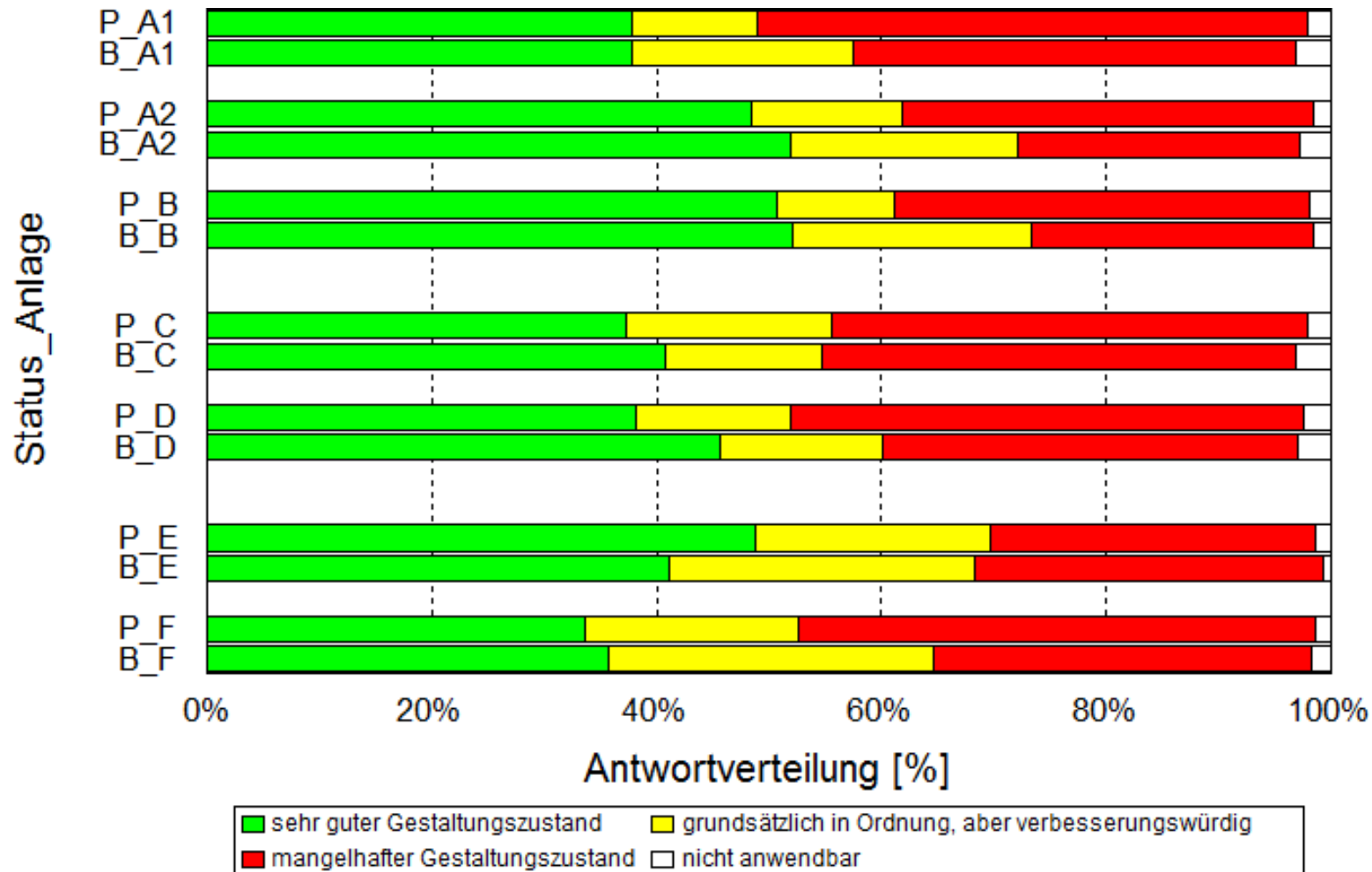
Ergebnisse

- Relative Häufigkeiten der Antwortkategorien je Anlage über alle Beurteiler, gruppiert nach Alter des PLS (dichotomisierte Skala)

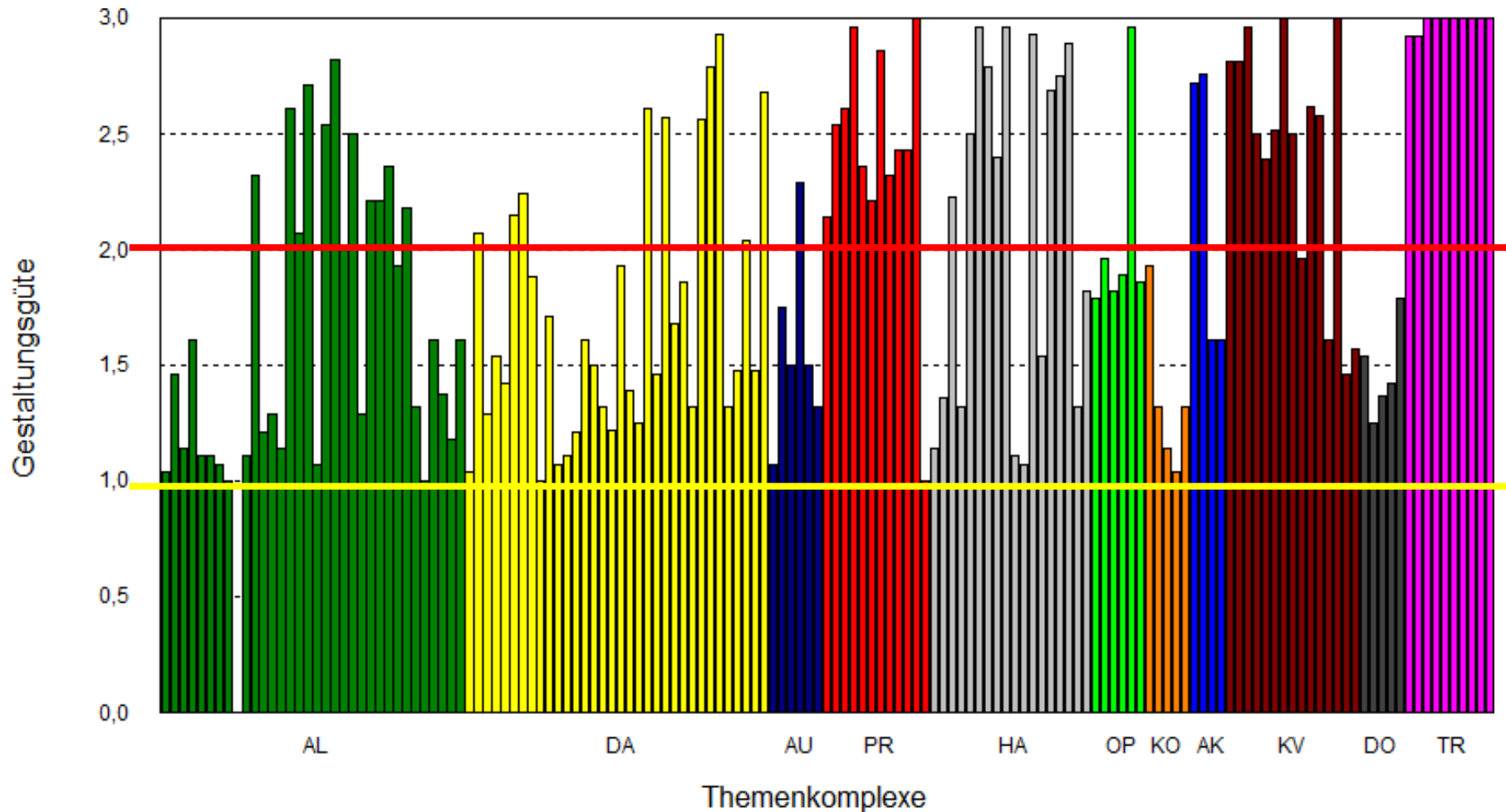


Ergebnisse

- Relative Häufigkeiten der Antwortkategorien je Anlage in Abhängigkeit vom Beurteilerstatus

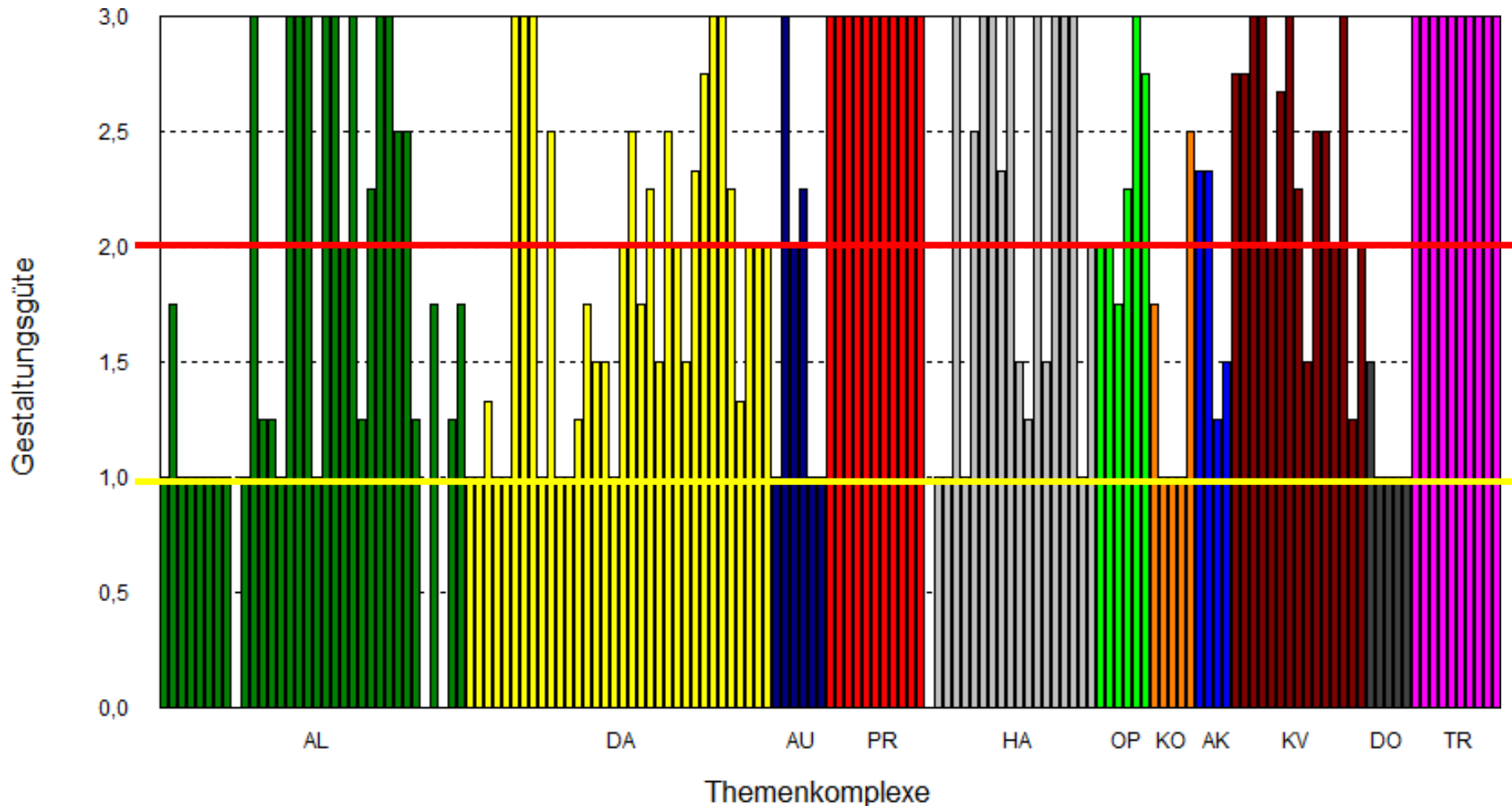


Profil – Mittelwert über alle Anlagen



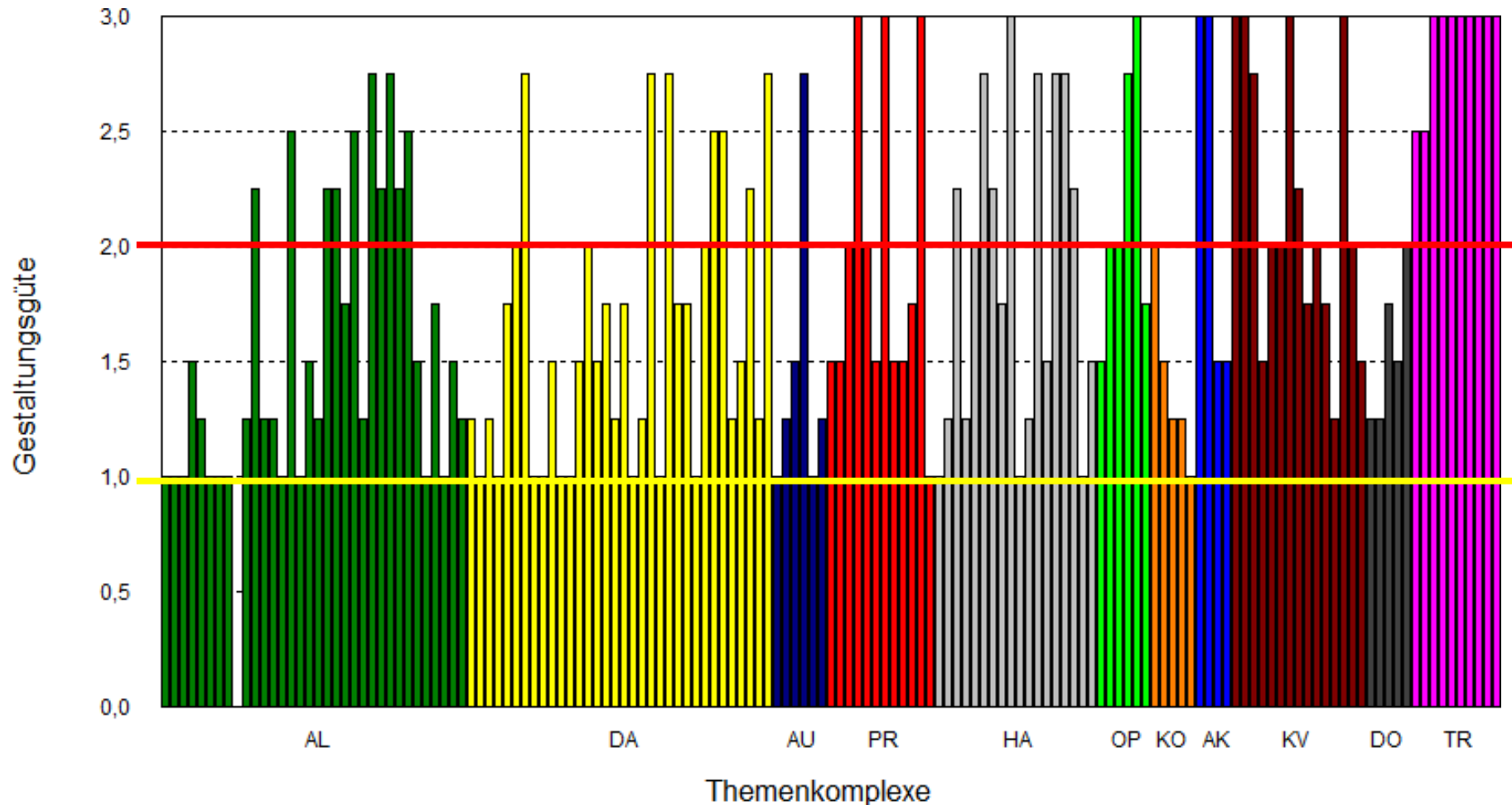
AL = Alarmierung, DA = Darstellung, AU = Aufbau, PR = Priorisierung, HA = Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung, OP = Leistungsbegrenzende Bedingungen im Operateur, KO = Kontrolle, AK = Alarmkultur, KV = Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung, DO = Dokumentation, TR = Training

Profil – Anlage A1



AL = Alarmierung, DA = Darstellung, AU = Aufbau, PR = Priorisierung, HA = Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung, OP = Leistungsbegrenzende Bedingungen im Operateur, KO = Kontrolle, AK = Alarmkultur, KV = Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung, DO = Dokumentation, TR = Training

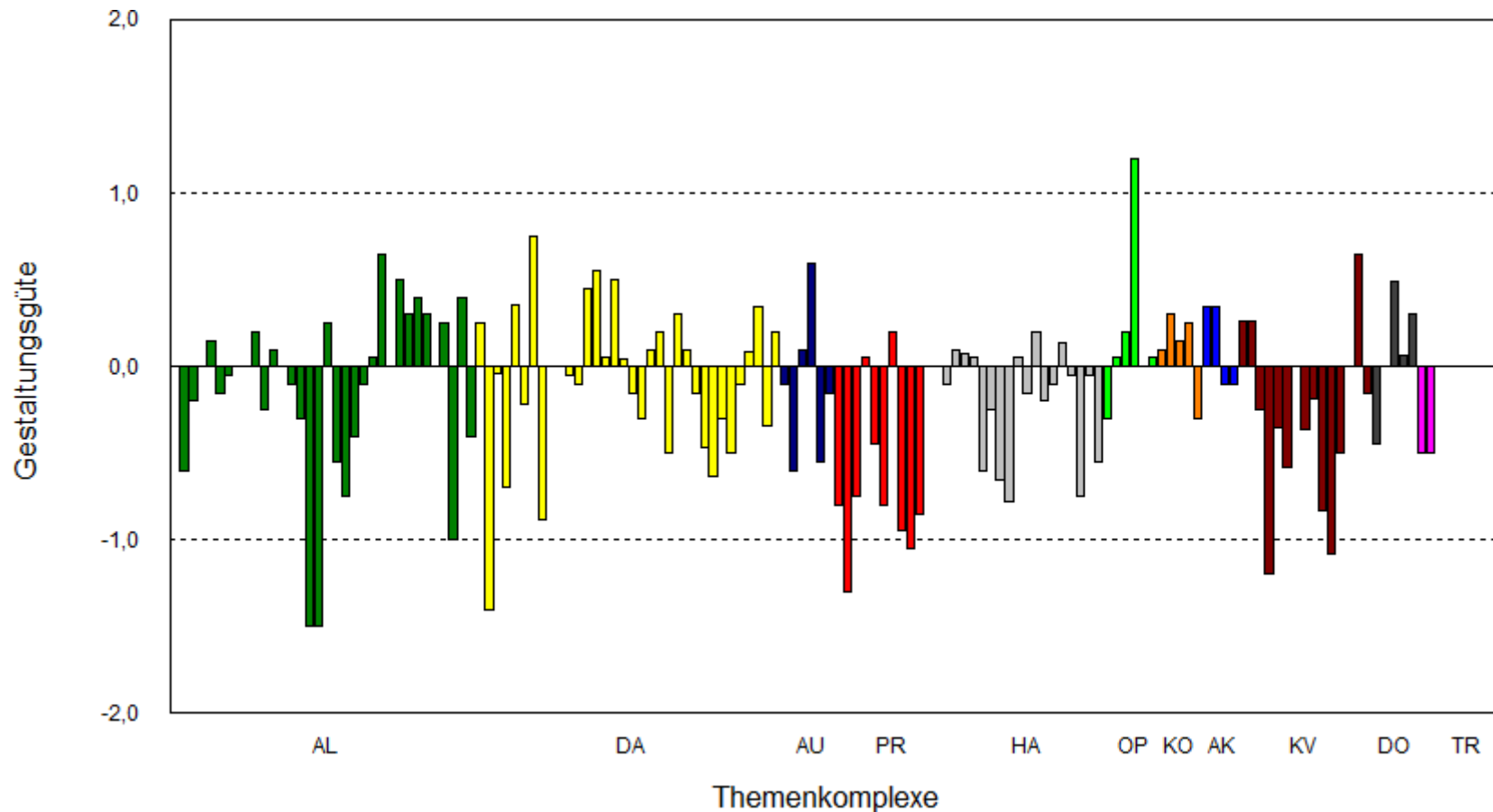
Profil – Anlage E



AL = Alarmierung, DA = Darstellung, AU = Aufbau, PR = Priorisierung, HA = Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung, OP = Leistungsbegrenzende Bedingungen im Operateur, KO = Kontrolle, AK = Alarmkultur, KV = Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung, DO = Dokumentation, TR = Training

- Wert = 3: Beurteilungsmerkmal wurde von allen Beurteilern als „mangelhafter Gestaltungszustand/unsicher“ eingestuft.
Bsp.: Alle vier Beurteiler waren sich einig, dass in der Anlage X weder eine Priorisierung der Alarme (PR) vorgenommen wird noch dass Einführungs- und wiederkehrende Trainings (TR) im Umgang mit Alarmen für die Leitwartenoperateure durchgeführt werden. Durch die Verneinung dieser Filterfragen werden auch die entsprechenden Unterfragen als „mangelhafter Gestaltungszustand“ deklariert und mit „3“ kodiert.
- Wert >2: Beurteilungsmerkmal ist als kritisch anzusehen.
- Werte >1 - 2: Gestaltungszustand ist akzeptabel, aber bessere Lösungen sind denkbar.
- Wert = 1: Beurteilungsmerkmal wird von allen Beurteilern als „sehr guter Gestaltungszustand/sicher“ eingestuft.
- Weiße Lücken: Alle Beurteiler haben den entsprechenden Gestaltungsaspekt als „nicht anwendbar“ eingestuft.

Relativvergleich: Anlage E ↔ Mittelwerte aller Anlagen



AL = Alarmierung, DA = Darstellung, AU = Aufbau, PR = Priorisierung, HA = Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung, OP = Leistungsbegrenzende Bedingungen im Operateur, KO = Kontrolle, AK = Alarmkultur, KV = Ziele, Leistung, kontinuierliche Verbesserung, DO = Dokumentation, TR = Training

Erläuterungen zum Relativvergleich

- In Bezug auf die relative Beurteilung des Alarmsystems und des Alarmmanagements der Anlage Y gegenüber den Systemen der anderen Unternehmen lassen sich folgende Aussagen treffen:

Positive Werte: Alarmsystem schneidet bei diesen Beurteilungsmerkmalen **schlechter** als der Durchschnitt aller Anlagen ab.

Nulllinie: Alarmsystem schneidet bei diesen Beurteilungsmerkmalen **genauso gut** bzw. **genauso schlecht** ab.

Negative Werte: Alarmsystem schneidet bei diesen Beurteilungsmerkmalen **besser** als der Durchschnitt ab.

Schlussfolgerungen

Schwerpunkte defizitärer Gestaltungsmerkmale

- Training im Umgang mit Alarmen
- Priorisierung der Alarme
- Alarmkultur
- Handlungsanleitung, Interaktion und Handhabung
- Ziele, Leistung und kontinuierliche Verbesserungen
- Alarmierung
- Darstellung der Alarme

Aus den eingangs zitierten Berichten

➤ Aus dem HSE-Report 1997

- Es gab zu viele Alarme und diese waren schlecht priorisiert.
- Die Anzeigen im Kontrollraum halfen dem Operateur nicht, zu verstehen, was gerade passierte.
- Es gab kein angemessenes Training für den Umgang mit einer Stress hervorrufenden und fortwährenden Anlagenstörung.

➤ Aus dem CSB-Report 2007

- Kritische Alarme sprachen nicht an.
- Anzeigen lieferten falsche bzw. keinen angemessenen Informationen.
- Hunderte von Alarmen liefen parallel auf.
- Kein angemessenes Training im Umgang mit kritischen Situationen.

Weitere Entwicklungen

- im Rahmen einer Machbarkeitsstudie bewährt
- Weiterentwicklung der vorliegenden Version der Checkliste erscheint erfolgversprechend und ist beabsichtigt
 - Interessenten vorhanden

F2249 – Bildschirmarbeit in Leitwarten*



Handlungshilfen zur
ergonomischen Gestaltung
von Arbeitsplätzen nach der
Bildschirmarbeitsverordnung

*gefördert von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpartnerin für detailliertere Informationen:



Dipl.-Psych. Martina Bockelmann

 martina.bockelmann@gawo-ev.de

 0421/20805407

Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner

 friedhelm.nachreiner@gawo-ev.de

 0441/9501901