

Zur Analyse und Bewertung der Gestaltung von Alarmsystemen in Prozessleitsystemen – Ergebnisse einer generalisierbarkeits- theoretischen Überprüfung des Prototyps einer Checkliste

Martina Bockelmann
Friedhelm Nachreiner
Martin Schütte

59. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
„Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung –
Zukunftsfähigkeit für Produktions- und Dienstleistungsunternehmen“,
27. Februar - 01. März 2013, Krefeld

HINTERGRUND

Ereignisse



Quelle: Spiegel Online, 2010



Quelle: US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 2007



Quelle: BBC News, 2011

Milford Haven (HSE, 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.

Texas City (CSB, 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.

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.

[Quelle: The Institute of Petroleum, o.J.]

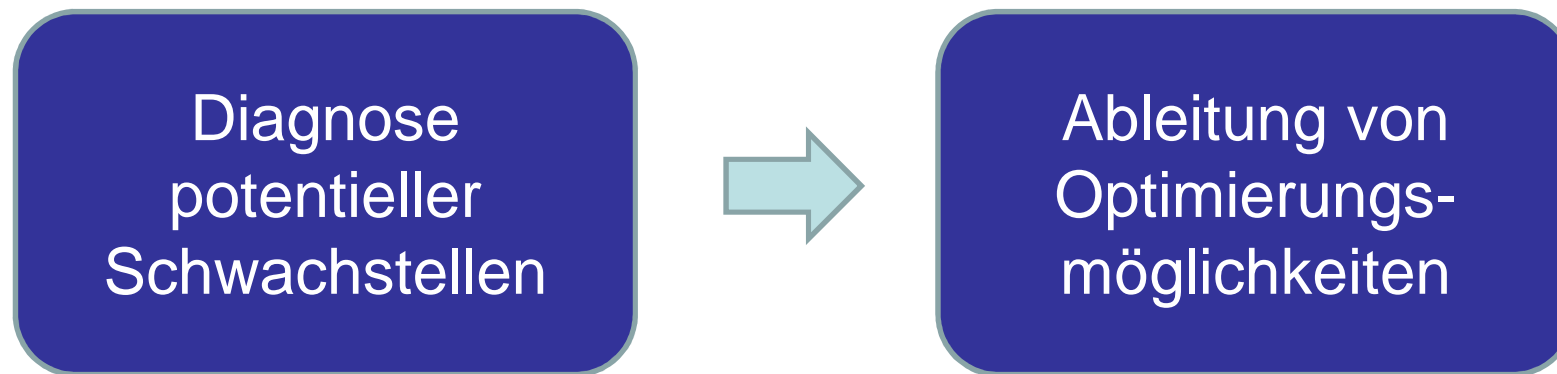
Dies wird besonders in kritischen bzw. Notfallsituationen bedeutsam!

Operateure müssen in wenigen Sekunden so kreativ sein, wie Systementwickler es in Wochen/Monaten sein können.

ZIELSETZUNG DES PROJEKTES

Zielsetzung der Untersuchung

- Entwicklung eines Prototyps einer Checkliste zur Beurteilung von Alarmsystemen inkl. Umgang mit Alarmen unter Berücksichtigung arbeitspsychologischer Aspekte



- Weiterentwicklung zu einem handhabbaren Verfahren, welches reliable und valide Aussagen über die Gestaltungsgüte von Alarmsystemen und des Alarmmanagements ermöglicht, machbar?

Beurteilerstatus- effekt

Kommen betriebliche Experten und arbeitspsychologisch/ergonomisch ausgebildete Experten bei der Beurteilung der Gestaltungsgüte derselben Alarmsysteme mit Hilfe der Checkliste zu gleichen Ergebnissen?

Beurteiler- effekt

Kommen verschiedene Beurteiler (derselben Statusgruppe) bei der Anwendung der Checkliste jeweils zur gleichen Einschätzung der Gestaltungsgüte des beobachteten Alarmsystems?

Effekte der Alarmsysteme, Differenzierungs- fähigkeit

Differenzieren die Beurteilungsmerkmale der Checkliste zwischen Alarmsystemen unterschiedlicher Gestaltungsqualität?

METHODE

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

⇒ **149**
Beurteilungs-
merkmale

Beurteilungsmerkmal (Beispiel)

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

Stichprobe

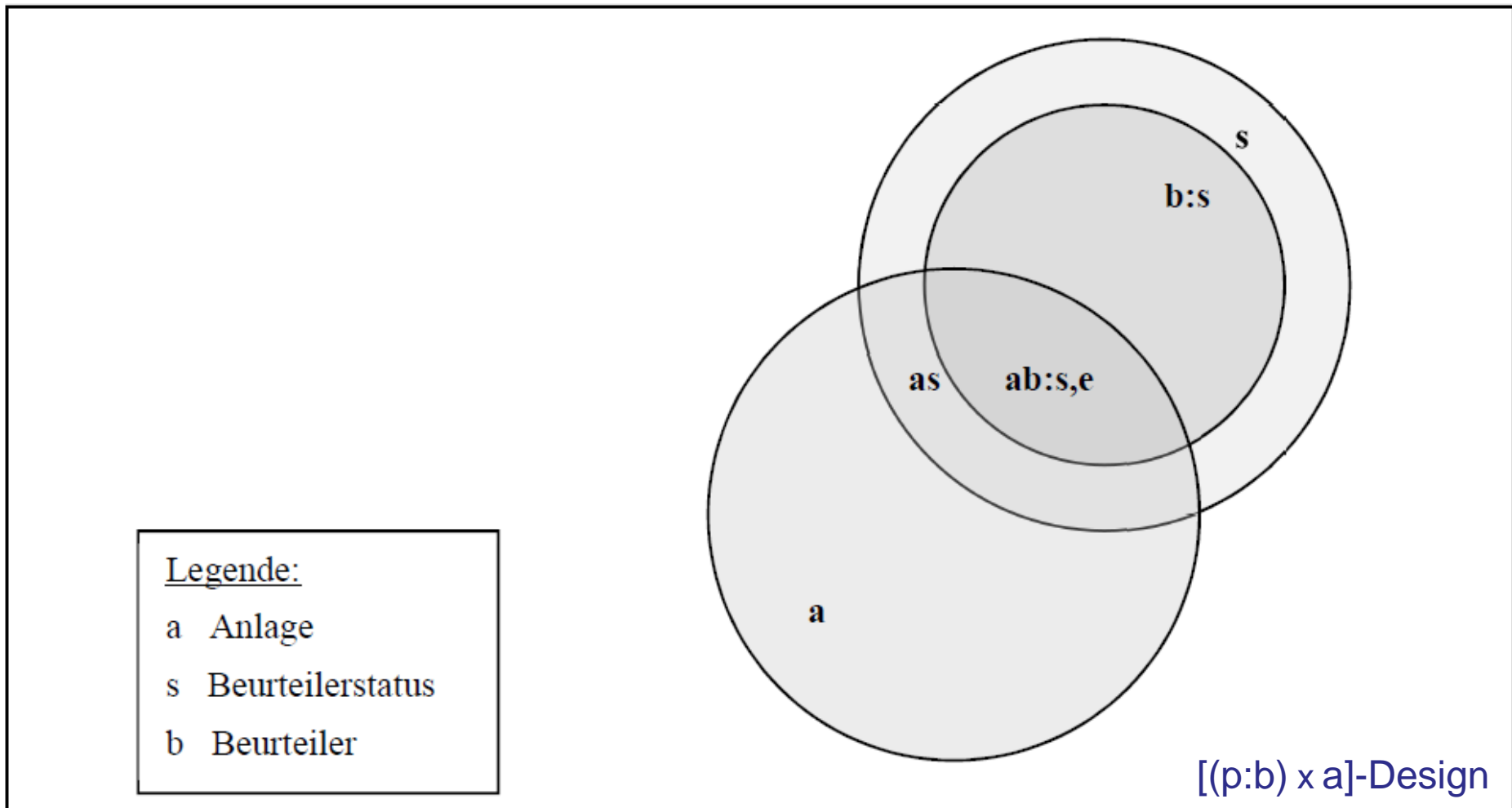


© Bild: GAWO e.V.

3 Unternehmen der chemischen Industrie
7 Prozessleitsysteme
2 Beurteilergruppen
10 Beurteiler (insgesamt)



Venn-Diagramm Unternehmen 1



- Relative Häufigkeiten der Antwortkategorien
- Anlagenprofile und Relativvergleiche
- Beurteilerübereinstimmung
(κ - bzw. κ_W -Koeffizient von Cohen)
- **Generalisierbarkeitstheoretische Analyse
(G-Theorie)**

- Ziel : Analyse der reliabilitätsbeeinflussenden Faktoren
 - z.B. Beurteilerstatus, Beurteiler, Wechselwirkungen
- Klassische Testtheorie versus G-Theorie
 - Klassische Testtheorie: Ermittlung nur einer bestimmten Fehlerquelle
 - G-Theorie: Simultane Schätzung mehrerer (systematischer) Fehlerquellen (und deren Wechselwirkungen) und der interessierenden Zielvarianz
 - mit Hilfe geeigneter Varianzanalysen und Schätzung der Varianzkomponenten
 - Unterscheidung zwischen Zielvarianz (Untersuchungsobjekt), systematischen Fehlerquellen (z.B. Beurteiler) und zufälligen Messfehlern
 - Berücksichtigung von Haupt- und Interaktionseffekten

AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE

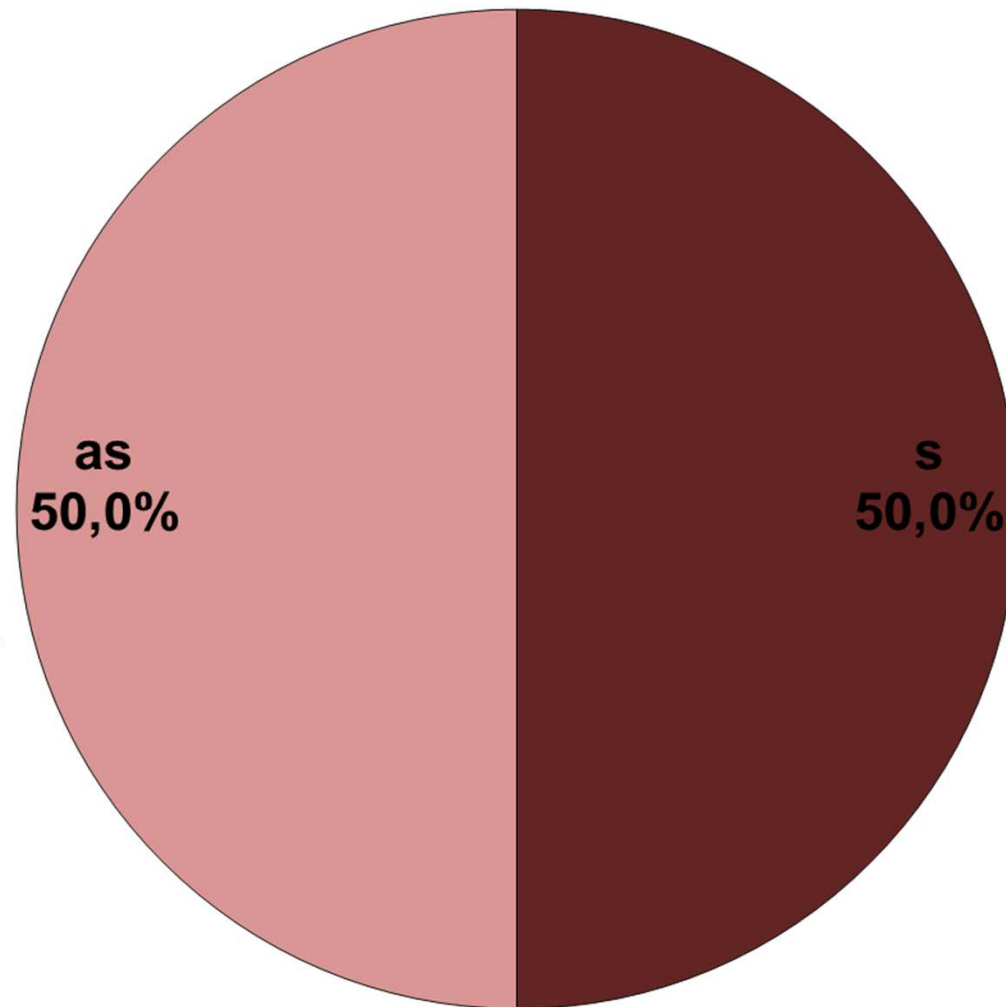
Kommen betriebliche Experten und arbeitspsychologisch/ergonomisch ausgebildete Experten bei der Beurteilung der Gestaltungsgüte derselben Alarmsysteme mit Hilfe der Checkliste zu gleichen Ergebnissen?

- Keine durchgängigen Haupteffekte für die Beurteilerstatusgruppen
 - kein genereller Unterschied zwischen den Beurteilungen der beiden Beurteilergruppen
- Effekte für Beurteilerstatus
 - systematische Unterschiede in der Beurteilung bestimmter Merkmale durch die Beurteilergruppen

Beurteilerstatuseffekt (Beispiel)

„Sind hinter den einzelnen Alarmen Arbeitsanweisungen hinterlegt, die dem Leitwartenoperator als Hilfe dienen, was Schritt für Schritt in dem jeweiligen Fall zu tun ist, d.h. erhält er eindeutige Handlungsanweisungen?“

Beispiel: ...“



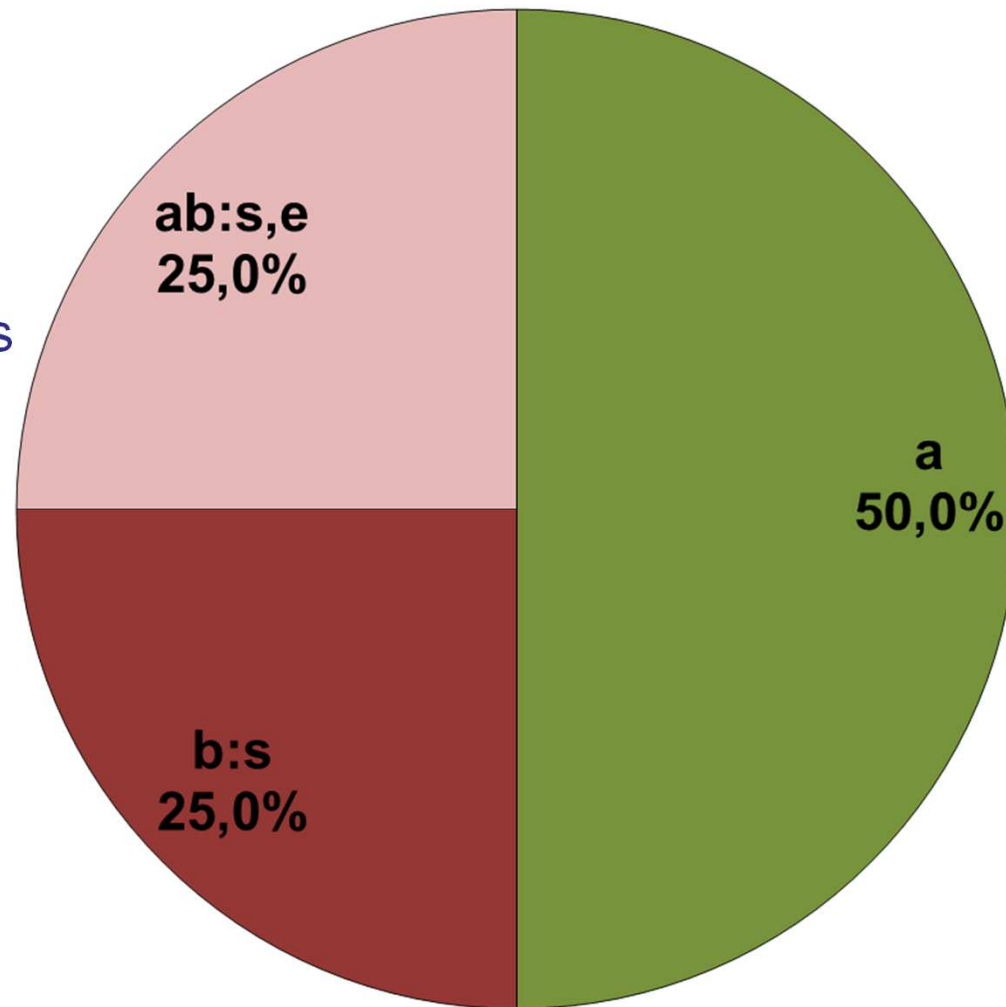
Beurteilereffekt

Kommen verschiedene Beurteiler (derselben Statusgruppe) bei der Anwendung der Checkliste jeweils zur gleichen Einschätzung der Gestaltungsgüte des beobachteten Alarmsystems?

- Keine durchgängigen Haupteffekte für die Beurteiler
 - kein genereller Unterschied zwischen den Beurteilungen
- Effekte für Beurteiler
 - systematische Unterschiede in der Beurteilung spezifischer Merkmale durch die Beurteiler

Beurteilereffekt (Beispiel)

„Gibt es Bildschirme, die fest für die Darstellung von Alarmen reserviert sind, anstelle der Verwendung von Pop-ups für die Alarmlisten?“



Effekte der Alarmsysteme (Zielvarianz)

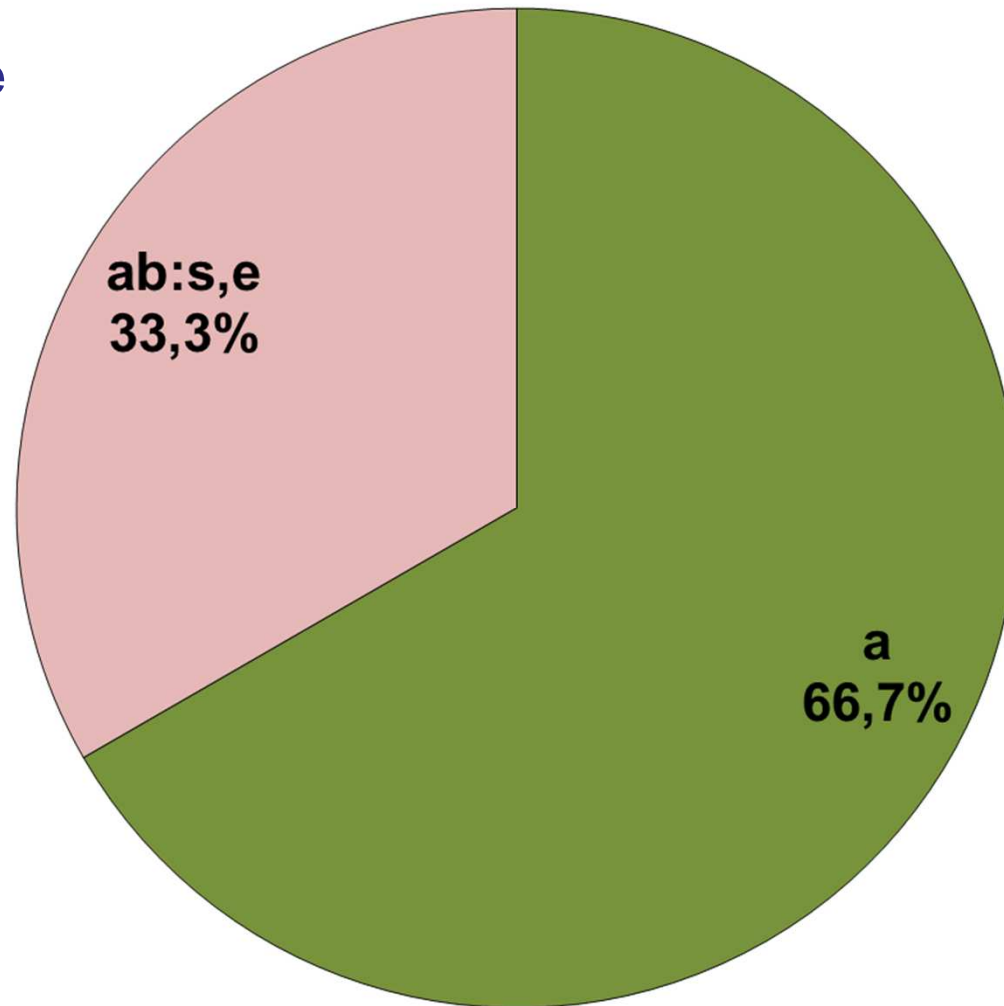
Differenzieren die Beurteilungsmerkmale der Checkliste zwischen Alarmsystemen unterschiedlicher Gestaltungsqualität?

- Ergebnisse der generalisierbarkeitstheoretischen Analyse (bisher nur Anlagen A1, A2 & B):
 - einige Merkmale lassen deutlich anlagenspezifische Varianz erkennen
 - einige Merkmale weisen keine Varianz auf (→ Standard?)
 - unterstützen die Differenzierungsfähigkeit

Effekte der Alarmsysteme (Beispiel 1)

„Ist der Status der Alarme
im Fließbild eindeutig
erkennbar?“

Beispiele für
Zustandsanzeigen: ...“



Effekte der Alarmsysteme (Beispiel 2)

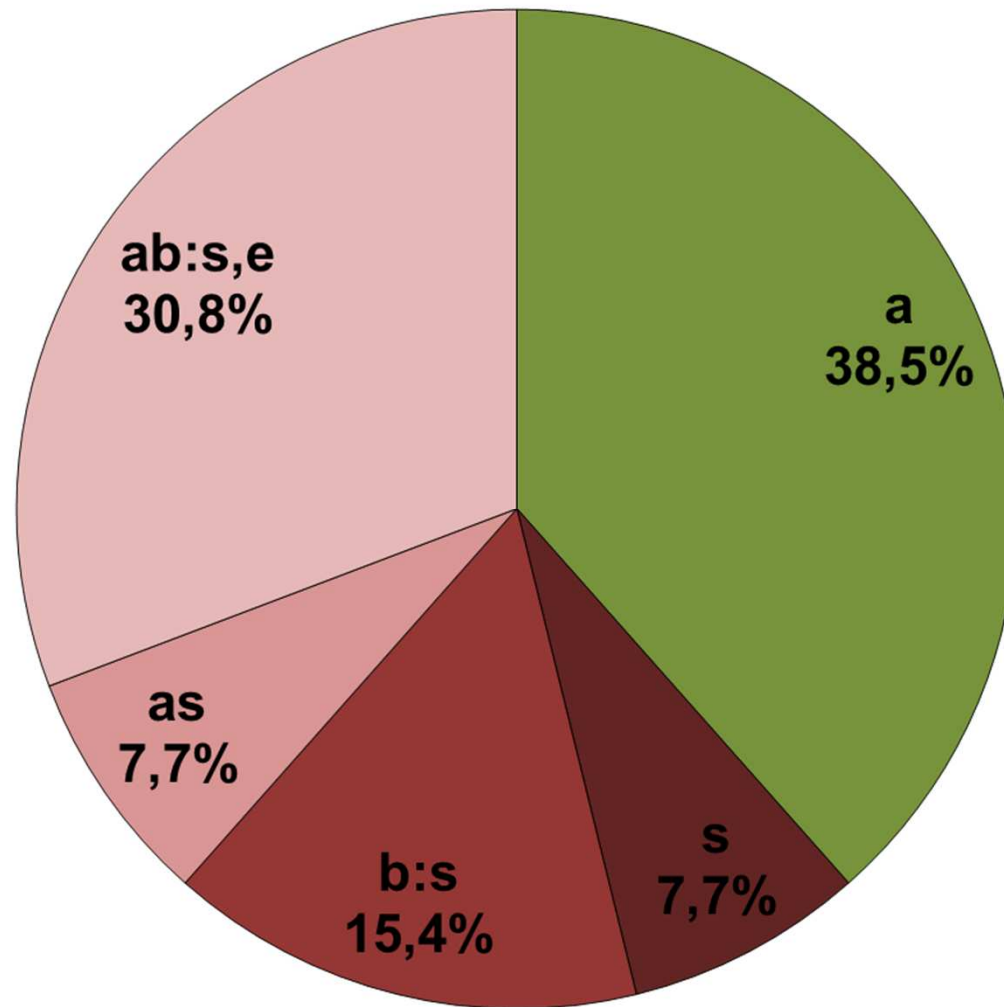
„Wird eine sinnvolle
Alarmprioritätsverteilung
eingehalten?“

Richtwerte:

5 % Priorität ‚hoch‘

15% Priorität ‚mittel‘

80% Priorität ‚niedrig‘ “



FAZIT

Die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie zeigen,

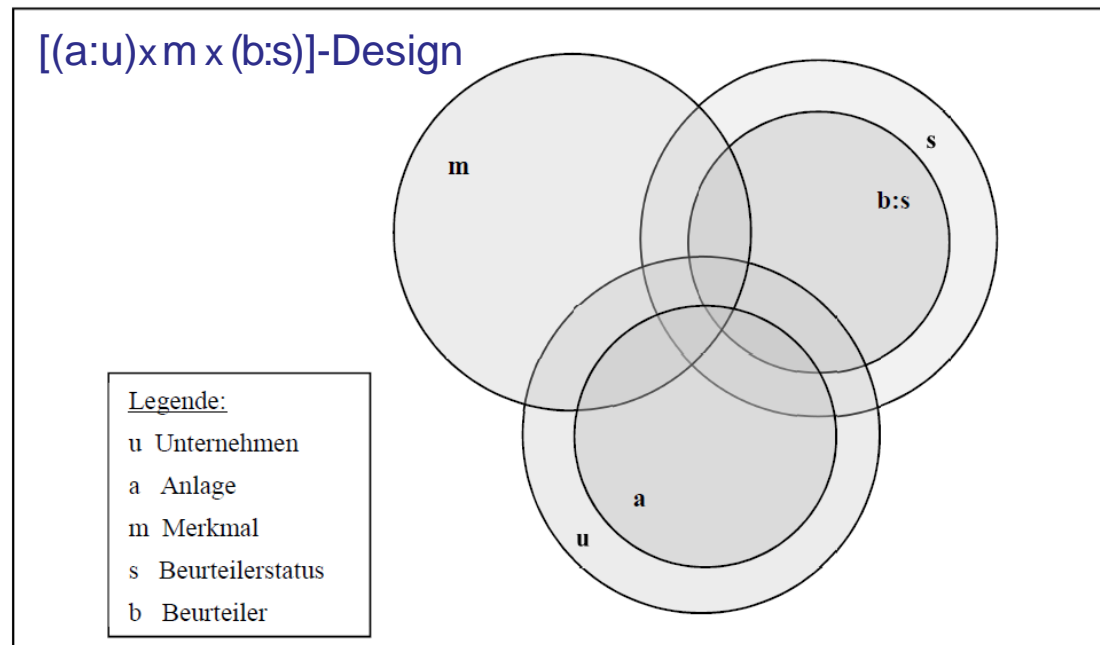
- dass ein geeignetes Instrument entwickelt werden kann,
 - das für Experten als auch für Betriebspraktiker einsetzbar ist, und zwar ohne systematische Verzerrungen zwischen den Beurteilergruppen bzw. Beurteilern (→ geringe Varianz für Beurteilerstatus und Beurteiler)
 - und eine valide und differenzierende Beurteilung der Gestaltungsgüte von Alarmsystemen erlaubt (→ Merkmale mit hoher Zielvarianz).
- dass der vorliegende Prototyp erfolgreich für eine solche (Weiter-) Entwicklung genutzt werden kann.
- dass eine G-theoretische Analyse ermöglicht, die reliabilitätsbeeinflussenden Faktoren (auf sehr ökonomische Weise) zu ermitteln.

Anforderungen für Weiterentwicklung

- Ungeeignete Items löschen, austauschen oder modifizieren
- Größere Anzahl von Anlagen (25-30 Leitwarten)
- Vollständig gekreuztes Design wünschenswert

Problem:

- Personal, Zeit, Kosten
- nicht für betriebliche Experten durchführbar (daher kollabierbares Design erforderlich)



Anforderungen für Weiterentwicklung

- Verschiedene Versionen der Checkliste für unterschiedliche Anwenderpopulationen?
- Training der Beurteiler
- Ausbau der rechnergestützten Hilfefunktion
- Bestimmung der psychometrischen Kennwerte (→ DIN EN ISO 10075-3)
 - über einen generalisierbarkeitstheoretischen Ansatz zur Abschätzung der beurteiler- und bedingungsbezogenen Varianzanteile

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpartner und Informationen:



Dipl.-Psych. Martina Bockelmann

✉ martina.bockelmann@gawo-ev.de

☎ 0421/20805407

Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner

✉ friedhelm.nachreiner@gawo-ev.de

☎ 0441/9501901

Prof. Dr. Martin Schütte

✉ schuette.martin@baua.bund.de

☎ 030/515484100

Copyright:

Das Copyright der Präsentation liegt bei der GAWO e.V.
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und
strafbar.