

Dipl. Umw. Begoña Hermann
SGD Nord
Ref. 21
Begoña.Hermann@sgdnord.rlp.de

„Vermeidung von Fehlbedienung
und Erleichterung **sicheren
Arbeitshandelns**
in der verfahrenstechnischen
Anlage durch Berücksichtigung
der menschlichen
Leistungsmöglichkeiten und –
grenzen bei **Anlagengestaltung
und Arbeitsablaufgestaltung**“

Schnittstelle Mensch-Technik



Schnittstelle Mensch-Technik

Mensch ← Wechselwirkung → Maschine

Informationsmodell

Beispiel

Ursachenbereiche

geeignete Optimierungsansätze

HUMAN FACTORS

Wahrnehmung

Fehlerhaft
hören, sehen

Information
- nicht
gesehen
- nicht gehört

• Anzeigen

• Meldungen

→ Gestaltung

• Unterlagen

Denken

Fehlinterpretation
Gedächtnisfehler

Information
- falsch
zugeordnet
- vergessen

• Arbeitsabläufe

• Kommunikation

→ Arbeitsabläufe

Handeln

Falsches
Bedienelement
betätigt/ fehlerhaft
betätigt

- Bewegungs-
koordination
- Handhabung

• Bedienelemente

• Anlagenteile

→ Schulung

• Hilfsmittel

• Umgebung

→ Technik

Informationsaufnahme

- Flimmerfreiheit des Bildschirms
- Vermeidung von Reflexionen
- ausreichende Helligkeit
- ausreichender Kontrast
- ausreichende Zeichengröße
- Gebrauch mehrerer Sinne
- geeigneter Abstand zwischen Signalen
- Farbdiskriminierung
- redundante Kodierung
- angepasste Signal-Rausch-Unterscheidung

Informationsverarbeitung

- Automatiebene → Hohe Verarbeitungskapazität
- Bewusstseinssebene → Geringe Verarbeitungskapazität

Probleme des Menschen

- Umgang mit verzögerten Reaktionen
- Umgang mit verzögerten Rückkopplungen
- Umgang mit nicht-linearen Funktionen
- Zusammenschau von Teilinformationen

Informationsumsetzung

- kompatible Stellteilgestaltung
- Kompatible Anordnung der Stellteile
- Sicherung von Stellteilen gegen unbeabsichtigte Betätigung
- Einüben von Handlungen/ Handlungsabfolgen

Schnittstelle Mensch-Technik

Verhalten des Menschen in Notfallsituationen

- Selbstreflexionen reduzieren sich
- geplantes, systematisches Vorgehen reduziert sich
- mit steigender Fehlerzahl sinkt die Selbstkontrolle
- man will die Gefahrensituation (zu) schnell hinter sich bringen
- steigendes Risikoverhalten (Kampf statt Flucht)
- zunehmende Regelverstöße
- Verhaltensziele werden weniger konkret → mehr und mehr unverbundene Einzelhandlungen



statt intellektuelles Durchdenken ist die Benutzung eines „programmierten“ Reaktionsinventars gefordert

Schnittstelle Mensch-Technik

1. Mangelhafte Verfahrensanweisungen
2. Ungeeignete, nicht bedienbare oder irreleitende Instrumentierung
3. Ungenügendes Wissen
4. Prioritätenkonflikt
5. Ungenügende Kennzeichnung (fehlend, falsch, irreführend)
6. Ungeeignete Rückmeldung (Reaktion des Systems auf Eingriffe hin)
7. Diskrepanz zwischen Vorgabe und Praxis
8. Funktionsuntüchtige Ausrüstungsteile
9. Mangelhafte Kommunikation
10. Mangelhaftes Layout
11. Verletzung von Bevölkerungsstereotypen
12. Überempfindliche Kontrollinstrumente
13. Mental überbeanspruchende Aufgaben
14. Gelegenheit zum Irrtum
15. Ungeeignetes Werkzeug
16. Schlampigkeit und Unordnung
17. Ausgedehnte, ereignislose Überwachungstätigkeit
18. Computerkontrollfehler
19. Ungeeignete physische Ein-/Beschränkungen
20. Aussehen/ Attraktives Äußeres auf Kosten der Funktionalität

Schnittstelle Mensch-Technik

Unzureichende, nicht betriebsgerechte oder irreführende Instrumentierung

☞ *Beispiel 4*

Ein Mitarbeiter vergaß, beim Befüllen einer Betriebseinheit mit einem Monomer das Luftauslassventil zu öffnen. Es wurde zwar bemerkt, dass das Befüllen langsamer ablief als gewöhnlich, aber es wurde vermutet, dass die Durchflussanzeige der Befüllpumpe fest hing, weil das auch schon bei vorherigen Befüllvorgängen ein Problem war.

Als die Pumpe schließlich ihren Maximaldruck von 620 kPa erreichte, reagierten die komprimierte Luft und das Monomer heftig miteinander, und die Betriebseinheit wurde durch die folgende Explosion zerstört. Keiner der Mitarbeiter bemerkte den Druckaufbau, da die Druckmessgeräte für den normalen Betriebsdruck von 5000 – 7000 kPa ausgelegt waren, und Drücke unterhalb von 1700 kPa nicht anzeigten.

Schnittstelle Mensch-Technik

Prioritätskonflikte

☞ *Beispiel 9*

Ein Arbeiter erkannte den steigenden Druck in einem Polymerisationsreaktor, doch er sträubte sich dagegen die Abstopperlösung zuzuführen, da es Tage dauern würde, diese wieder aus dem System zu entfernen. Erst nachdem er alle anderen Möglichkeiten wie das Verringern der Zuflüsse und die Steigerung der Kühlung erfolglos ausgeschöpft hatte, setzte er den Abstopper zu, aber es war zu spät, die durchgehende Reaktion zu verhindern.

Schnittstelle Mensch-Technik

Unzureichende Kennzeichnung

☞ *Beispiel 11*

Ein nicht gekennzeichneter Hochspannungsrektifikator für eine elektrochemische Zelle wurde zur Routinekontrolle isoliert.

Der Elektriker verließ den Bereich, um zusätzlich benötigte Werkzeuge zu holen, kehrte zurück und setzte seine Arbeit fälschlicherweise an einem ähnlichen, ebenfalls ungekennzeichneten Rektifikator fort. Der Elektriker wurde durch den Stromschlag getötet.

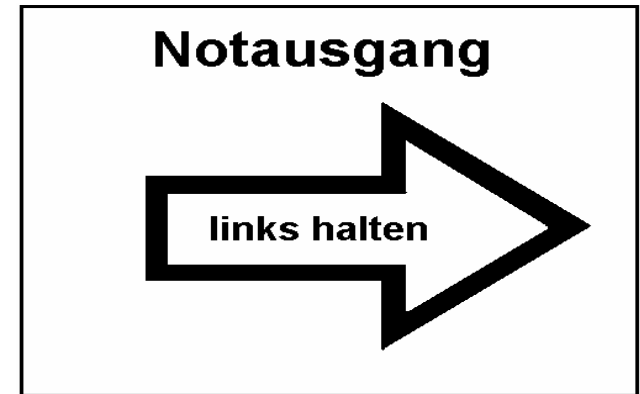
Schnittstelle Mensch-Technik

Unzureichende Kennzeichnung

☞ Beispiele 13

Für den Fall des Austritts giftiger Gase leitete das am Ende eines Flurs befindliche Schild die flüchtenden Mitarbeiter in den Korridor **rechter** Hand, und wies zusätzlich darauf hin, sie sollten sich auf der **linken** Seite des Korridors halten, um den eintreffenden Rettungskräften einen klar erkennbaren Weg in das Gebäude offen zu halten.

Als ein Notfall eintrat, starben mehrere Mitarbeiter bei dem Versuch, durch den **linken** Korridor zu entkommen, da das Hinweisschild zuviel Informationsverarbeitung für die unter Zeitdruck stehenden Flüchtenden erforderte.



Schnittstelle Mensch-Technik

Ausgeschaltete Ausrüstung

☞ *Beispiel 18*

Der Füllstandsalarm war in einen Auffangbehälter abgerutscht und alarmierte deshalb **jedes Mal**, wenn die Behälterpumpe an- und abschaltete. Um dem **ständigen** Alarm zu entgehen, klebte der zuständige Arbeiter den Bestätigungsknopf fest. Allerdings wurden dadurch alle akustischen Alarmsignale unterdrückt, so dass ein später auftretender Alarm wegen zu hoher Betriebstemperatur nur ein optisches Signal hervorrief, welches übersehen wurde, so dass große Mengen toxischer Gase entweichen konnten.

Schnittstelle Mensch-Technik

Kommunikationsmängel

☞ *Beispiel 22*

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 nicht ihre Handlungen mit dem Kontrollraum **abstimmen**, und Versuche das Leck zu schließen waren nicht erfolgreich, so dass am Ende noch größere Gasaustritte stattfanden.

Schnittstelle Mensch-Technik

Mängel in der Übersichtlichkeit

☞ *Beispiel 24*

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.

Schnittstelle Mensch-Technik

Übersensible Steuerinstrumente

☞ *Beispiel 28*

Ein Mitarbeiter **versuchte** einen Notstopp seiner Anlage durch Herabsetzen der Durchflussrate für Wasserstoff auf 0.

Das 30 cm- Ventil schloss sich schlagartig, und der ausgelöste hydraulische Schlag riss die Zuleitung von der angeschlossenen Destillationsanlage ab. Die austretende Wasserstoffwolke verpuffte und verursachte Sachschaden.

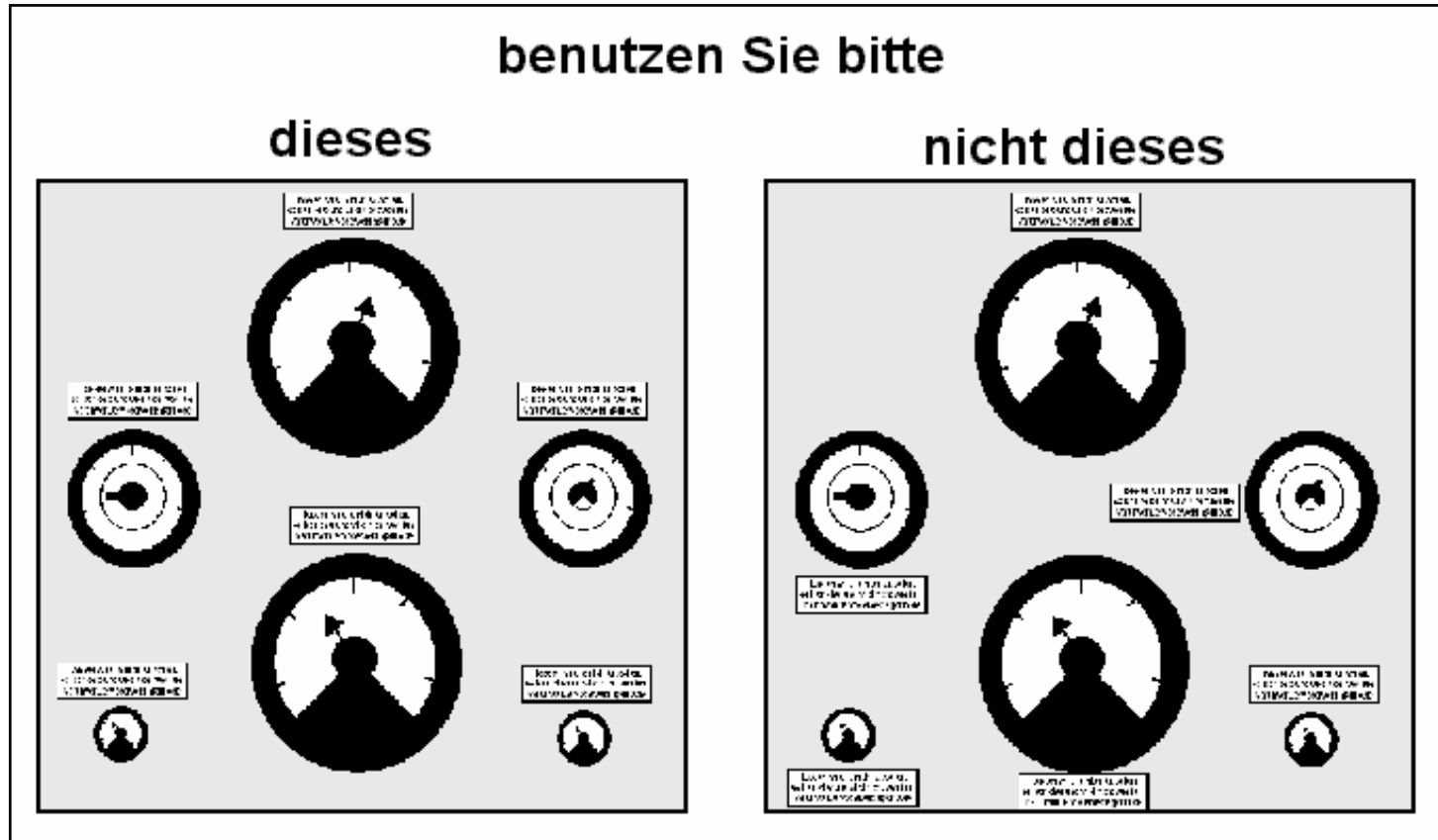
Schnittstelle Mensch-Technik

Gelegenheiten, Fehler zu begehen

☞ *Beispiel 30*

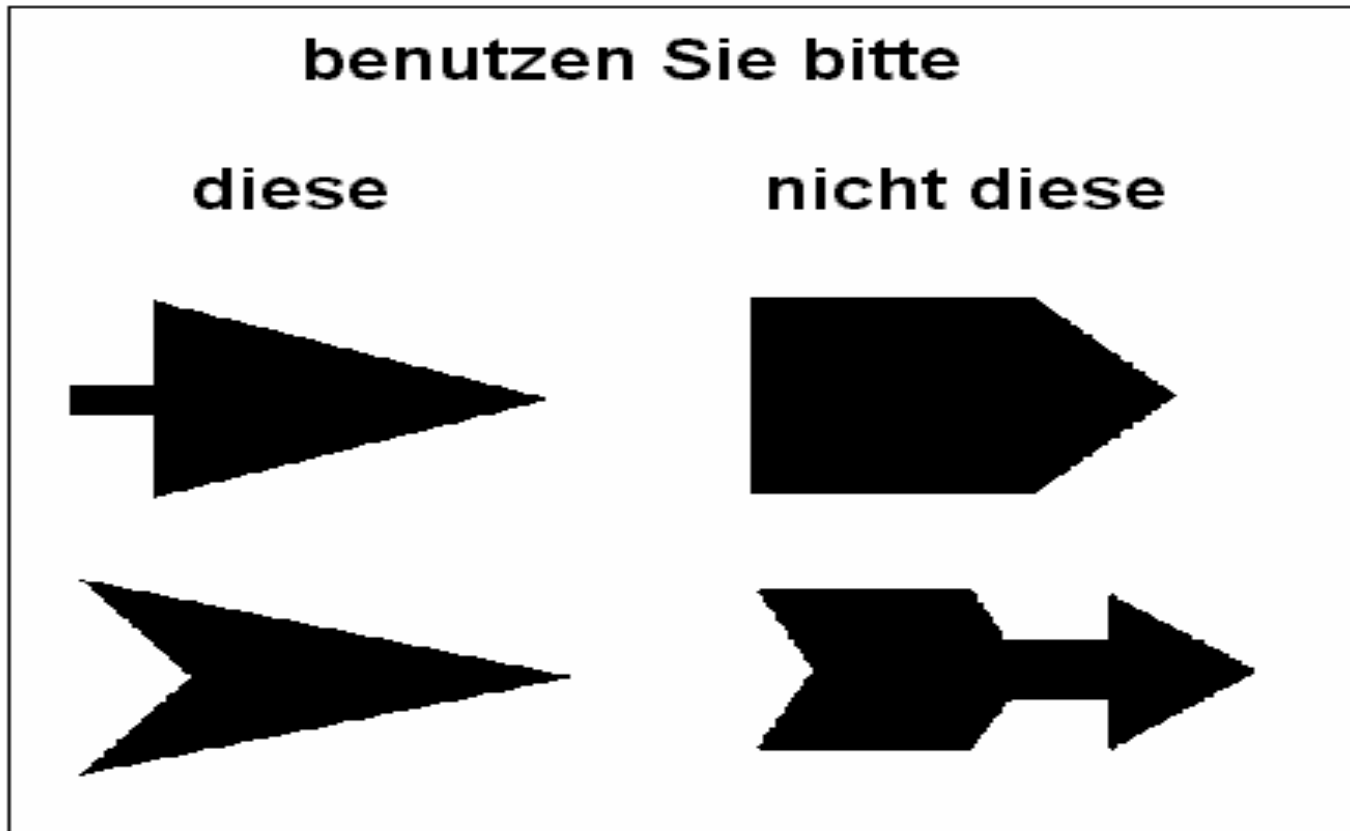
Arbeiter mussten während einer 8-Std.-Schicht an ihrem Arbeitsplatz rd. 100 Ventileinstellungen zur Produktion von Harz überprüfen. Nach ca. einem Jahr Produktion explodierte der Reaktor, nachdem ein Ventil offen gelassen wurde, was zu einer durchgehenden Reaktion führte.

Schnittstelle Mensch-Technik



Beschriftungsfelder für Schalter und Anzeigen

Schnittstelle Mensch-Technik



Benutzung von Pfeilen mit engem Verhältnis von Breite zu Länge

Schnittstelle Mensch-Technik

A U S G A N G



Dieses Schild
ist leichter zu lesen
als dieses!



A
U
S
G
A
N
G

Bevorzugt horizontale statt vertikale Beschriftung

Schnittstelle Mensch-Technik

Vorgehensweise bei einer Inspektion mit dem Schwerpunkt Mensch - Technik - Schnittstelle

0. Vorbesprechung mit dem Schichtpersonal
1. Beobachtungsphase/n
2. Ursachenanalyse und -kategorisierung
3. Verbesserungsvorschläge abstimmen und implementieren
4. Nachkontrolle