

## **Benutzungsschnittstellen elektronischer Steuerungen maschinentechnischer Arbeitsmittel der Veranstaltungstechnik**

Peter NICKEL

*Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Auf Bühnen und in Studios dauert der Umbruch von analogen zu digitalen Benutzungsschnittstellen der Veranstaltungstechnik an, technische Anlagen mehrerer Generationen werden gleichzeitig betrieben und eine Integration von Erkenntnissen aus Human Factors und Ergonomie erscheint fragmentiert und wenig augenfällig. Eine Durchsicht von national und international einschlägiger Literatur, Normung und Informationsschriften gibt zum Themengebiet wenig spezifische Hinweise. Orientiert an Aufgaben-, Interaktions- und Informationsschnittstellen aus Human Factors und Ergonomie werden Erkenntnisse aufgezeigt, die Gestaltungs- und Bewertungsprozesse für Arbeitssysteme in diesem Bereich der Veranstaltungstechnik verankern können.

**Schlüsselwörter:** Mensch-System-Interaktion, Aufgabenschnittstelle, Interaktionsschnittstelle, Informationsschnittstelle, Arbeitsschutz, Informationsverarbeitung

### **1. Einleitung**

Eine zunehmende Digitalisierung und Automatisierung beeinflusst die Gestaltung von Benutzungsschnittstellen von Maschinen und technischen Anlagen nicht nur in der industriellen Produktion. Im Bereich von Bühnen und Studios dauert ein Wandel von analogen zu digitalen Benutzungsschnittstellen der Veranstaltungstechnik an, technische Anlagen und Geräte mehrerer Generationen werden gleichzeitig betrieben und Hinweise auf Erkenntnisse aus Human Factors und Ergonomie zum menschengerechten Gestalten von Schnittstellen erscheinen wenig augenfällig.

Im genannten Arbeitsbereich werden mithilfe von Benutzungsschnittstellen maschinentechnische Einrichtungen überwacht und gesteuert, die zu technischen Anlagen und Betriebsmitteln in Veranstaltungs- und Produktionsstätten gehören (z. B. Theater, Freilichtbühnen, Studios, Szenenflächen). So werden dazu in jüngerer Zeit etwa in Theatern auch Steuerpulte eingesetzt, über die z. B. Beleuchtungsbrücken, Punkt- und Prospektzüge, Bühnentore, Drehbühnen, Orchestergraben der Ober- und Untermaschinerie verfahren werden (vgl. DGUV Regel 115-002). Mit Steuerpulten für die Beleuchtungs- und Tontechnik werden zwar Ober- und Untermaschinerie nicht angesteuert, allerdings können damit mittlerweile z. B. einzelne Scheinwerfer oder Lautsprecher direkt angesteuert und in der Halterung verfahren werden. Anforderungen an eine menschengerechte Gestaltung von Benutzungsschnittstellen aus Human Factors und Ergonomie sind für solche Steuerpulte oder auch andersartige Anzeigen und Stellteile relevant und für Arbeitsaufgaben und ihre Ausführungsbedingungen (z. B. DIN EN ISO 6385, Hacker & Sachse 2014) zu spezifizieren.

## 2. Methode

Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen für solche Benutzungsschnittstellen sind in national und international einschlägiger Fachliteratur aus Human Factors und Ergonomie dokumentiert (z. B. Schmidtke & Jastrzebska-Fraczek 2013, Lee et al. 2017). Die Inhalte bleiben allerdings meist allgemein und sind für den Arbeitsbereich von Bühnen und Studios zu konkretisieren. Grundsätzlich wird ein arbeitswissenschaftlicher Gestaltungsprozess am Konzept der Arbeitssystemgestaltung (z. B. DIN EN ISO 6385) ausgerichtet, schließt eine Aufgabenanalyse, -bewertung und -gestaltung ein und berücksichtigt für Benutzungsschnittstellen vorhandene arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zur Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen.

Ähnlich ist die Situation in der nationalen und internationalen Normung, mit Angaben in allgemeiner (z. B. Reihen DIN EN 614 und 894, DIN EN ISO 10075-2) und spezieller (z. B. DIN EN 17206) Form. So werden arbeitswissenschaftliche Prinzipien zur Gestaltung von Aufgaben-, Interaktions- und Informationsschnittstellen in Normen vorgestellt und erläutert. Spezifische Normen aus dem Bereich der Veranstaltungstechnik benennen einige Beispiele für Gefährdungen und Risikoursprung, z. B. durch eine mangelnde Berücksichtigung ergonomischer Aspekte der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen.

In der Normung deutet sich auch die enge Verbindung von Gestaltungsanforderungen aus Human Factors und Ergonomie mit jenen des Arbeitsschutzes an, da die Umsetzung vieler Anforderungen auf Hersteller- und Betreiberseite im Rahmen von Risiko- als auch Gefährdungsbeurteilung (DIN EN ISO 12100, TRBS 1111) einbezogen werden müssen. Offensichtlich wird diese Verzahnung durch rechtsverbindliche Anforderungen der DGUV Vorschriften 17 und 18 für Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung, die durch die DGUV Regel 215-002 konkretisiert und erläutert werden. Als Beispiel sei hier verwiesen auf die Sicherung der Ober- und Untermaschinerie gegen unbeabsichtigte Bewegungen, die konstruktiv zu verhindern sind. Einbezogen sind Maßnahmen zur sicheren Bedienung, die eine Auslegung von Anzeigen und Stellteilen an Prozessen menschlicher Informationsverarbeitung erfordern und damit auf Erkenntnisse aus Human Factors und Ergonomie zurückgreifen. (z.B. DGUV Regel 215-002, 2018, 18)

## 3. Ergebnisse

Vereinfacht und verkürzt dargestellt, weist der Umfang von Bildschirmarbeit auf einen Wandel von analogen zu digitalen Benutzungsschnittstellen der Veranstaltungstechnik hin. Im Bereich von Bühnen und Studios existieren beide Formen der Schnittstellentechnik parallel so, dass z. B. die Bühnentechnik noch analog über Seilzüge und die Beleuchtungstechnik digitalisiert über Beleuchtungspulte gefahren werden. Wegen spezifischer Aufgaben und daran ausgerichteten Ausführungsbedingungen ergeben sich für diesen Bereich der Bildschirmarbeit auch Anforderungen an die Gestaltung aus Human Factors und Ergonomie, die über jene für den Büro- und Verwaltungsbereich hinausgehen.

Aufgaben wie Textverarbeitung und Kalkulation im Büro- und Verwaltungsbereich sind meist nicht an einen spezifischen Arbeitsplatz gebunden und können jederzeit unterbrochen werden. Sie werden nach Inhalt, Struktur und Zeit relativ weniger durch externe Prozesse beeinflusst.

Durch andersartige Aufgaben ergeben sich etwa in der Prozessindustrie auch andere Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirmarbeit und Benutzungsschnittstellen. Eine Überwachung und Steuerung von Prozessen ist häufig an einen spezifischen Arbeitsplatz in einer Leitwarte gebunden, diese Aufgaben sind ununterbrochen (ggf. durch wechselnde Personen) zu bearbeiten und werden nach Inhalt, Struktur und Zeit relativ stark durch externe z. B. verfahrenstechnische Produktionsprozesse beeinflusst (Bockelmann et al. 2012).

Beide Einflüsse finden sich im Bereich der Bildschirmarbeit von Bühnen und Studios. Für Bühnenaufführungen werden etwa Stacks für das Beleuchtungsdesign sowie Sets für die Bühnentechnik aufwendig entwickelt, abgestimmt und programmiert. Zeitgebunden und parallel zur Aufführung wird dann das Abfahren überwacht und gesteuert. Zur Studioarbeit gehört etwa das Schneiden, Mischen und Untertiteln von Aufzeichnungen an Schnittplätzen. Zeitgebunden und an Kameraschaltungen orientiert, werden in der Regie Sendungen über die Dauer der Programmabwicklung kontinuierlich überwacht und gesteuert. Durch etwa im Büro- und Verwaltungsbereich andersartige Aufgaben ergeben sich wiederum andere Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirmarbeit und Benutzungsschnittstellen.

Anforderungen aus Human Factors und Ergonomie an die Gestaltung maschinentechnischer Arbeitsmittel zur Überwachung und Steuerung beziehen sich zunächst auf die Aufgaben- und nachfolgend auf die Interaktions- und die Informationsschnittstellen (z. B. DGUV Information 215-450). Ein Wandel hin zu Benutzungsschnittstellen elektronischer Steuerungen maschinentechnischer Arbeitsmittel der Veranstaltungstechnik führt zu veränderten Arbeitsaufgaben der Beschäftigten, die nach einschlägigen Prinzipien der Aufgabengestaltung auszulegen sind (z. B. Vollständigkeit, Handlungsspielraum; vgl. DIN EN 614-2, DGUV Information 215-450).

Nach einem der Prinzipien der Aufgabengestaltung, der „Bewertbarkeit“ (z. B. DIN EN 614-2), müssen Qualität und Quantität der Aufgabenerfüllung vom Beschäftigten selbst bewertet und ggf. modifiziert werden können. Während bisher Züge als einem Teil der Bühnentechnik über Seile von verschiedenen Beschäftigten während Aufführungen per Ansage gefahren wurden, war der Bewegungsbereich von Zugstangen im Bühnenbereich durch den jeweiligen Beschäftigten nicht immer einzusehen (siehe Abbildung 1, rechte Seite). Die Umstellung auf Benutzungsschnittstellen elektronischer Steuerungen maschinentechnischer Arbeitsmittel der Veranstaltungstechnik führt nun dazu, dass alle Bewegungen der Ober- und Untermaschinerie über mobile und/oder festinstallierte Pulte überwacht, gesteuert und gefahren werden (siehe Abbildung 1, linke Seite). Dabei ändern sich die Aufgaben, wodurch wiederum der Anteil physischer Belastung der Beschäftigten abnimmt und der der psychischen Belastung zunimmt. Von einem festinstallierten Galeriepult können die Bühne von oben über das Galeriegeländer per Direktsicht und über Monitore (wie oben rechts in Abbildung 1) indirekt eingesehen werden, vorprogrammierte Sets abgefahren und ggf. korrigierend z. B. über Bremstasten oder im Falle von Gefahr im Verzug über einen Nothalt eingegriffen werden.

Nach dem Prinzip der Interaktionsgestaltung „Erwartungskonformität“ (z. B. DIN EN 894-1) müssen Funktion, Bewegung und Lage der Elemente von Stellteilen und Anzeigen den Erwartungen der Beschäftigten entsprechen und dabei Populationsstereotype aufgreifen. Während bisher Seilzüge nummeriert an der Galeriewand entlang angeordnet waren, sich aber auf verschiedene z. B. Stangen- und Prospektzüge der Obermaschinerie bezogen, wird eine bühnentopographische Abbildung der Züge auf dem

Pultmonitor möglich, eine gezielte Anwahl über das Touchdisplay des Pults gestattet und die Überwachung der Zugfahrt mit Sicht von oben auf die Bühne erleichtert.

Nach dem Prinzip der Informationsgestaltung „Entdeckbarkeit“ (vgl. DIN EN 894-4) müssen dargestellte Informationen schnell und eindeutig wahrgenommen werden können. Kennzeichnungen für die verschiedenen Seilzüge auf dem Monitor des Pults sollten in etwa 20' Bogenminuten Schrifthöhe und leserlich dargestellt, klar voneinander unterscheidbar und möglichst in erwarteten Bereichen der Anzeige erscheinen (vgl. DIN EN 894-2). Die Entdeckbarkeit kann im vorliegenden Beispiel unterstützt werden, wenn die Monitoreinigung eine Draufsicht im rechten Winkel erlaubt und eine den Arbeitsumgebungsbedingungen angemessene Negativdarstellung verwendet wird.



**Abbildung 1:** Auf der Arbeitsgalerie an Laufschiene montiertes Pult zum Fahren der Ober- und Untermaschinerie der Oper Bonn [Foto: Peter Nickel]

#### 4. Diskussion

Ausgerichtet am Konzept der Arbeitssystemgestaltung und einer Gestaltung, die auf Schnittstellen durch Aufgabenstellungen, Interaktionen und Informationsaustauschprozessen ausgelegt ist (DIN EN ISO 6385), können auch für den Bereich der



Veranstaltungstechnik viele Erkenntnisse aus Human Factors und Ergonomie nutzbar gemacht werden. Anforderungen an eine Gestaltung und Bewertung von Schnittstellen und auch geeignete Lösungsansätze können so für das breite Spektrum von Aufgaben entwickelt werden, für die dann Benutzungsschnittstellen elektronischer Steuerungen maschinentechnischer Arbeitsmittel der Veranstaltungstechnik abgeleitet werden.

Derzeit muss der in der Normung (z.B. DIN EN 17206) und dem Regelwerk der Unfallversicherungsträger (z.B. DGUV Regel 115-002) aufgenommene Umfang an arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen aus Human Factors und Ergonomie als fragmentiert und wenig augenfällig bezeichnet werden – insbesondere im Vergleich zu den bereits vorhandenen und relevanten Erkenntnissen für diesen Bereich der Veranstaltungstechnik. Daher wird ein aktiver und konstruktiver Einfluss arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in der zukünftigen Arbeitswelt benötigt, in der Schnittstellen durch Digitalisierung und Automatisierung beeinflusst und in der Schnittstellengestaltung bezogen auf Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung gefordert und gefördert werden.

## 5. Literatur

- Bockelmann M, Nachreiner F, Nickel P (2012) Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung (F2249). Dortmund: baua.
- DGUV Information 215-450 (2021) Softwareergonomie. Berlin: DGUV.
- DGUV Regel 115-002 (2018) Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung. Berlin: DGUV.
- DGUV Vorschrift 17 (1998) Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung. Berlin: DGUV.
- DGUV Vorschrift 18 (1997) Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung. Berlin: DGUV.
- DIN EN 17206 (2022) Veranstaltungstechnik – Maschinen für Bühnen und andere Produktionsbereiche – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen (02/2022). Berlin: Beuth.
- DIN EN 614 (2008). Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze (06/2009); Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben (12/2008). Berlin: Beuth.
- DIN EN 894 (2009) Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze (01/2009); Teil 2: Anzeigen (02/2009); Teil 3: Stellteile (01/2010); Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen (11/2010). Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 6385 (2016) Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-2 (2000) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 12100 (2011) Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risiko-beurteilung und Risikominderung. Berlin: Beuth.
- Hacker W, Sachse P (2014) Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Tätigkeiten. Göttingen: Hogrefe.
- Lee JD, Wickens CD, Liu Y, Ng Boyle L (2017) Designing for people. An introduction to human factors engineering. Charleston: CreateSpace.
- Schmidtke H, Jastrzebska-Fraczek I (2013) Ergonomie. Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen. München: Hanser.
- TRBS 1111 (2019) Gefährdungsbeurteilung (Technische Regeln für Betriebssicherheit). GMBI 13–16, 292.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)