

## **Normen und Standards in der Ergonomiearbeit in der Verteidigungs- und Raumfahrtindustrie**

Martin BÖCKER

*Airbus Defence and Space GmbH  
Claude Dornier Str. 1, D-88090 Immenstaad*

**Kurzfassung:** Die Nutzung der Veröffentlichungen nationaler und internationaler Standardisierungsinstitute ist gängige und notwendige Praxis bei der Arbeit im Bereich der Ergonomie. Dieser Beitrag weist auf wichtige, aber weniger bekannte Normungsdokumente hin, die bei der Bewältigung der Arbeit von Ergonomen helfen können. Dabei wird auf die Rolle von Normen und Standards bei der Ergonomiearbeit eingegangen, exemplarisch für den Sektor Verteidigung und Raumfahrt. Es werden relevante Normen für den ganzen Arbeitsablauf, von der Produktion zur Installation und Nutzung, sowie für die Gestaltung von Arbeitsplätzen und Produkten für Nutzer mit besonderen Anforderungen vorgestellt. Abschließend werden noch Normen für die Gestaltung technischer Dokumentationen genannt.

**Schlüsselwörter:** Ergonomie, Normen, Standards, Verteidigung, Raumfahrt, Barrierefreiheit

### **1. Herausforderungen bei der Ergonomiearbeit in der Verteidigungs- und Raumfahrtindustrie**

#### *1.1 Die Rolle von Normen und Standards bei der Ergonomiearbeit*

Normen ergänzen die Erfahrung des Ergonomen. Sie bieten objektive Kriterien, gegen die ein zu entwickelndes System evaluiert werden kann. Die Normung im Bereich Ergonomie blickt auf viele Jahrzehnte der Veröffentlichung von Normen (*International Standards*) und Richtlinien (*Recommendations, Guidelines*) zurück, die von nationalen (z. B. DIN) und internationalen (z. B. ISO, ITU und ETSI) Normungsinstitutionen erarbeitet wurden (ein Überblick darüber findet sich in Böcker & Schneider, 2013).

Eine besondere Rolle können Normen bei der Definition von Kundenanforderungen (*Requirements*) spielen. Oft vernachlässigen Auftraggeber die Formulierung von detaillierten Anforderungen, die ein zu entwickelndes Produkt erfüllen muss. Der Auftragnehmer steht dann möglicherweise vor der Situation, vorher nicht definierte Anforderungen erfüllen zu müssen, die im ungünstigen Fall seine Projektkalkulation ruinieren, oder ihm im günstigeren Fall ein Zusatzgeschäft durch Anschlussarbeiten (*Change Requests*) bescheren. Beide Parteien sind im Zweifelsfall auf der sichereren Seite, „wasserdichte“ Anforderungen zu definieren, zu denen natürlich auch solche zur Ergonomie gehören. Nur klare, wohl definierte Abnahmekriterien garantieren eine erfolgreiche Übergabe des Produkts an den Auftraggeber.

Technische Normen können eine wichtige Grundlage für die Definition von Anforderungen darstellen, egal, ob ihre Erfüllung zu 100 % vereinbart wird, oder sie nur zur Orientierung („*for guidance*“) herangezogen werden.

## *1.2 Normen für die ergonomische Gestaltung im Bereich Verteidigung und Raumfahrt*

Airbus Defence and Space ist eine Division von Airbus, spezialisiert auf militärische Luftfahrt, militärische und zivile Raumfahrtsysteme sowie Sensoren und Kommunikationstechnologie für Verteidigung und Sicherheit (siehe auch Wikipedia). Der Standort Friedrichshafen ist im Airbus-Konzern der „Dreh- und Angelpunkt für die Entwicklung und den Bau von Satelliten, Instrumenten und Komponenten zur wissenschaftlichen Erforschung des Weltalls, der Erdbeobachtung und der Meteorologie sowie Experimentieranlagen zur Forschung unter Schwerelosigkeit“ (Airbus.com) und hat als weiteren Schwerpunkt am Standort die Entwicklung und Produktion von Kommando- und Kontrollsystemen (C5ISR) sowie Sicherheits- und mobilen Systemen und Lazaretten.

Alle am Standort entwickelten Systeme beinhalten immer auch Arbeitsplätze für die Operateure als Nutzer. Für beide Bereiche, Verteidigung und Raumfahrt, ergeben sich für den Ergonomens besondere Randbedingungen.

In fast allen Fällen haben Nutzerfehler potenziell dramatische Auswirkungen. Bei der Flugsicherung, beim Grenzschutz, bei der militärischen Aufklärung oder beim Betrieb von Kommando- und Kontrollsystemen können vom Operateur übersehene Daten oder die fehlerhafte Nutzung des Mensch-Maschine-Systems schnell zu Gefährdung von Menschenleben führen. Daher erfordert die Entwicklung solcher Systeme höchste Anforderungen an die Qualität der Ergonomie der Lösung.

Dies gilt auch für den Bereich der Raumfahrt, bei dem beispielsweise eine fehlerhafte Bedienung der Benutzerschnittstellen im Satelliten-Kontrollraum dazu führen kann, dass ein oder mehrere Satelliten in eine Situation kommen können, in der sie nicht mehr für Wartungs- und Reparaturarbeiten erreicht werden und folglich mit großem finanziellem Verlust für den Betreiber abgeschrieben werden müssen.

Die Anwendung einschlägiger Ergonomie-Normen ist ein wichtiger Beitrag für die Entwicklung von Systemen, die die Nutzer bei der effektiven, effizienten und sicheren Erfüllung ihrer Aufgaben unterstützen. Dabei kommen anerkannte Ergonomie-Normen wie etwa die ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“, die auch die gebräuchliche Definition von Usability liefert, oder die DIN EN ISO 10075 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung“ für die Berücksichtigung der Faktoren Belastung und Beanspruchung zum Einsatz. Einige der bei Airbus Defence and Space eingesetzten Normen kommen aus dem militärischen Bereich.

## *1.3 Militärische Normen*

Militärische Normen, z. B. solche, die von internationalen Organisationen wie der NATO oder nationalen Behörden wie etwa dem Verteidigungsministerium oder einzelnen militärischen Gattungen wie der US Air Force veröffentlicht werden, unterscheiden sich von „zivilen“ Normen in einigen wichtigen Aspekten.

- Bei der Erarbeitung ziviler Normen durch Standardisierungsgremien wie etwa der ISO wird versucht, unter den Experten, die verschiedene Interessen vertreten (z. B. Industrie, Wissenschaft und Politik), einen Konsens zu erzielen, der oft die Qualität eines Kompromisses hat. Bei militärischen Normen steht dieser Konsensgedanke nicht unbedingt im Vordergrund, sodass für richtig befundene Anforderungen konsequent ihren Weg in die Normungsdokumente finden. Viele der von nationalen oder internationalen Behörden ent-

wickelten militärischen Normungsdokumente sind frei und kostenlos erhältlich (anders als etwa die die vom DIN und der ISO herausgegebenen Dokumente).

- Bei der Entwicklung militärischer ergonomischer Normen arbeiten meist Experten mit, die sowohl über Fachwissen in der Disziplin der Ergonomie als auch fundierte Kenntnisse über die technischen Domänen (z. B. Luftfahrzeuge oder Kontrollräume) verfügen, bei deren Entwicklung die zu erstellende Norm eingesetzt werden soll.
- Wie oben bereits erwähnt, erfordern Systeme im Bereich der Verteidigung und Raumfahrt die höchstmögliche Unterstützung der Nutzer mit dem Ziel der Vermeidung von Fehlern, da es häufig wirklich um „Leben oder Tod“ geht, anders als bei Produkten wie etwa einem Fernseher. Aus diesem Grunde sind die Anforderungen militärischer Normen oft anspruchsvoller und detaillierter als bei vergleichbaren Normen etwa für Konsumgüter.

Aus dem Gesagten folgt, dass die Anwendung militärischer Normen auch in anderen, nicht militärischen, Domänen (z. B. Kontrollräume für Kraftwerke, Systeme für medizinisches Personal oder Überwachungssysteme für die zivile Luftfahrt) zur Entwicklung von gebrauchstauglichen und sicheren Lösungen beitragen kann.

#### 1.4 *Der Human Systems Integration Ansatz*

Ein interessanter Ansatz aus dem angelsächsischen Raum ist das *Human Systems Integration* (HSI) Konzept (in Vereinigten Königreich spricht man von *Human Factors Integration*). HSI hat zwei Ziele. Zum einen soll es der Partei, die ein komplexes System erwirbt (etwa ein Verteidigungsministerium) einen Rahmen für die Berücksichtigung und Beurteilung von ergonomischen Aspekten des zu erwerbenden Systems geben, der mit dem Hersteller des Systems in der Form von Anforderungen vereinbart wird.

Ein zweiter Aspekt ist die ganzheitliche Betrachtung der Umstände, unter denen die Nutzer das System erfahren werden. So definiert das *Directorate of Defense and Engineering for Advanced Capabilities* im Pentagon *Human Systems Integration* als „einen umfassenden, interdisziplinären Management- und Technikansatz, der bei der Systementwicklung und -integration als Teil eines umfassenderen Systementwicklungsprozesses angewandt wird, um sicherzustellen, dass die menschliche Leistung optimiert wird, um die Gesamtsystemleistung zu erhöhen und die Lebenszykluskosten des Systems zu minimieren. HSI ermöglicht einen Systementwicklungsprozess und ein Programmmanagement, das eine integrierte und umfassende Analyse, Gestaltung und Bewertung von Anforderungen, Konzepten und Ressourcen für sieben Bereiche bietet: *Human Factors Engineering* (HFE), Personal, Training, Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (SOH), Schutz und Überlebensfähigkeit der Streitkräfte sowie Bewohnbarkeit“. (Übersetzt nach <https://ac.cto.mil/hsi/>). Details zum britischen Human Factors Integration Konzept finden sich z. B. im *Ministry of Defence Standard JSP 912*.

Der von diesen Konzepten geforderte ganzheitliche Ansatz ist auch geeignet für die Gestaltung von komplexen und sicherheitsrelevanten Systemen im zivilen Bereich, wie etwa Schaltwarten für Kraftwerke oder Ölbohrinseln, und können dazu beitragen, dass wichtige ergonomische Aspekte bei der Systemplanung und -entwicklung nicht übersehen werden.

Im Folgenden werden exemplarisch einige Normen vorgestellt, die bei Airbus Defence and Space häufig herangezogen werden.

## 2. Normen für die Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung

Die Entwicklung von Produkten und Arbeitsplätzen in komplexen Systemen wie etwa der Satellitenwartung und in mobilen Kommandozentralen deckt alle an der Nutzung beteiligten Personen ab, z. B. das Personal für den Aufbau und die Ersteinrichtung, die Operateure sowie das Personal für Wartung und Reparatur.

### 2.1 MIL-STD-1472F

Eine Norm, die bei Airbus Defence and Space oft, auch auf Wunsch des Kunden bei der Produkt- und Systementwicklung eingesetzt wird, ist der militärische Standard MIL-STD-1472 „*Department of Defense Design Criteria Standard: Human Engineering*“. Er wurde für das US-amerikanische Verteidigungsministerium entwickelt und wird regelmäßig an die sich ändernden technischen Entwicklungen angepasst. Die aktuelle Version ist die 1472H von 2020, die die Version 1472G (2019) ersetzt.

Die Norm ist mit über 450 Seiten sehr umfangreich und deckt (fast) alle denkbaren Aspekte eines von Menschen genutzten technischen Systems ab. Das Dokument liefert detaillierte Definitionen von *Access Control* zu *Workstation* und sorgt damit für terminologische Klarheit.

Der Teil *General Requirements* beschäftigt sich mit allgemeinen Anforderungen wie etwa den Designzielen (z. B. in Bezug auf Arbeitsumgebung, Nutzerfähigkeiten, Personalstärke, Trainingsbedarfe), der Einbettung der Ergonomiearbeit (*Human Engineering Design*) in den weiteren Entwicklungskontext, den im System eingesetzten Interaktionsprinzipien, sowie Systemeigenschaften in Bezug auf Sicherheit und Strapazierfähigkeit. Weitere Aspekte, die behandelt werden, sind Prinzipien der Automatisierung, die Erhebung der Leistung des Personals (*Human Performance*) und die technische Dokumentation des Systems.

Im Teil *Detailed Requirements* werden alle denkbaren Aspekte der Mensch-Maschine-Schnittstelle mit Anforderungen und Lösungen vorgestellt:

- Controls (Control/display integration, Information system controls, Mechanical controls, Eye- and head-based controls)
- Visual displays (Electronic display requirements, Non-electronic display requirements, Scale requirements)
- Speech and audio systems (z. B. Audio displays, Audio signals, Characteristics of warnings, Verbal warning signals)
- Labeling and marking (z. B. Location, Placement, Orientation, Visibility)
- Environment (z. B. General workplace considerations, Workspace lighting, Acoustical energy and noise, Vibration and shock)
- Ground vehicles (z. B. Vehicle seat system, Controls, Displays, Visibility)
- Warning, hazards, and safety (z. B. Display of warnings and hazards, Visual alerting systems, Electrical hazards, Mechanical hazards, Fire, Dust)
- Anthropometric accommodation (z. B. Target populations, Design limits, Anthropometric design)
- Design for maintainability (z. B. Mounting of items with units, Adjustment controls, Unit design for efficient handling, Access and accessibility)

- Workspace and Workstation design
- Physical environment design (z. B. Entrances and exits, Catwalks, tunnels, and crawl spaces, Ramps, stairs and ladders, Surface colors)
- Virtual environments, remotely handled systems, automated systems, telepresence, teleoperations, and telemedicine
- Information systems (z. B. User guidance, help, prompts, text and alphanumeric presentation, Organization on information, Color coding)

Darüber hinaus gibt es detaillierte Kapitel zu Waffensystemen, Schiffen, Bewohnbarkeit (*habitability*), Cybersecurity, getragene Systeme (*handheld and wearable*) und zu Körperkraft und Handhabung.

Alle Empfehlungen sind mit detaillierten Daten und meist auch mit Abbildungen versehen. Abb. 1 zeigt beispielhaft die Angaben zu den Mindestabständen zwischen unterschiedlichen Arten von mechanischen Bedienelementen.

Im MIL-STD-1472G finden sich umfangreiche und systematisch recherchierte Angaben zu fast allen denkbaren ergonomischen Fragestellungen. Daher lohnt es sich, auch bei der Entwicklung von nicht-militärischen Produkten einen Blick in dieses Dokument zu werfen.

TABLE III. Minimum edge-to-edge separation distances for mechanical controls<sup>1/</sup>.

	Toggle Switches	Push Buttons <sup>2/</sup>	Continuous Rotary Controls	Rotary Selector Switches	Discrete Thumbwheel Controls
Toggle Switches	See <a href="#">figure 16</a>	13 mm (0.5 in)	19 mm (0.75 in)	19 mm (0.75 in)	13 mm (0.5 in)
Push Buttons <sup>2/</sup>	13 mm (0.5 in)	See <a href="#">figure 14</a>	13 mm (0.5 in)	13 mm (0.5 in)	13 mm (0.5 in)
Continuous Rotary Controls	19 mm (0.75 in)	13 mm (0.5 in)	See <a href="#">figure 12</a>	25 mm (1 in)	19 mm (0.75 in)
Rotary Selector Switches	19 mm (0.75 in)	13 mm (0.5 in)	25 mm (1 in)	See <a href="#">figure 6</a>	19 mm (0.75 in)
Discrete Thumbwheel Controls	13 mm (0.5 in)	13 mm (0.5 in)	19 mm (0.75 in)	19 mm (0.75 in)	See <a href="#">figure 8</a>
NOTES:					
<sup>1/</sup> All values are for one-hand operation. All values are for bare-handed operation.					
<sup>2/</sup> For push buttons not separated by barriers.					

**Abbildung 1:** Beispiel aus MIL-STD-4172G zu Mindestabständen zwischen mechanischen Bedienelementen

## 2.2 Handbuch der Ergonomie

Das vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung herausgegebene „Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden“ ist mit über 3500 Seiten in den Bänden 1 – 5 eines der umfangreichsten Dokumente mit ergonomischen Richtlinien und Empfehlungen. Streng genommen handelt es sich nicht um ein Erzeugnis einer Standardisierungsorganisation – dennoch hat es viele Eigenschaften, die seine Nennung im Kontext dieses Beitrags rechtfertigen.

Das Handbuch wurde ursprünglich im Jahr 1989 veröffentlicht und erfährt regelmäßige Aktualisierungen in der Form von „Ergänzungslieferungen“.

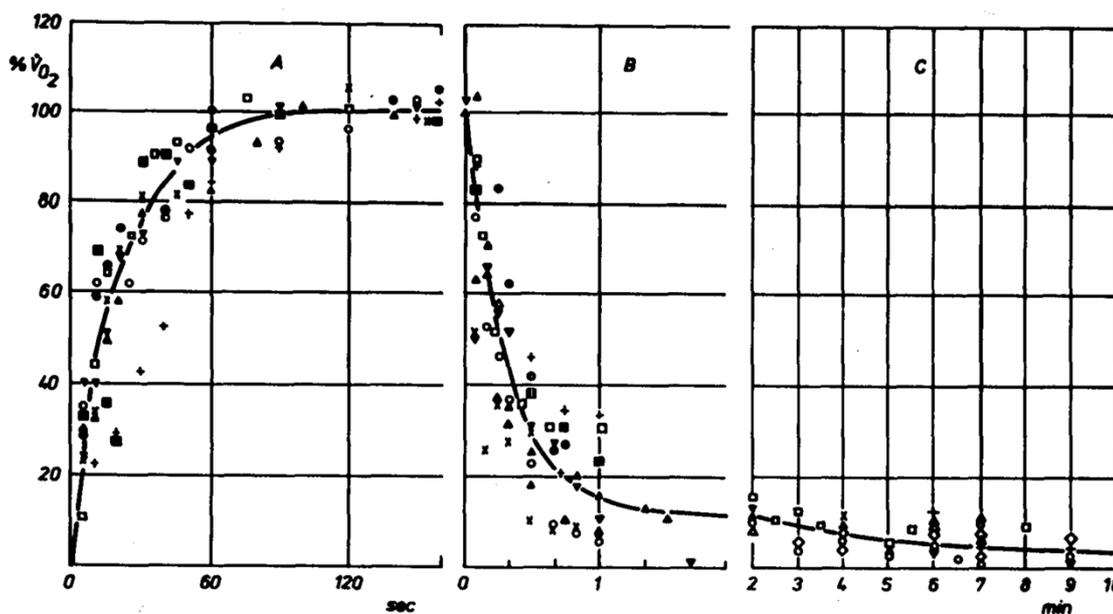
Der besondere Wert des Handbuchs liegt nicht unbedingt in seiner Aktualität, sondern einerseits im Umfang der behandelten ergonomischen Themen und Fragestellungen, und andererseits in der Tiefe der wissenschaftlichen Untermauerung der Empfehlungen.

Die Beispiele in Abb. 2 zeigen Angaben zum Energieumsatz in Abhängigkeit der Faktoren Körperstellung, Körperbewegung und eingesetzter Muskelmasse. Daten dieser Art können für einen gegebenen Entwicklungsauftrag von kritischer Bedeutung sein und an anderer Stelle nicht leicht zu finden sein.

Körperstellung/-bewegung	Energieumsatz (kJ/min)	Art der Arbeit	Arbeitsschwere	Energieumsatz (kJ/min)
Sitzen	1,0 - 1,5	Handarbeit	leicht	< 2,5
Stehen	2,0 - 3,5		mittel	2,5 - 4,0
Stehen gebückt	3,5 - 4,5		schwer	> 4,0
Knien	2,5 - 3,5	Einarmarbeit	leicht	< 3,5
Hocken	4,0 - 6,0		mittel	3,5 - 7,5
Gehen	7,0 - 15,0		schwer	> 7,5
Steigen ohne Last (10 % Steigung)	13,0 - 27,0	Zweiarmarbeit	leicht	< 7,0
			mittel	7,0 - 12,0
			schwer	> 12,0
		Ganzkörperarbeit	leicht	< 10,0
			mittel	10,0 - 18,0
			schwer	> 18,0

**Abbildung 2:** Angaben zum Energieumsatz in Abhängigkeit von Körperstellung und -bewegung (links) und von der eingesetzten Muskelmasse (rechts) aus dem Handbuch der Ergonomie

Dies gilt auch für das Beispiel in Abb. 3 (Dynamik der lokalen Sauerstoffaufnahme im Muskel auf sprungförmige Arbeitsänderung), auf welches ebenfalls zutrifft, dass die Suche nach Angaben dieser Art oft aufwändige Recherchen auslöst. Selbst wenn die Angaben im Handbuch an einzelnen Stellen möglicherweise nicht dem Anspruch nach Aktualität genügen, so können sie doch Hinweise darauf liefern, welche ergonomischen Parameter für eine Designentscheidung relevant sein können.



**Abbildung 3:** Angaben zur Dynamik der lokalen Sauerstoffaufnahme im Muskel auf sprungförmiger Arbeitsänderung (aus dem Handbuch der Ergonomie)

### 3. Normen in der Produktion

Das Arbeitsgebiet des Ergonomen beschränkt sich nicht nur auf seinen Beitrag zur Gestaltung von Produkten und Systemen, sondern betrifft häufig auch die Arbeitsplätze bei deren Produktion.

Auch bei Airbus spielen ergonomische und andere Normen eine große Rolle bei der Produktion (etwa von Luftfahrzeugen), um einerseits das an der Produktion beteiligte Personal vor Verletzungen zu schützen und andererseits menschliche Fehler zu verhindern, die zu mangelhaft erstellten Erzeugnissen führen.

Beispielhaft seien hier die Normenreihen EN 547 Teile 1-3 *Safety of machinery – Human body measurements*, EN 614 Teile 1-2 *Safety of machinery – Ergonomic design principles*, EN 894 Teile 1-4 *Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators*, und EN 1005 Teile 1-5 *Safety of machinery – Human physical performance* genannt.

Weitere wichtige Bereiche, zu denen bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen in der Produktion Normen herangezogen werden, betreffen die klimatischen Bedingungen am Arbeitsplatz (DIN 33403), Lärm (EN ISO 4871), mechanische Vibration (EN ISO 5349) und menschliche Körperkraft (DIN 33411).

### 4. Normen zur Barrierefreiheit und Harmonisierung

#### 4.1 Barrierefreiheit (*Accessibility*)

Bei der Entwicklung von Gütern für den „normalen“ Konsumenten (*Consumer Products*), und immer dann, wenn ein zu entwickelndes System zumindest an einzelnen Stellen auch von Menschen mit Behinderungen genutzt werden können soll, kommt der Designansatz der Barrierefreiheit (*Accessibility, Design for All, Universal Design*) ins Spiel.

Oft wird zurecht darauf hingewiesen, dass ein barrierefreies Design potenziell allen Nutzern zugutekommt, schließlich sind wir alle gelegentlich „behindert“, etwa im Dunkeln oder wenn wir nur eine Hand frei haben. Zum Beispiel erleichtert die Sprachsteuerung von Unterhaltungselektronik Personen mit körperlichen Einschränkungen das Leben, wird aber auch von vielen anderen gerne genutzt.

Detaillierte und meist leicht umzusetzende Empfehlungen für die Gestaltung barrierefreier Produkte finden sich beim Deutschen Institut für Normung (DIN), der International Organization for Standardization (ISO) und dem European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

#### 4.2 Harmonisierung

In eine ähnliche Richtung wie die Barrierefreiheit geht auch der Ansatz der Harmonisierung. Das Ziel ist hier, überall dort, wo Unterschiede (von Produkten verschiedener Hersteller) nicht die Funktion der Herausarbeitung von Alleinstellungsmerkmalen oder der Unterstreichung der *Corporate Identity* eines Herstellers haben, der Weg einer Harmonisierung von Elementen der Benutzerschnittstelle (*User Interface*) gewählt werden kann. Ein klassisches Beispiel hierfür sind die Symbole (*Icons*), die etwa von der ISO genormt sind (z. B. ISO 9186 *Graphical Symbols* und ISO 7000 *Graphical Symbols for Use on Equipment*). Kein Hersteller hat einen Vorteil davon, ein eigenes Symbol für die „Ein/Aus“-Funktion zu entwickeln.

ETSI trägt den Gedanken der Harmonisierung einen Schritt weiter und schlägt eine Harmonisierung der Begrifflichkeit in ICT (*Information and Communications Technologies*) Produkten und Diensten vor. Der Hintergrund dieses Ansatzes ist die Beobachtung, dass verschiedene Hersteller oft unterschiedliche Begriffe (Terme) für vergleichbare oder identische Funktionen, Bedienelemente, usw. benutzen. Dies erschwert dem Nutzer den Wechsel von einem Hersteller zum anderen, und kann insbesondere für Personen mit eingeschränkten mentalen Fähigkeiten ein Problem darstellen.

Der ETSI Guide EG 203 499 “*User-centred terminology for existing and upcoming ICT devices and applications*” deckt in seiner bislang veröffentlichten Version eine Terminologie für ICT Produkte und Dienste über 800 empfohlene nutzerzentrierte Terme in den fünf Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch ab. Aktuell wird das Dokument mit 14 weiteren europäischen Sprachen ergänzt, und zwar um diejenigen, die in der EU von mehr als fünf Millionen Sprechern als Muttersprache gesprochen werden. Abb. 4 zeigt beispielhaft einen Auszug aus der veröffentlichten Version V1.1.1 des ETSI Guide EG 203 499.

Table 17: Telephony services: System and network services

Index	Technical term	Description	English	French	German	Italian	Spanish	Comment
D.237	add contact to ongoing call	Expand ongoing call between two callers to a multi-party call	add call; conference	ajouter un interlocuteur à l'appel; téléconférence	Gesprächspartner hinzufügen; (Gespräch erweitern zu) Konferenzanruf	aggiungi; aggiungi contatto a chiamata	añadir interlocutor a la llamada	
D.238	block caller	Ban incoming communication from a certain identity (call barring in telephony networks)	block call; block number; block contacts	appellant bloqué	Anrufer sperren; Anrufer blockieren	blocca contatto	bloquear número	
D.239	call diversion when no reply	This service permits a served user to re-direct to another number all incoming calls, or just those associated with a specific basic service, which meet with no reply and are addressed to the user's number	(call) diversion on no reply	renvoi d'appel en absence de réponse	Rufumleitung bei ausbleibender Antwort	inoltrò chiamata se non disponibile	desvío de llamada si no contesta	
D.240	call diversion when not reachable	This service permits a served user to re-direct to another number all incoming calls, addressed to the user's number when the destination number is not reachable	call diversion if not reachable	renvoi d'appel non joignable	Rufumleitung wenn nicht erreichbar	trasferimento di chiamata se non raggiungibile	desvío de llamada si fuera de red	
D.241	call diversion when on busy	This service permits a served user to re-direct to another number all incoming calls, addressed to the user's number when the destination number indicates "busy"	(call) diversion when busy	renvoi d'appel pour occupation	Rufumleitung bei besetzt	trasferimento di chiamata se occupato	desvío de llamada si ocupado	

Abbildung 4: Auszug aus ETSI EG 203 499 V1.1.1 mit nutzerzentrierten Terminologien

## 5. Normen für die Erstellung von technischer Dokumentation

Der enge Zusammenhang zwischen der ergonomischen Gestaltung eines Produkts und der dazugehörigen Kundendokumentation ergibt sich aus den entsprechenden juristischen und normativen Anforderungen (für einen Überblick siehe Böcker & Robers, 2015).

Die Erfüllung der relevanten Gesetze ist selbstverständlich nicht verhandelbar. So sehen das Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) und das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) Anforderungen an Umfang und Inhalt der Kundendokumentation mit dem Ziel vor, den Nutzer vor fehlerhaften Produkten und den Hersteller vor einer Verletzung von Sorgfaltspflichten zu schützen.

Weiterhin wird in diesen Gesetzen auf die Risikobeurteilung eingegangen, welche auch ein zentraler Gegenstand der Europäischen Maschinenrichtlinie (Richtlinie 206/42/EG) sind. Die Maschinenrichtlinie macht detaillierte Angaben über die erforderlichen Informationen und wie diese zur Verfügung gestellt werden, etwa in welcher/welchen Sprache(n).

Die DIN EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen“ definiert als Schutzmaßnahmen, die vom Konstrukteur zu treffen sind, um den sicheren Gebrauch des Produkts im Rahmen einer Risikobeurteilung zu garantieren:

- Schritt 1: Inhärent sichere Konstruktion
- Schritt 2: Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen
- Schritt 3: Benutzerinformationen an der Maschine (Warnzeichen, Signale, Warneinrichtungen) und im Benutzerhandbuch.

Diese Anforderungen unterstreichen die Bedeutung der Kundendokumentation für die sichere Nutzung.

Einen guten Überblick bietet die DIN 82079 „Erstellen von Gebrauchsanleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung“. Diese Norm geht u. a. auf Prinzipien ein, die die Qualität der Gebrauchsanleitung als Teil des Produkts betonen und eine konsistente Informationsdarstellung fordern. Der Teil „Inhalt von Gebrauchsanleitungen“ orientiert sich am gesamten Lebenszyklus des Produkts „über sicherheitsbezogene Informationen und die Erstinbetriebnahme zu Betrieb und Instandhaltung des Produkts und schließlich zu Reparatur und Entsorgung“ (Böcker & Robers, 2015).

Aus dem Gesagten folgt, dass das Ziel der Gestaltung eines sicheren Produkts unter Befolgung der relevanten Gesetze, Richtlinien und Normen eine enge Zusammenarbeit von Ingenieuren, Ergonomen und technischen Redakteuren erfordert.

## 6. Zusammenfassung

Der Beitrag erläuterte die Bedeutung ergonomischer Normen bei der Gestaltung von Gebrauchsgütern, Maschinen und komplexen technischen Systemen. Beispielhaft wurden Normen aus dem militärischen Bereich genannt, die aufgrund der Breite der Themen und der Tiefe der Ausarbeitung auch für nicht-militärische Produkte und Systeme genutzt werden können, um eine sichere Nutzung zu gewährleisten.

## 7. Literatur

- Böcker, M. & Robers, R. (2015). Kundendokumentationen für Konsum- und Investitionsgüter – Kritische Erfolgsfaktoren für Management und Erstellung. *Berlin: Beuth Verlag.*
- Böcker, M. & Schneider, M. (2013). Markterfolg durch benutzergerechte Gestaltung – Erfolgsfaktor „Usability“ für Konsum und Investitionsgüter. *Berlin: Beuth Verlag.*
- DIN EN 82079-1 (2013): Erstellen von Gebrauchsanleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung. Teil 1: Allgemeine Grundsätze und ausführliche Anforderungen.
- DIN EN ISO 10075 (2018): Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe.
- DIN EN ISO 12100 (2011): Sicherheit von Maschinen, Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241 (1999-2020): Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten / Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Verschiedene Teile.
- DIN EN ISO 9241-11 (2018): Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte.
- EN 547-1 (2009): Safety of machinery – Human body measurements; Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery.
- EN 547-2 (2009): Safety of machinery – Human body measurements; Part 2: Principles for determining the dimensions required for access; openings.
- EN 547-3 (2009): Safety of machinery – Human body measurements; Part 3: Anthropometric data.

Herbstkonferenz 2021, Friedrichshafen:

„Zeitbezug und Transformation – Ergonomie im Wandel des Fortschritts“

Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Dortmund (Hrsg.)

- EN 614-1 (2009): Safety of machinery – Ergonomic design principles; Part 1: Terminology and general principles.
- EN 614-2 (2008): Safety of machinery – Ergonomic design principles; Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks.
- EN 894-1 (2008): Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators.
- EN 894-2 (2009): Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 2: Displays.
- EN 894-3 (2008): Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 3: Control actuators.
- EN 894-4 (2010): Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 4: Location and arrangement of displays and control actuators.
- EN 1005-1 (2009): Safety of machinery – Human physical performance; Part 1: Terms and definitions.
- EN 1005-2 (2009): Safety of machinery – Human physical performance; Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery.
- EN 1005-3 (2009): Safety of machinery – Human physical performance; Part 3: Recommended force limits for machinery operation.
- EN 1005-4 (2009): Safety of machinery – Human physical performance; Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery.
- EN 1005-5 (2007): Safety of machinery – Human physical performance –Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.
- ETSI EG 203 499 V1.1.1 (2019). Human Factors (HF); User-centred terminology for existing and upcoming ICT devices and applications.
- Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden (1989). Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung.
- ISO 7000 (2008): Graphical Symbols for Use on Equipment.
- ISO 9186-1 bis -4 (2003-2014): Graphical Symbols (Parts 1 to 3, Part Vocabulary).
- JSP 912 Human Factors Integration for Defence Systems – Part 1 Directive, Part 2: Guidance (V1.0, 2015). Ministry of Defence.
- MIL-STD-1472H (2020): Department of Defense Design Criteria Standard: Human Engineering.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Zeitbezug und Transformation – Ergonomie im Wandel des Fortschritts**

Herbstkonferenz der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Ergonomie Kompetenz Netzwerk

23. und 24. September 2021

---

## **GfA-Press**

---

**Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
vom 23. und 24. September 2021, Friedrichshafen**

**Ergonomie Kompetenz Netzwerk**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2021

ISBN 978-3-936804-30-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Konferenzband

Als Manuskript zusammengestellt. Dieser Konferenzband ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

**Schriftleitung: Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,

- den Konferenzband 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.

**Screendesign und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

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