

DIN EN ISO 26800

ICS 13.180

**Ergonomie –
Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (ISO 26800:2011);
Deutsche Fassung EN ISO 26800:2011**

Ergonomics –
General approach, principles and concepts (ISO 26800:2011);
German version EN ISO 26800:2011

Ergonomie –
Approche générale, principes et concepts (ISO 26800:2011);
Version allemande EN ISO 26800:2011

Gesamtumfang 28 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 26800:2011) wurde vom Unterkomitee ISO/TC 159/SC 1 „General ergonomics principles“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des Technischen Komitees ISO/TC 159 „Ergonomics“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 023-00-01 GA „Grundsätze der Ergonomie“ im Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6385:2004	siehe	DIN EN ISO 6385:2004-05
ISO 9241-2	siehe	DIN EN 29241-2
ISO 9241-11	siehe	DIN EN ISO 9241-11
ISO 9241-20	siehe	DIN EN ISO 9241-20
ISO 9241-110	siehe	DIN EN ISO 9241-110
ISO 9241-210	siehe	DIN EN ISO 9241-210
ISO 10075	siehe	DIN EN ISO 10075-1
ISO 11064	siehe	DIN EN ISO 11064
ISO 14738	siehe	DIN EN ISO 14738
ISO 15265	siehe	DIN EN ISO 15265
ISO/TR 22411	siehe	DIN CEN ISO/TR 22411
ISO 24500	siehe	DIN EN ISO 24500
ISO 26000	siehe	DIN ISO 26000
ISO/IEC Guide 71	siehe	DIN-Fachbericht 131

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6385:2004-05, *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2004); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2004*

DIN EN 29241-2, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben — Leitsätze*

DIN EN ISO 9241-11, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit — Leitsätze*

DIN EN ISO 9241-20, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 20: Leitlinien für die Zugänglichkeit der Geräte und Dienste in der Informations- und Kommunikationstechnologie*

DIN EN ISO 9241-110, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*

DIN EN ISO 9241-210, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*

DIN EN ISO 10075-1, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 1: Allgemeines und Begriffe*

DIN EN ISO 11064 (alle Teile), *Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen*

DIN EN ISO 14738, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen*

DIN EN ISO 15265, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Strategie zur Risikobeurteilung zur Abwendung von Stress oder Unbehagen unter thermischen Arbeitsbedingungen*

DIN CEN ISO/TR 22411, *Ergonomische Daten und Leitlinien für die Anwendung des ISO/IEC Guide 71 für Produkte und Dienstleistungen zur Berücksichtigung der Belange älterer und behinderter Menschen¹⁾*

DIN EN ISO 24500, *Ergonomie — Zugängliche Gestaltung — Akustischen Signale für Konsumgüter*

DIN ISO 26000, *Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung*

DIN-Fachbericht 131, *Leitlinien für Normungsgremien zur Berücksichtigung der Bedürfnisse von älteren Menschen und von Menschen mit Behinderungen*

1) In Vorbereitung.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Ergonomie —
Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte
(ISO 26800:2011)

Ergonomics —
General approach, principles and concepts
(ISO 26800:2011)

Ergonomie —
Approche générale, principes et concepts
(ISO 26800:2011)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 6. August 2011 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Begriffe	5
3 Der ergonomische Ansatz	7
4 Prinzipien der Ergonomie	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Menschorientierter Ansatz.....	9
4.2.1 Allgemeines	9
4.2.2 Zielpopulation	9
4.2.3 Aufgabenorientierter Ansatz	10
4.2.4 Umgebungskontext	11
4.3 Kriterienbasierte Bewertung.....	11
5 Konzepte der Ergonomie	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Das Systemkonzept.....	12
5.3 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	13
5.4 Gebrauchstauglichkeit	15
5.5 Zugänglichkeit.....	16
6 Der ergonomieorientierte Gestaltungsprozess	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Grundanforderungen an einen ergonomieorientierten Gestaltungsprozess	17
7 Konformität.....	18
Anhang A (informativ) Nachhaltigkeit	19
Anhang B (informativ) Textliche Beschreibungen der Bilder für Leser mit Sehbehinderung.....	20
B.1 Allgemeines	20
B.2 Textliche Beschreibung von Bild 1 — Beispiel von zu berücksichtigenden Faktoren zur Optimierung der Leistung des Systems.....	20
B.3 Textliche Beschreibung von Bild 2 — Beispiel eines Mensch-Maschine-Umgebung-System Modells	21
B.4 Textliche Beschreibung von Bild 3 — Modell des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts.....	21
Literaturhinweise	23

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 26800:2011) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2012 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 26800:2011 wurde vom CEN als EN ISO 26800:2011 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Menschliche, technologische, wirtschaftliche, umweltbezogene und organisationsbezogene Faktoren beeinflussen das Verhalten, die Tätigkeiten und das Wohlbefinden von Menschen bei der Arbeit, zu Hause und in der Freizeit. Die wissenschaftliche Disziplin der Ergonomie hat sich ausgehend von ihren Ursprüngen im Arbeitskontext weiterentwickelt und erstreckt sich auf viele andere Anwendungsbereiche, wie beispielsweise die häusliche Umgebung und die Freizeit. Unabhängig vom jeweiligen Kontext bleiben die zugrundeliegenden ergonomischen Grundsätze jedoch dieselben, obgleich die ihnen jeweils zukommende Bedeutung variieren kann. Diese Grundsätze sind für den Gestaltungsprozess von grundlegender Bedeutung, wo immer Menschen betroffen sind, um die optimale Berücksichtigung menschlicher Bedürfnisse und Eigenschaften sicherzustellen. Diese Internationale Norm betrachtet Systeme, Benutzer, Arbeitskräfte, Aufgaben, Tätigkeiten, Ausrüstungen und die Umgebung als Grundlagen, um die Anpassung zwischen ihnen zu optimieren. Die beschriebenen Prinzipien und Konzepte dienen zur Verbesserung der Sicherheit, Leistung und Gebrauchstauglichkeit (Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit) bei gleichzeitiger Sicherstellung und Förderung menschlicher Gesundheit und Wohlbefindens, und der Verbesserung der Zugänglichkeit (z. B. für ältere Personen und Personen mit Behinderungen).

Die Ergonomie beschäftigt sich mit einem weiten Spektrum von Themen, das physische, kognitive, soziale und organisationsbezogene Aspekte einschließt. Diese werden idealerweise in einem ganzheitlichen Rahmen behandelt. Es wurden zahlreiche ergonomische Normen entwickelt, um spezifische Fragestellungen und verschiedene Anwendungsgebiete abzudecken. All diese Ergonomienormen beruhen auf den grundlegenden ergonomischen Prinzipien und Konzepten, die für den ergonomischen Gestaltungsansatz von grundlegender Bedeutung sind. Diese Internationale Norm wurde erarbeitet, um einen ganzheitlichen Rahmen bereitzustellen, der die wesentlichen Grundsätze und Begriffe der Ergonomie in einem Dokument zusammenführt, und so einen umfassenden, auf einem hohen Niveau angesiedelten Überblick über die Art und Weise gibt, wie Ergonomie angewendet wird.

ANMERKUNG 1 Für Arbeitssysteme bleibt ISO 6385 [2] als grundlegende Norm weiterhin bestehen.

ANMERKUNG 2 Eine vollständige Auflistung der aktuellen veröffentlichten Ergonomienormen von ISO/TC 159 ist unter http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=53348&published=on&includesc=true zugänglich.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm stellt den allgemeinen Denkansatz der Ergonomie dar und legt wesentliche ergonomische Prinzipien und Konzepte fest. Diese sind anwendbar bei der Gestaltung und Bewertung von Aufgaben, Tätigkeiten, Produkten, Werkzeugen, Ausrüstungen, Systemen, Organisationen, Dienstleistungen, Einrichtungen und Umgebungen, um diese an die Eigenschaften, Bedürfnisse und Wertvorstellungen, Fähigkeiten und Einschränkungen der Menschen anzupassen.

Die Festlegungen und Leitlinien in dieser Internationalen Norm dienen dazu, die Sicherheit, Leistung, Effektivität und Effizienz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltungsfreundlichkeit der Gestaltungslösung während seiner gesamten Lebensdauer zu verbessern, bei gleichzeitiger Sicherstellung und Förderung der Gesundheit, des Wohlbefindens und der Zufriedenheit der beteiligten oder betroffenen Personen.

Die vorgesehenen Anwender dieser Internationalen Norm sind Gestalter, Arbeitswissenschaftler und Projektleiter, sowie Führungskräfte, Arbeitende, Verbraucher (oder deren Vertreter) und Beschaffer. ISO 26800 dient außerdem als Bezugsnorm für Normenentwickler, die sich mit ergonomischen Aspekten befassen.

Diese Internationale Norm stellt eine Grundlage für andere, ausführlichere, kontextspezifische Internationale Normen zur Ergonomie dar.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Zugänglichkeit

Umfang, in dem Produkte, Systeme, Dienstleistungen, Umgebungen und Einrichtungen durch Menschen aus einer in Bezug auf ihre Eigenschaften und Fähigkeiten möglichst weit gefassten Population genutzt werden können, um ein festgelegtes Ziel in einem festgelegten Nutzungskontext zu erreichen

ANMERKUNG 1 Der Nutzungskontext umfasst die unmittelbare Nutzung oder die durch technische Hilfsmittel unterstützte Nutzung.

ANMERKUNG 2 In Anlehnung an ISO/TR 22411:2008, Definition 3.6.

2.2

Ergonomie

Arbeitswissenschaft

en: ergonomics, human factors

wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen menschlichen und anderen Elementen eines Systems befasst, und der Berufszweig, der Theorie, Grundsätze, Daten und Verfahren auf die Gestaltung von Arbeitssystemen anwendet mit dem Ziel, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren

ANMERKUNG Diese Definition stimmt mit der durch die International Ergonomics Association festgelegten Definition überein [21].

2.3

Umgebung

physikalische, chemische, biologische, organisationsbezogene, soziale und kulturelle Faktoren, die eine Person oder mehrere Personen umgeben

2.4

Belastung

äußere Bedingungen und Anforderungen in einem System, die auf die physiologische und/oder psychologische Beanspruchung einer Person einwirken

ANMERKUNG 1 In ISO 6385:2004 wird „Belastung“ als „Arbeitsbelastung“ bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Belastung ist ein neutraler Begriff. Ihre Auswirkungen können positiv, neutral oder negativ sein.

2.5

Ermüdung

beeinträchtigende nicht-pathologische Auswirkung der Beanspruchung, vollständig reversibel durch Erholung

ANMERKUNG Ermüdung kann psychisch oder physisch, lokal und/oder allgemein sein.

2.6

Beanspruchung

innere Reaktion einer Person auf Belastung, abhängig von deren individuellen Eigenschaften (z. B. Körpergröße, Alter, Fähigkeiten, Begabungen, Fertigkeiten usw.)

ANMERKUNG 1 In ISO 6385:2004 wird „Beanspruchung“ als „Arbeitsbeanspruchung“ bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Beanspruchung ist ein neutraler Begriff. Ihre Auswirkungen können positiv, neutral oder negativ sein.

2.7

System

Kombination aus miteinander in Wechselwirkung stehenden Elementen, um einen oder mehrere festgesetzte Zwecke zu erfüllen

ANMERKUNG 1 In der Ergonomie werden die „Elemente“ eines Systems häufig als „Komponenten“ bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Ein System kann aus Produkten, Werkzeugen, Dienstleistungen und Personen bestehen.

ANMERKUNG 3 Das Wort „System“ kann in Verbindung mit einer kontextabhängigen Benennung (z. B. Flugzeugsystem) näher bestimmt werden.

ANMERKUNG 4 In Anlehnung an ISO/IEC 15288:2008, Definition 4.31.

2.8

Zielpopulation

Personengruppe, für die etwas gestaltet wird, beschrieben anhand relevanter Merkmale

ANMERKUNG Entsprechende Eigenschaften können beispielsweise das Fertigniveau, die Intelligenz oder die physischen Eigenschaften der Personen, wie z. B. anthropometrische Maße, sein. Diese Merkmale können in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter variieren. Zusätzlich zu diesen personenbezogenen Eigenschaften könnten äußere Faktoren (z. B. kulturelle Unterschiede) von Bedeutung sein.

2.9

Gebrauchstauglichkeit

Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um festgelegte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen

[ISO 9241-210:2009, 2.13]

ANMERKUNG Diese Definition wird normalerweise für Systeme, Produkte und Dienstleistungen verwendet, jedoch nicht für Arbeitssysteme. Sie könnte sich jedoch auf die Gestaltung und Bewertung der Arbeitsmittel innerhalb eines Arbeitssystems beziehen.

2.10

Benutzer

Person, die mit einem System, einem Produkt oder einer Dienstleistung interagiert

ANMERKUNG 1 In Anlehnung an ISO 9241-110:2008, Definition 3.8 und ISO 9241-11:1998, Definition 3.7.

ANMERKUNG 2 Die Person, die eine von einem Arbeitssystem bereitgestellte Dienstleistung in Anspruch nimmt, kann als Benutzer betrachtet werden, wie etwa ein Kunde in einem Geschäft oder ein Fahrgast in einem Zug.

ANMERKUNG 3 Ein Benutzer, der ein System nutzt, ist keine Komponente dieses Systems. Der Benutzer und das genutzte System können jedoch beide als Komponenten eines übergeordneten Systems betrachtet werden.

2.11

Arbeitender

Person, die innerhalb eines Arbeitssystems eine oder mehrere Tätigkeiten zur Erreichung eines Ziels durchführt

[ISO 6385:2004, 2.8]

2.12

Arbeitssystem

System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Arbeitender/Benutzer mit den Arbeitsmitteln umfasst, um die Funktion des Systems innerhalb des Arbeitsraums und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen

[ISO 6385:2004, 2.16]

3 Der ergonomische Ansatz

Die International Ergonomics Association, die internationale Fachgesellschaft für Ergonomie und Arbeitswissenschaft (IEA), definiert Ergonomie als „wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Menschen und anderen Elementen eines Systems befasst bzw. als der Berufsstand, der Theorie, Grundsätze, Daten und Verfahren auf die Gestaltung von Systemen anwendet, mit dem Ziel, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren“ [21]. Dies beinhaltet insbesondere die Ziele der Erleichterung der Ausführung der Aufgabe, des Schutzes und der Förderung der Sicherheit, Gesundheit und des Wohlbefindens des Arbeitenden oder des Benutzers/Operators von Produkten/Ausrüstungen) durch die Optimierung der Aufgaben, der Arbeitsmittel, der Dienstleistungen, der Umgebung oder, allgemeiner, sämtlicher Elemente eines Systems und deren wechselseitiger Beziehungen. Das Erreichen dieser Ziele trägt potentiell zur Nachhaltigkeit und gesellschaftlichen Verantwortung bei (siehe Anhang A).

ANMERKUNG 1 In dieser Internationalen Norm sind durchgängig bei der Verwendung von Begriffen im Singular für Personen in unterschiedlichen Rollen (z. B. Arbeitender, Betreiber, Benutzer, Verbraucher) in unterschiedlichen Bereichen (z. B. das private und berufliche Umfeld) mehrere Menschen sowie höhere Aggregationsebenen, wie Gruppen, Gemeinschaften und Organisationen einbegriffen.

Die Ergonomie behandelt die wechselseitigen Beziehungen zwischen Menschen und anderen Komponenten eines Systems, wie beispielsweise anderen Menschen, Maschinen, Produkten, Dienstleistungen, Umgebungen und Werkzeugen, je nach konkreter Konstellation. Dies umfasst die Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- der Zweck des Systems, des Produkts oder der Dienstleistung (siehe 4.2);
- die Eigenschaften der vorgesehenen Zielpopulation (siehe 4.2.2);
- die angestrebten Ziele und auszuführenden Aufgaben (siehe 4.2.3);
- bestehende Beschränkungen (z. B. übernommene Arbeitsmittel oder Verfahren, wirtschaftliche oder gesetzliche Rahmenbedingungen);
- auf die physische, organisationsbezogene und soziale Umgebung bezogene Faktoren (siehe 4.2.4);
- der Lebenszyklus und jegliche dynamische Veränderungen innerhalb dieses Zyklus (siehe Abschnitt 6).

Um eine optimierte Leistung des Systems zu erreichen, müssen alle genannten Faktoren berücksichtigt werden. Bild 1 bietet ein Beispiel für die in einem ergonomischen Ansatz zu beachtenden Faktoren. Es zeigt, die Tätigkeit einer Person als zentralen Bestandteil der Funktionalität des Systems. Für einen bestimmten Kontext können zusätzliche Faktoren festgelegt werden.

ANMERKUNG 2 B.2 enthält eine textliche Beschreibung von Bild 1.

ANMERKUNG 3 Die Analyse von Tätigkeitsvarianten innerhalb des Nutzungskontextes ist hilfreich, um mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit und die Sicherheit sowie andererseits die quantitativen und qualitativen Ergebnisse zu verstehen.

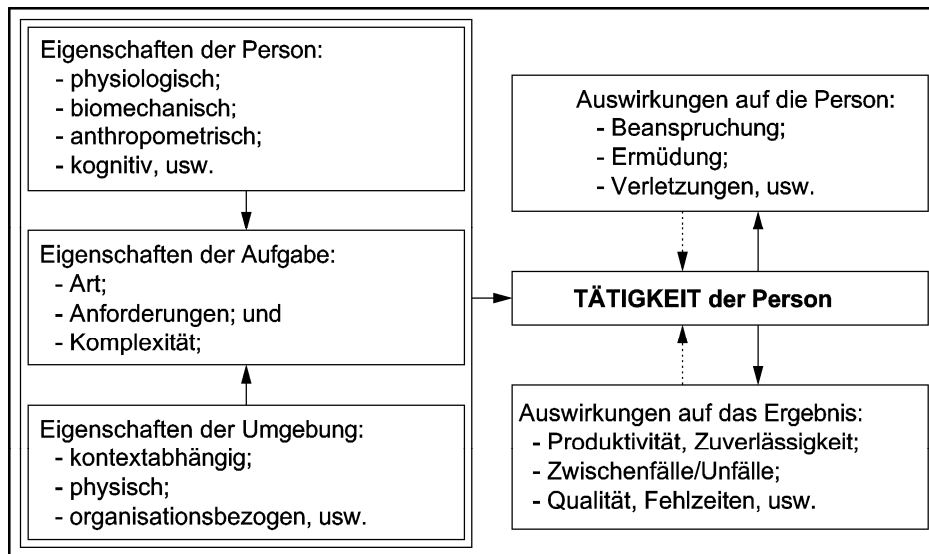


Bild 1 — Beispiel von zu berücksichtigenden Faktoren zur Optimierung der Leistung des Systems

In seiner einfachsten Form besteht das System aus einem Menschen und mindestens einem anderen Element (Mensch, Maschine oder Umgebung), die in einem bestimmten Kontext in Wechselwirkung stehen. Komplexere Systeme umfassen weitere Elemente (z. B. Menschen, Maschinen oder Einrichtungen). Alle derartigen Systeme können in unterschiedlichen Kontexten angetroffen werden, beispielsweise bei der Arbeit, im öffentlichen Leben, in der Freizeit, usw. Im Arbeitskontext werden diese Systeme als *Arbeitssysteme* bezeichnet.

ANMERKUNG 4 Ein Beispiel eines einfachen Systems ist in 5.2 und Bild 2 (siehe auch Anhang B) angegeben.

ANMERKUNG 5 Für eine ausführlichere Darstellung der Gestaltung von Arbeitssystemen siehe ISO 6385 [2].

Diese Internationale Norm umfasst sowohl Prinzipien (siehe Abschnitt 4) als auch Konzepte (siehe Abschnitt 5). Die Prinzipien sind für einen ergonomisch ausgerichteten Gestaltungsprozess (siehe Abschnitt 6) von grundlegender Bedeutung und dienen zur Unterscheidung eines ergonomischen Ansatzes von anderen, diesen Prinzipien nicht folgenden Ansätzen.

Zur Erreichung der Hauptziele der Ergonomie, d. h. der Optimierung der Leistung eines Systems, müssen die in Abschnitt 4 dargestellten Prinzipien angewendet werden.

Die Konzepte stellen Hilfsmittel zur Interpretation, Umsetzung und Bewertung der Gestaltung aus ergonomischer Sicht bereit. Die in dieser Internationalen Norm dargestellten Konzepte sind in der Vergangenheit bereits erfolgreich in bestimmten Kontexten angewendet worden, um ein ergonomisches Gestaltungsergebnis zu erreichen, das ergonomischen Zielen entspricht. Sie können auch in anderen Kontexten hilfreich sein, obwohl sie nicht unbedingt universell anwendbar sind.

Die in Abschnitt 5 beschriebenen Konzepte müssen dort, wo sie angemessen sind, angewendet werden.

4 Prinzipien der Ergonomie

4.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt sind die Prinzipien dargestellt, die für einen ergonomischen Ansatz von grundlegender Bedeutung sind. Diese stellen den Menschen in das Zentrum des ergonomischen Gestaltungsansatzes (menschorientierter Ansatz, siehe 4.2), wobei die Mannigfaltigkeit der menschlichen Bevölkerung (Zielpopulation, siehe 4.2.2) und die Auswirkungen der Aufgabe auf den Menschen (aufgabenorientierter Ansatz, siehe 4.2.3) sowie die Umgebung berücksichtigt werden, in der das Ergebnis der Gestaltung angewendet wird (Umgebungskontext, siehe 4.2.4). Schließlich werden die grundlegenden ergonomischen Kriterien hervorgehoben, die bei der Bewertung der Gestaltung anzuwenden sind (kriterienbasierte Bewertung, siehe 4.3).

4.2 Menschorientierter Ansatz

4.2.1 Allgemeines

Ein ergonomischer Gestaltungsansatz muss menschorientiert sein.

Das bedeutet, dass sämtliche gestaltbaren Komponenten eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung an die Merkmale der vorgesehenen Benutzer, Operateure oder Arbeitenden angepasst sind, statt dass die Menschen dem System, Produkt oder der Dienstleistung entsprechend ausgewählt und/oder an diese angepasst werden. Dies sollte geschehen durch Berücksichtigung der

- vorgesehenen Zielpopulation,
- Aufgabe, des Ziels oder des angestrebten Ergebnisses eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung, und
- Umgebung, in der das Gestaltungsobjekt funktionieren soll.

Aus Sicht der Ergonomie sind Strategien zur Auswahl und Schulung kein Ersatz für die angemessene Gestaltung von Systemen, Produkten oder Dienstleistungen, auch wenn darüber hinaus ein bestimmtes Ausmaß an Auswahl und Schulung in einigen Fällen erforderlich sein kann.

Die von der Gestaltung Betroffenen (z. B. Arbeitende oder Benutzer) sollten in den gesamten Gestaltungsprozess, einschließlich der Bewertung, eingebunden werden. Das ist bei der Optimierung von Lösungen hilfreich (z. B. indem besondere Erfahrung und Anforderungen eingebracht werden). Ihre frühzeitige und permanente Mitwirkung und Beteiligung werden in der Ergonomie daher als eine effiziente Gestaltungsstrategie angesehen.

ANMERKUNG Für eine ausführlichere Darstellung der menschorientierten Gestaltung für interaktive Systeme, siehe beispielsweise ISO 9241-210. [8]

4.2.2 Zielpopulation

Die Zielpopulation muss festgelegt und beschrieben werden.

Die menschliche Bevölkerung ist sehr mannigfaltig. Menschen unterscheiden sich in ihren Körpermaßen und in ihren biomechanischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten. Aus diesem Grund ist die ergonomische Gestaltung normalerweise an einer bestimmten Zielpopulation ausgerichtet und nicht an einem Individuum oder der gesamten Bevölkerung. Diskriminierung, die zu ungerechter Behandlung führt (z. B. aufgrund von Geschlecht, Alter oder Behinderung), muss bei der Ermittlung und Festlegung der Zielpopulation verhindert werden (siehe ILO-Übereinkommen Nr. 111 [22]).

ANMERKUNG 1 Unter besonderen Umständen (z. B. im Rahmen einer Rehabilitationsmaßnahme) kann die Zielpopulation eine einzige Person sein.

ANMERKUNG 2 Zielpopulationen können sich im Lauf der Zeit ändern, und alle derartigen Entwicklungstendenzen müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 3 Die Einbeziehung älterer Personen sowie von Menschen mit Behinderungen in die Zielpopulation und eine entsprechende Gestaltung können dazu beitragen, die Zugänglichkeit eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung zu verbessern (siehe ISO/IEC Guide 71 [20] und ISO/TR 22411 [17]).

Die für die Gestaltung relevanten Merkmale der Zielpopulation müssen ermittelt und deren Variationsbreite innerhalb der vorgesehenen Zielpopulation festgelegt werden (z. B. Körpergröße, Sehvermögen, Lese- und Schreibvermögen, Fertigkeiten, Fachwissen).

ANMERKUNG 4 Für eine ausführlichere Darstellung der Quellen von Variationen siehe zum Beispiel ISO 14738 [12] für anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen und ISO/TR 22411 [17] für ergonomische Daten von älteren oder behinderten Menschen.

Für die innerhalb der Zielpopulation bestehende Variation wird nach einer allgemeinen Übereinkunft in der Ergonomie für die wichtigsten Gestaltungsmerkmale (z. B. Körpergröße, Sehvermögen, Lese- und Rechtsschreibvermögen) das 5. und/oder das 95. Perzentil verwendet, um eine für mindestens 90 % der Zielpopulation angemessene Gestaltung zu erreichen. Unter bestimmten Umständen kann ein anderer Perzentilbereich verwendet werden. Beispielsweise werden für viele sicherheitstechnische Anwendungen das 1. und das 99. Perzentil verwendet.

ANMERKUNG 5 In den meisten Fällen ist die Verwendung von Durchschnittswerten keine geeignete Verfahrensweise, um dem Wertebereich Rechnung zu tragen, der mit einem bestimmten Merkmal verbunden ist.

ANMERKUNG 6 Es ist wichtig, sich darüber im Klaren zu sein, dass die unkritische Verwendung univariater Perzentile, wenn die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Merkmale notwendig ist, dazu führen kann, dass die tatsächlich berücksichtigte Population kleiner als die vorgesehene ausfällt. Der Grad, bis zu dem eine ergonomische Lösung durch Verwendung univariater Perzentile beeinträchtigt ist, hängt von den Korrelationen zwischen diesen Merkmalen ab. Bei geringen Korrelationen ist es ratsam, bei der Festlegung der Gestaltungskriterien größere Perzentilbereiche oder multivariate Modelle der Variation innerhalb der Population zu verwenden.

4.2.3 Aufgabenorientierter Ansatz

Bei der Gestaltung müssen die Beschaffenheit der Aufgabe und deren Auswirkungen auf den Menschen umfassend berücksichtigt werden.

Aufgabenorientierte Gestaltung wird verwendet, um sicherzustellen, dass die Aufgaben dem Menschen angemessen sind. Sie beinhaltet die Zuordnung von Funktionen und Aufgaben zum Menschen oder zur Technik. Defizite bei der Aufgabengestaltung werden sowohl für den Menschen als auch für das Gesamtsystem zu negativen Auswirkungen führen. Diese können nicht durch die Gestaltung der technischen Komponenten des Systems ausgeglichen werden. Die möglichen Folgen der Aufgabengestaltung sowohl für die von ihr betroffenen Personen als auch für das Gesamtsystem müssen berücksichtigt werden.

Eine aufgabenorientierte Gestaltung berücksichtigt ebenfalls Abweichungen, die zwischen dem Entwurf der Aufgabe und der Art und Weise, wie die Aufgabe tatsächlich ausgeführt wird, festgestellt werden können. Aktivitäten bei der Ausführung einer Aufgabe werden von Variationen und Veränderungen, wie etwa des Kontextes, der Abläufe, der Ausrüstung, von Produkten oder Materialien beeinflusst.

ANMERKUNG 1 Um die Auswirkungen der Aufgabe auf den Menschen berücksichtigen zu können, ist es wichtig, auf Erkenntnisse über bestehende ähnliche oder verwandte Aufgaben Bezug zu nehmen.

ANMERKUNG 2 Ein Beispiel dieses Ansatzes im Kontext interaktiver Systeme findet sich in ISO 9241-2 [4].

Angemessen gestaltete Aufgaben

- können sicher und effektiv von der Zielpopulation ausgeübt werden, sowohl kurz- als auch langfristig,
- führen bei den Mitgliedern dieser Population weder kurz- noch langfristig zu Beeinträchtigungen,
- können zur Weiterentwicklung der Fähigkeiten und Kenntnisse der Operateure/Benutzer verwendet werden.

Aufgaben und die mit ihnen verbundenen Tätigkeiten müssen bestimmt und hinreichend genau beschrieben sein, sodass die erforderlichen Anforderungen an menschliche Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse festgelegt werden können. Diese Beschreibung sollte den In- und Output der Aufgabe enthalten.

ANMERKUNG 3 Es ist außerdem wichtig, die Beziehungen zwischen verschiedenen Aufgaben zu bestimmen.

Bei einer am Menschen orientierten Gestaltung wird das Ziel von der Aufgabe unterschieden. Ziele können als angestrebte Ergebnisse betrachtet werden, wohingegen sich Aufgaben aus einer Reihe von Tätigkeiten zusammensetzen, die zum Erreichen des Ziels oder der Ziele notwendig sind. Hierarchisch gesehen, kann ein Ziel in eine Reihe von Teilzielen untergliedert werden und eine Aufgabe in entsprechende Teilaufgaben.

ANMERKUNG 4 In einfachen Systemen können sämtliche Aufgaben durch dasselbe Individuum ausgeführt werden, um das abschließende Ziel zu erreichen. In komplexeren Systemen wird das Ziel eher durch mehrere Individuen erreicht, die unterschiedliche, aber miteinander verbundene Aufgaben ausführen.

Tätigkeiten basieren auf einzelnen Handlungen, z. B. Einzelereignissen wie Drücken einer Taste, Erkennen eines Signals oder Erarbeiten einer Idee.

ANMERKUNG 5 In einigen Bereichen der Ergonomie wird der Begriff „Schritt“ zur Beschreibung einer bestimmten Ebene einer „Tätigkeit“ verwendet.

4.2.4 Umgebungskontext

Die physischen, organisationsbezogenen, sozialen und rechtlichen Umgebungen, in denen ein System, ein Produkt, eine Dienstleistung oder eine Einrichtung genutzt werden soll, müssen identifiziert und beschrieben sowie ihre jeweilige Spanne definiert werden.

Diese Umgebungen bilden wichtige Elemente des Kontextes einer Gestaltungslösung und können einen entscheidenden Einfluss auf die Wirksamkeit der resultierenden Gestaltung haben. Die physischen Eigenschaften umfassen beispielsweise die thermischen Bedingungen, Beleuchtung, Lärm, Raumgestaltung und Möblierung. Zu den organisationsbezogenen und sozialen Aspekten der Umgebung gehören Faktoren wie z. B. Arbeitsabläufe, Organisationsstrukturen und Einstellungen.

In einigen Anwendungsfeldern der Ergonomie ist die Umgebung ein kontextueller Faktor, der nicht verändert werden kann. In anderen können Aspekte der Umgebung gestaltet werden. Wenn die Umgebungsfaktoren Teil des Systems, des Produkts, der Dienstleistung oder der Einrichtung sind, muss deren Gestaltung oder Neugestaltung in den Gestaltungsprozess und dessen Ergebnis einbezogen werden. Bei jenen Aspekten der Umgebung, die nicht veränderbar sind, müssen deren Eigenschaften bei der Gestaltung des Systems, des Produkts, der Dienstleistung oder der Einrichtung berücksichtigt werden.

Die Umgebungseinflüsse können größer sein, wenn Menschen bereits an den Grenzen ihrer Möglichkeiten arbeiten. Beruhen die Gestaltungsentscheidungen auf Fähigkeitsdaten, die nur in einer neutralen Umgebung gemessen wurden, so kann dies beeinträchtigende Wirkungen zur Folge haben.

BEISPIEL 1 Die Ausrüstung für den Einsatz in einem Kühlhaus ist so gestaltet, dass dabei die Notwendigkeit berücksichtigt wird, dass die Arbeitenden isolierte Schutzhandschuhe tragen.

BEISPIEL 2 Eine angemessene Gestaltung eines Parkscheinautomaten, der auf einem Parkplatz aufgestellt werden soll, trägt dem Spektrum an wechselnden Umgebungsbedingungen Rechnung, unter denen er genutzt wird (z. B. von Dunkelheit bis zu hellem Sonnenlicht).

ANMERKUNG Informationen zur Berücksichtigung der Umweltfaktoren sind zum Beispiel in ISO 8995 [3] zu finden, in ISO 15265 [13] für Arbeitsplätze und in ISO 24500 [18] für ältere und behinderte Personen.

4.3 Kriterienbasierte Bewertung

Die Bewertung des ergonomischen Gestaltungsergebnisses jedes Systems, Produkts oder jeder Dienstleistung muss auf bewährten ergonomischen Kriterien beruhen, unabhängig davon, ob die Gestaltung einem ergonomischen Gestaltungsprozess folgte oder nicht (siehe 6.2).

Ergonomische Kriterien können sich auf das Folgende beziehen:

- menschliche Leistung;
- Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden;
- Zufriedenheit.

ANMERKUNG 1 Messungen der menschlichen Leistung können zur Beurteilung von Veränderungen hinsichtlich der Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse verwendet werden, die sich aus der Gestaltung ergeben.

Wiederholte Bewertungen in Bezug auf ergonomische Kriterien müssen ein wesentlicher Bestandteil sämtlicher ergonomischen Gestaltungsprozesse sein. Die jeweilige Bedeutung verschiedener Kriterien ist abhängig von der Art des Systems, Produkts oder der Dienstleistung.

BEISPIEL Neben sicherheitsbezogenen Kriterien kann die Nutzerzufriedenheit eine hohe Priorität bei der Bewertung von Verbraucherprodukten haben, während in einem Arbeitssystem gesundheits- und leistungsbezogene Kriterien vorrangig sein werden.

Die Bewertung muss sowohl Kurzzeit- als auch Langzeitauswirkungen berücksichtigen, je nach Erfordernis.

ANMERKUNG 2 Für Beispiele zur Bewertung interaktiver Systeme siehe ISO 9241-11 [5].

5 Konzepte der Ergonomie

5.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden mehrere Konzepte skizziert, die für das Verständnis und die Anwendung der Prinzipien der Ergonomie aus Abschnitt 4 hilfreich sind. Wie in Abschnitt 3 beschrieben, sind diese Konzepte für die Anwendung der Ergonomie in speziellen Bereichen von Bedeutung, aber nicht notwendigerweise auf sämtliche Bereiche anwendbar.

ANMERKUNG 1 Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept wird am häufigsten bei der Gestaltung von Arbeitssystemen verwendet, während das Konzept der Gebrauchstauglichkeit bei der Gestaltung interaktiver Systeme am meisten verbreitet ist.

ANMERKUNG 2 Diese Internationale Norm enthält keine vollständige Übersicht über alle Konzepte der Ergonomie.

5.2 Das Systemkonzept

Eines der grundlegenden Konzepte der Ergonomie bei der Gestaltung und Bewertung ist das Systemkonzept, das sich mit den Wechselwirkungen im System zwischen dem Menschen und anderen Elementen in einem System beschäftigt. In Bild 2 ist beispielhaft ein einfaches Modell eines Mensch-Maschine-Systems dargestellt. Es zeigt den Menschen und die Maschine als integrale Bestandteile des Systems. Der Mensch erhält Informationen über den Status der Maschine und den gesteuerten Prozess mittels Sensoren und Anzeigen, verarbeitet diese Informationen (vergleicht sie möglicherweise mit Zielen oder Erwartungen) und nimmt anschließend mit Hilfe von Effektoren (wie etwa Händen, Füßen oder Stimme) gegebenenfalls erforderliche Veränderungen am System vor. Folglich stehen Menschen, wie in 4.2 beschrieben, im Mittelpunkt des Systems. Dieses Modell kann ebenfalls zur Veranschaulichung der Mensch-Mensch-Wechselwirkung verwendet werden, indem die Maschinenkomponente durch einen weiteren Menschen ersetzt wird. Es ist jedoch wichtig daran zu erinnern, dass Systeme selten für Individuen, sondern für eine oder mehrere Zielgruppen oder Populationen gestaltet werden (siehe 4.2.2).

ANMERKUNG 1 Anhang B enthält eine textliche Beschreibung von Bild 2.

ANMERKUNG 2 In den letzten Jahren sind zahlreiche Modelle, die Mensch-Maschine-Systeme beschreiben und dabei unterschiedliche Aspekte der Wechselwirkung zwischen Menschen und Maschinen hervorheben, entwickelt worden.

ANMERKUNG 3 Für Informationen hinsichtlich der Gestaltung von Stellteilen und Anzeigen siehe ISO 9355 [9] und ISO 1503 [1], und für Angaben zur Berücksichtigung der Belange älterer und behinderter Menschen siehe ISO/TR 22411 [17].

Wie in Bild 2 ersichtlich, gibt es Eingaben (z. B. Informationen, Energie, Material, usw.) aus Quellen außerhalb des Systems, die vom System in Ausgaben (z. B. Produkte oder Informationen) umgewandelt werden.

Mensch und Maschine befinden sich, wie gezeigt, innerhalb einer räumlichen Umgebung. Diese räumliche Umgebung wiederum liegt innerhalb einer physischen und innerhalb einer organisationsbezogenen Umgebung. Außerhalb dieser Umgebung beeinflussen potentiell auch die soziale, gesetzliche sowie kulturelle Umgebung die Funktionsweise des Systems. Alle diese Einwirkungen sind durch die Blöcke in Bild 2 abgebildet, die symbolisieren, wie sich die unterschiedlichen Elemente gegenseitig beeinflussen. Diese Einwirkungen sind nicht zwangsläufig gestaltbar und sollten, dort wo sie nicht gestaltbar sind, im Gestaltungsprozess als Einschränkungen berücksichtigt werden.

Ähnliche Überlegungen können auch auf andere und oft komplexere Arten von Systemen angewendet werden - beispielsweise auf solche, die Wechselwirkungen von Mensch zu Mensch oder Wechselwirkungen zwischen Menschen und mehreren Maschinen, Produkten oder Dienstleistungen einschließen.

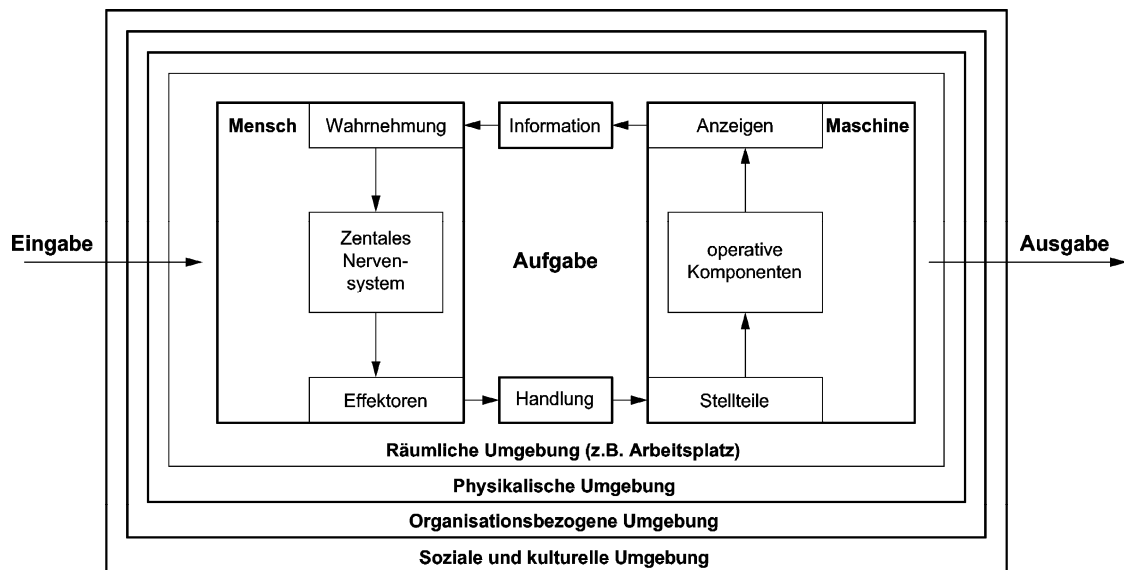


Bild 2 — Beispiel eines Mensch-Maschine-Umgebung-System Modells^{N1)}

5.3 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept bezieht sich auf die Beurteilung von menschlichen Tätigkeiten. Bei der Anwendung des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts wird besondere Aufmerksamkeit auf die Beziehungen zwischen der Belastung, der dadurch im Individuum ausgelösten Beanspruchung und den dadurch hervorgerufenen kurz- und langfristigen Auswirkungen gelegt. Dies ist grundlegend für den populations- und aufgabenorientierten Ansatz (entsprechend 4.2.2 und 4.2.3). Ein Hauptmerkmal dabei ist, dass die durch jede Art von Belastung (psychische oder physische) entstehenden Wirkungen nicht nur von den unterschiedlichen Formen der Belastung, sondern auch von kurz- und langfristigen intraindividuellen Veränderungen (innerhalb des Individuums) abhängen. Die Auswirkungen der (von außen einwirkenden) Belastung auf die (innere) Beanspruchung werden außerdem von interindividuellen Unterschieden (zwischen verschiedenen Menschen) beeinflusst, zum Beispiel in den jeweiligen psychischen und physischen Fähigkeiten.

Konzeptionell (siehe Bild 3) ist das Individuum einer Belastung ausgesetzt. Diese wird durch Faktoren erzeugt, die sich außerhalb des Individuums befinden, wie in Bild 2 zusammenfassend dargestellt (siehe auch Anhang B). Diese Faktoren sind vom Individuum, das dieser Belastung ausgesetzt ist, unabhängig. Die Belastung, die sowohl physischer (z. B. eine manuelle Handhabungsaufgabe) als auch psychischer Art (z. B. eine Informationsverarbeitungsaufgabe) sein kann, lässt sich durch ihren Typ, ihre Intensität und ihre zeitlichen Merkmale beschreiben. Die zeitlichen Merkmale der Belastung, wie beispielsweise die Dauer oder die Abfolge von Tätigkeiten und Pausen, sind von besonderer Bedeutung, weil sie die Beanspruchung und folglich die Auswirkungen auf das Individuum beeinflussen.

N1) Nationale Fußnote: Unter Effektoren werden in der Arbeitswissenschaft die Möglichkeiten zur Einwirkung durch Hände, Füße sowie durch die Stimme usw. verstanden.

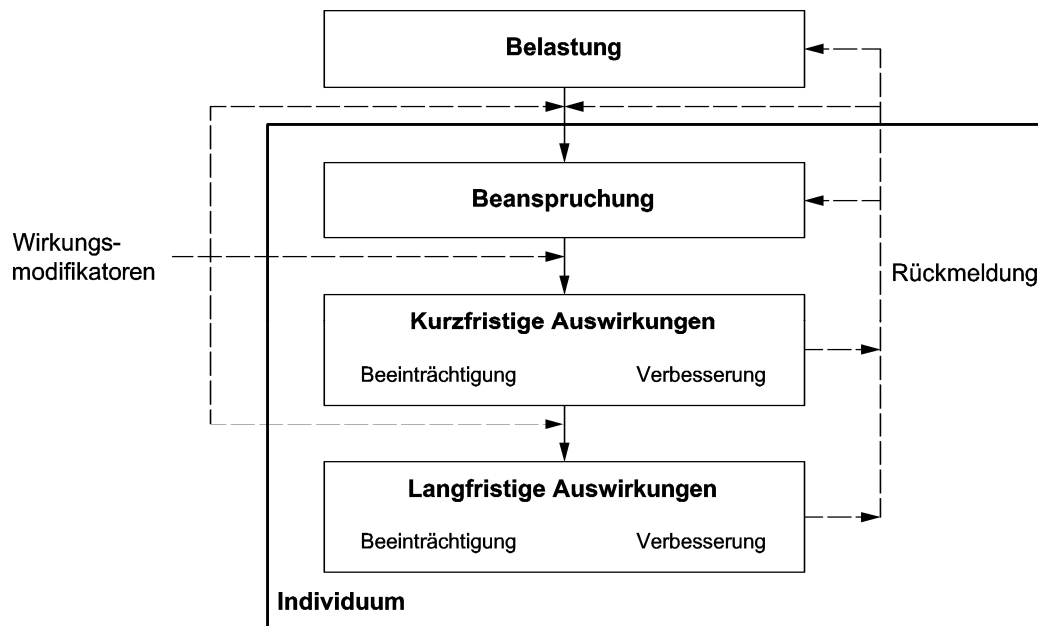


Bild 3 — Modell des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts

ANMERKUNG 1 Eine textliche Beschreibung von Bild 3 ist in Anhang B enthalten.

Die Wirkungen, die die Belastung auf das Individuum hat, werden durch individuelle Merkmale beeinflusst. Diese schließen beispielsweise die physischen und psychischen Fähigkeiten ein, Fertigkeiten, Arbeitstechniken und -verhalten, den funktionalen Zustand, die Ausführung der Aufgabe durch das Individuum sowie dessen Wahrnehmung der Belastung und Beanspruchung. Einige dieser Faktoren können in zeitlicher Hinsicht sowohl kurz- als auch langfristig variieren, zum Beispiel als Teil des mit der Entwicklung von Erfahrung verbundenen kontinuierlichen Prozesses der Aneignung und Vertiefung von Fertigkeiten, der zu einer Steigerung der Effizienz und Effektivität führt. Alternativ kann das Individuum, sofern dies realisierbar ist (z. B. durch Einlegen einer Pause oder durch die Veränderung der Arbeitsgeschwindigkeit), eine Veränderung der Belastung herbeiführen (Rückkopplung).

Die (externe) Belastung löst eine (interne) Beanspruchung aus, und zwar wiederum in Abhängigkeit von individuellen Merkmalen. Beispielsweise führt das Anheben eines Gegenstandes auf eine bestimmte Höhe bei verschiedenen Individuen zu einer unterschiedlichen Beanspruchung, zum Beispiel in Bezug auf den Anteil der aufzubringenden maximalen Muskelkraft.

Die Beanspruchung kann sowohl kurz- als auch langfristige Auswirkungen haben. Einige dieser Auswirkungen, wie z. B. Ermüdung, treten vorübergehend auf und der Körper kehrt schnell in seinen Ausgangszustand zurück, vorausgesetzt es sind ausreichende Erholungsmöglichkeiten vorhanden. Andere Folgen sind anhaltender und haben länger dauernde, manchmal bleibende Auswirkungen. Sowohl langfristige als auch kurzfristige Auswirkungen können entweder positiv oder negativ sein. Sie entwickeln sich in einem komplexen, zeitabhängigen und manchmal iterativen Prozess. Das gilt für physische und psychische Tätigkeiten in vielen Bereichen und umfasst daher z. B. den Betrieb von Maschinen, komplexe Verbraucherprodukte, öffentlich zugängliche Systeme oder die Pflege eines Patienten. Eine Diskrepanz zwischen der Belastung und den Ressourcen des Individuums kann zu negativen Ergebnissen führen, wie beispielsweise zu vermehrten Verletzungen und Fehlern, und geringerer Qualität und Produktivität usw.

ANMERKUNG 2 Für eine ausführlichere Darstellung für den Bereich der psychischen Arbeitsbelastung siehe ISO 10075 [10].

BEISPIEL Bei einer Aufgabe, die zur Durchführung schwere körperliche Aktivitäten erfordert, kann die Arbeit zunächst eine negative kurzfristige Auswirkung haben (z. B. eine durch das verzögerte Auftreten von Muskelkater ausgelöste unangenehme Empfindung). Diese wahrgenommene negative Auswirkung wird jedoch von weniger offenkundigen Auswirkungen begleitet, wie beispielsweise physiologische Anpassung oder psychologisches Lernen und Gewöhnung, sodass durch innere Rückkopplungsprozesse die negative Auswirkung gemindert und anschließend durch positivere Reaktionen ersetzt werden kann, (z. B. gesteigerte Muskelkraft). Ähnliche Prozesse können bei vorwiegend geistigen Tätigkeiten beobachtet werden, bei denen der Lernprozess die Ausführung der Tätigkeit zunehmend erleichtert.

Allgemein führt eine Dauerbelastung durch übermäßig hohe physische und/oder psychische Belastung zu Beeinträchtigungen, wie z. B. Ermüdung, Monotonie oder verminderter Wachsamkeit, die abhängig von der Intensität und dem zeitlichen Muster der Belastung und der daraus resultierenden Beanspruchung sind, mit einem nichtlinearen Anstieg der Auswirkungen bei zunehmender Dauer und/oder Intensität. Alle diese Auswirkungen sind nicht-pathologische Erscheinungsformen von Beanspruchungsfolgen und durch Erholung oder einen Wechsel der Tätigkeiten/Aufgaben vollständig reversibel. Pausen oder eine Begrenzung der Belastungsdauer helfen folglich den Beanspruchungsanstieg und die daraus resultierende Ermüdung zu vermindern und sorgen für eine Rückkehr von einer solchen Ermüdung zu einem Zustand der vollständigen Erholung.

Können zeitweilige Beeinträchtigungen nicht vermieden werden und lässt sich eine vollständige Erholung von diesen Beeinträchtigungen nicht erreichen, können sich daraus Langzeitauswirkungen, wie z. B. Erschöpfung, chronische Ermüdung oder „Burnout“ ergeben. Die Einflussnahme auf die Belastung durch Veränderung ihrer Intensität oder ihres zeitlichen Musters ist demnach ein Mittel zur Vermeidung von kurzfristigen oder langfristigen Beeinträchtigungen des Individuums.

Die Unterbrechung einer Tätigkeit/Aufgabe kann allerdings, insbesondere wenn sie länger als für eine ausreichende Erholung notwendig andauert, zu einer Verringerung der erworbenen Fähigkeiten (z. B. Verringerung des erworbenen Fertigkeitenniveaus oder Verlust von Strategien zur Problemlösung) führen. Das Erlernen oder die Aneignung von Fertigkeiten sowie die Entfaltung von Fähigkeiten sind, insbesondere langfristig gesehen, die Folge der Wechselwirkung zwischen der Belastung und dem Individuum. Andererseits stellt eine zu geringe Belastung, die zu einem „Verlernen“ oder dem Verlust von Fähigkeiten aufgrund eingeschränkten Gebrauchs und fehlender Rückmeldung führt, eine unerwünschte Folge dar.

Das Erlernen oder die Aneignung von Fertigkeiten kann durch externe Maßnahmen, wie z. B. Schulung, gefördert werden.

Langfristige Veränderungen in den Fähigkeiten, einschließlich der Fertigkeiten, können aufgrund von Erfahrung, Alter oder Krankheit auftreten.

Die Beziehungen zwischen Belastung, Beanspruchung und deren Auswirkungen müssen bei der Gestaltung eines Systems, einer Dienstleistung, eines Produktes oder einer Aufgabe berücksichtigt werden, um Beeinträchtigung des Individuums durch eine angemessene Gestaltung der Belastung zu verhindern.

5.4 Gebrauchstauglichkeit

Die Effektivität und die Effizienz eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung sowie die Zufriedenheit mit einem System, Produkt oder einer Dienstleistung in Bezug auf die jeweilige Zielpopulation sind wichtige ergonomische Ziele. Ein Mittel zur Berücksichtigung dieser Ziele stellt die Anwendung des Konzepts der Gebrauchstauglichkeit und der damit verbundenen Kriterien dar.

Gebrauchstauglichkeit ist ein Konzept, das bei der Festlegung, Gestaltung und Bewertung von Systemen, Produkten und Dienstleistungen verwendet wird. Es umfasst die Dimensionen Effektivität und Effizienz sowie Zufriedenheit und dient als Rahmen zur Festlegung und Überprüfung der zu erreichenden Gestaltungsziele.

Das Konzept der Gebrauchstauglichkeit kann auf die Gestaltung und Bewertung von Dienstleistungen einer Organisation angewendet werden.

Bei der Anwendung des Konzepts innerhalb von Arbeitssystemen sollten sämtliche relevanten Systemkomponenten identifiziert werden.

Eine unter dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit erfolgende Gestaltung (bzw. Umgestaltung) schließt die Berücksichtigung von Problemen der Gebrauchstauglichkeit auf sämtlichen Stufen des Lebenszyklus ein, einschließlich der Konzeption, des ausführlichen Lösungsentwurfs, der Bewertung, der Umsetzung, des Langzeitgebrauchs, der Instandhaltung, der Entsorgung und des Recyclings.

Der jeweilige Gestaltungskontext (Merkmale der Zielpopulation, Ziele, Aufgaben, physische und technische Umgebungen, Materialien, usw.) bestimmt, welche operationalen Aspekte der Effektivität und Effizienz sowie Zufriedenheit für die Nutzung jeweils von Bedeutung sind. Für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit oder deren Dimensionen steht im Konzept der Gebrauchstauglichkeit kein standardmäßiger Satz von Metriken (Messvorschriften und Messgrößen) zur Verfügung, der universell anwendbar ist. Die Metriken sollten für die spezielle Anwendung entwickelt werden.

ANMERKUNG Für eine ausführlichere Darstellung der Gebrauchstauglichkeit siehe ISO 9241-11 [5].

5.5 Zugänglichkeit

Zugänglichkeit beschreibt das Ausmaß, in dem Produkte, Systeme, Dienstleistungen, Umgebungen und Einrichtungen durch Menschen aus einer in Bezug auf ihre Eigenschaften und Fähigkeiten möglichst weit gefassten Population genutzt werden können, um ein festgelegtes Ziel in einem festgelegten Nutzungskontext zu erreichen. Zugänglichkeit ist im Allgemeinen eher multidimensional und kontinuierlich als eindimensional oder diskontinuierlich (z. B. „ja/nein“). Das Ziel einer unter dem Aspekt der Zugänglichkeit erfolgenden Gestaltung besteht darin, die Zielpopulation zu erweitern, damit Produkte, Systeme, Dienstleistungen, Umgebungen und Einrichtungen für mehr Menschen zugänglich sind (siehe ISO/TR 22411 [17]). Das Konzept der Zugänglichkeit kann auf die Gestaltung und Bewertung von Dienstleistungen einer Organisation angewendet werden.

Das Ausmaß der Zugänglichkeit hängt sowohl von der Anzahl der Personen, die ein Produkt, ein System, eine Dienstleistung, eine Umgebung oder eine Einrichtung nutzen können, als auch von der Qualität der Nutzung ab. Bei der ergonomischen Gestaltung kann dieses Ziel sowohl durch die Erweiterung der vorgesehenen Zielpopulation als auch durch die Steigerung der Zugänglichkeit für Angehörige innerhalb der Zielpopulation erreicht werden. Deshalb müssen in Abhängigkeit von den Zielen der Gestaltung die zu berücksichtigenden Merkmale der jeweiligen Zielpopulation so unterschiedlich wie möglich sein. Beispielsweise erfordert die Berücksichtigung einer größeren Altersspanne, um dem wachsenden Anteil älterer Menschen an der Bevölkerung zu entsprechen, vom Gestalter die Beachtung der sich altersabhängig verändernden Eigenschaften beziehungsweise Merkmale. Dies kann auch die Ermittlung von bestimmten Untergruppen einschließen, die berücksichtigt werden sollten, wie beispielsweise Hörgeschädigte, Personen mit kognitiven Beeinträchtigungen, Personen, die bereits unterstützende Technologien nutzen oder solche, die individuelle Lösungen oder alternative Zugangsmöglichkeiten benötigen.

Die erreichbare Zugänglichkeit wird durch den Kontext bestimmt, in dem das gestaltete Produkt, das System, die Dienstleistung, die Umgebung oder die Einrichtung genutzt wird. Eine ausdrückliche Festlegung des Bereichs und der Art der Merkmale innerhalb der vorgesehenen Zielpopulation spielt bei der Identifizierung der Anforderungen an die Zugänglichkeit eine entscheidende Rolle.

BEISPIEL Die Zielpopulation für visuelle Anzeigen im Cockpit von Flugzeugen ist gesetzlich auf Individuen mit hoher Sehschärfe begrenzt. Die Zielpopulation für einen öffentlichen Informationsstand zeichnet sich hingegen durch einen größeren Bereich von Fähigkeiten und Einschränkungen aus, einschließlich (Farben-)Blindheit und Sehbehinderung, und die Personen der Zielpopulation haben einen Rechtsanspruch auf Zugang zu einem solchen Informationsstand. Die Berücksichtigung dieser Faktoren erweitert die Population, für die der Informationsstand zugänglich ist.

ANMERKUNG 1 Zugänglichkeit und Gebrauchstauglichkeit sind Begriffe, die im Vorfeld in anderen Bereichen entstanden sind. Wie definiert, befasst sich die Gebrauchstauglichkeit im Wesentlichen mit der Qualität der Nutzung des Produkts, des Systems, der Dienstleistung, der Umgebung oder der Einrichtung innerhalb einer Population, während sich die Zugänglichkeit mit dem Ausmaß beschäftigt, in dem eine Nutzung insbesondere durch Menschen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit möglich ist, wenngleich die Unterscheidung zwischen beiden Konzepten nicht immer deutlich ist.

ANMERKUNG 2 Für eine ausführlichere Darstellung der Zugänglichkeit siehe ISO/TR 22411 [17] und ISO 9241-20 [6]. Siehe auch Richtlinien zur Zugänglichkeit von Webinhalten, z. B. Literaturhinweis [23].

ANMERKUNG 3 Weitere Informationen in Bezug auf die Bedeutung der Zugänglichkeit sind im Literaturhinweis [24], enthalten.

6 Der ergonomieorientierte Gestaltungsprozess

6.1 Allgemeines

Gestaltung erfolgt mehr oder weniger auf allen Stufen innerhalb des Lebenszyklus von Systemen, Produkten, Dienstleistungen, Umgebungen oder Einrichtungen, d. h. beim Entwerfen von Alternativen, in der Entwicklung und in der Umsetzung der Gestaltung sowie bei der Korrektur von Mängeln, die im Rahmen einer Bewertung identifiziert wurden. In allen Fällen sind dabei ergonomische Überlegungen zu berücksichtigen. Die Gestaltung aller Aspekte, einschließlich von Verfahren, Handbüchern, Schulungen und des Verhältnisses zu den Nutzern von Dienstleistungen ist mit ergonomischen Überlegungen verbunden.

ANMERKUNG 1 Der Lebenszyklus besteht normalerweise aus der Konzeption, dem Lösungsentwurf, der Bewertung, der Umsetzung, der Langzeitnutzung, der Instandhaltung, der Entsorgung und des Recyclings.

Sämtliche Arten von Gestaltungsvorhaben müssen während des gesamten Lebenszyklus die ergonomischen Gesichtspunkte berücksichtigen. Dieser Prozess sollte in einer systematischen Weise ablaufen.

ANMERKUNG 2 Beispiele für Gestaltungsvorhaben sind der Einbezug von fertigen Standardkomponenten, die Anpassung eines bestehenden Systems und die Entwicklung eines neuen Produkts oder einer neuen Dienstleistung.

Um die Sicherheit, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Arbeitenden bzw. Benutzer, bei gleichzeitiger Optimierung der Leistung, Effektivität und Effizienz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Systems, sicherzustellen, muss der Gestaltungsprozess die in 6.2 genannten Grundanforderungen berücksichtigen.

6.2 Grundanforderungen an einen ergonomieorientierten Gestaltungsprozess

An einen ergonomieorientierten Gestaltungsprozess werden folgende Grundanforderungen gestellt.

- Die Ergonomie muss innerhalb des Gestaltungsprozesses frühzeitig und kontinuierlich berücksichtigt werden.
- Um jeglichen negativen Auswirkungen vorzubeugen, muss hinreichend Aufmerksamkeit auf die Anwendung ergonomischer Grundsätze gerichtet werden (siehe 4.2 und 4.3).
- Für die Gestaltung müssen ergonomische Kriterien festgelegt werden (siehe 4.3).
- Diese ergonomischen Kriterien müssen bei der konzeptionellen und detaillierten Gestaltung berücksichtigt werden (siehe 4.3).
- Aufgaben der Personen und Wechselwirkungen mit ihnen müssen in den Prozess einbezogen werden (siehe 4.2.3).
- Arbeitende oder Benutzer bzw. mögliche Arbeitende oder Benutzer, je nachdem was zutrifft, müssen in den Prozess einbezogen werden (siehe 4.2).
- Eine Bewertung muss durchgeführt und die erforderlichen Anpassungen und Korrekturen müssen vorgenommen werden (siehe 4.3).

ANMERKUNG 1 Die ideale Grundlage für die Bewertung ist eine reale Nutzung durch reale Benutzer, die repräsentative Aufgaben unter realistischen Bedingungen ausführen.

ANMERKUNG 2 Sämtliche Aspekte der Gestaltung können bewertet und überarbeitet werden (auch Anforderungen).

- der Gestaltungsprozess muss flexibel genug sein, um eine iterative Erarbeitung der Gestaltungslösung zu ermöglichen.

ANMERKUNG 3 Ziel ist es, über genügend Flexibilität bei den Ressourcen und Verfahren zu verfügen, um die Gestaltungslösung so zu überarbeiten, dass sie den ergonomischen Prinzipien und den Anforderungen des Benutzers beziehungsweise Arbeitenden entspricht. Es ist nicht beabsichtigt, unnötige Wiederholungen innerhalb des Gestaltungsprojekts zu fordern.

Unterschiedliche Management- und Gestaltungsstrategien setzen unterschiedliche Schwerpunkte in Bezug auf diese Anforderungen. Beispielsweise legt die partizipative Gestaltung den Schwerpunkt auf die Mitwirkung der Benutzer und Anderer im Gestaltungsprozess, während sich die leistungsbezogene Gestaltung auf Leistung als wesentliches Ergebnis konzentriert.

ANMERKUNG 4 ISO/TR 18529 [16] bietet ein Beispiel für einen ergonomieorientierten Gestaltungsansatz, der bei computerbasierten interaktiven Systemen angewendet wird. ISO/TR 16982 [15] liefert ein Beispiel für Verfahren und Techniken, durch die sich die Ergonomie bei der Gestaltung interaktiver Systeme integrieren lässt. ISO 11064 [11] bietet ein Beispiel für die Anwendung eines ergonomischen Ansatzes bei der Gestaltung von Leitwarten.

7 Konformität

Konformität mit dieser Internationalen Norm ist zu erreichen durch:

- a) Erfüllung sämtlicher anwendbarer Anforderungen;
- b) Bestimmung der anwendbaren Empfehlungen;
- c) Erläuterung, warum bestimmte Anforderungen und Empfehlungen nicht anwendbar sind;
- d) Angabe, ob den anwendbaren Empfehlungen entsprochen wurde oder nicht.

Wenn für ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung der Anspruch erhoben wird, die Anforderungen zu erfüllen und die anwendbaren Empfehlungen als befolgt betrachtet werden, sollte das Verfahren angegeben sein, das angewandt wurde, um zu bestimmen, inwiefern ihnen entsprochen wurde. In welchem Umfang das Verfahren im Detail festgelegt wird, ist Verhandlungssache zwischen den Beteiligten.

Anhang A (informativ)

Nachhaltigkeit

In der heutigen Gesellschaft stellt die Förderung einer sozial verantwortlichen Gestaltung durch Berücksichtigung der Nachhaltigkeit ein Schlüsselthema dar. Eine solche Gestaltung erfüllt die Bedürfnisse der aktuellen Generation, ohne die Bedürfnisse der folgenden Generationen zu gefährden. Unter dem Aspekt der Normung ist dies mit der Berücksichtigung der Integration von und dem Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und umgebungsbedingten Überlegungen verbunden. Ergonomie kann alle drei dieser Überlegungen fördern:

- **Wirtschaftlich:** durch die Anpassung des Gestaltungsobjektes an die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Menschen erhöht die Verwendung und die Qualität, optimiert die Effizienz, stellt preisgünstige Lösungen bereit und verringert die Wahrscheinlichkeit der Ablehnung des Systems, des Produkts oder der Dienstleistung durch deren Benutzer.
- **Gesellschaftlich:** die Anwendung der Ergonomie führt zu Aufgaben, Tätigkeiten, Produkten, Werkzeugen, Arbeitsmitteln, Systemen, Organisationen, Dienstleistungen, Einrichtungen und Umgebungen, die für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Menschen, einschließlich der Bedürfnisse älterer Menschen und solcher mit Behinderungen, vorteilhafter sind. Die sich daraus ergebende Verbesserung der Effektivität und Effizienz sowie der Zufriedenheit haben auch Auswirkungen auf akzeptable Beschäftigungsverhältnisse.
- **Umweltbezogen:** die Anwendung der Ergonomie bei der Gestaltung verringert das Risiko, dass Menschen Aufgaben, berufliche Tätigkeiten, Produkte, Werkzeuge, Arbeitsmittel, Systeme, Organisationen, Dienstleistungen und Einrichtungen ablehnen oder die Gestaltung zu Fehlern führt, die eine Schädigung der natürlichen Umgebung oder die Verschwendung natürlicher Ressourcen verursachen. Dadurch wird dazu beigetragen die gesamten Umweltauswirkungen eines jeden Gestaltungsobjekts zu minimieren. Der Prozess unterstützt außerdem jene, die an einer langfristigen/ lebenszyklusorientierten Gestaltung interessiert sind.

Nachhaltigkeit kann auf verschiedenen Ebenen angesprochen werden - beispielsweise auf der Ebene des Individuums, der Gruppe, einer Organisation oder der Gesellschaft als Ganzes oder einer Vereinigung mehrerer Gesellschaften.

ISO 26000 [19] enthält Leitlinien zur gesellschaftlichen Verantwortung.

Anhang B (informativ)

Textliche Beschreibungen der Bilder für Leser mit Sehbehinderung

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang enthält textliche Beschreibungen der Bilder 1 bis 3. Dieses alternative Format der Bilder erhöht die Zugänglichkeit dieser Internationalen Norm, insbesondere für sehbehinderte Leser.

B.2 Textliche Beschreibung von Bild 1 — Beispiel von zu berücksichtigenden Faktoren zur Optimierung der Leistung des Systems

Auf der linken Seite in Bild 1 sind vertikal untereinander drei mittelgroße Rechtecke angeordnet. Das oberste Rechteck enthält den Text „Eigenschaften der Person“ mit Aufzählungspunkten unter diesem Text mit den Begriffen: „physiologisch“, „biomechanisch“, „anthropometrisch“ und „kognitiv, usw.“. Das unterste der drei Rechtecke enthält den Text: „Eigenschaften der Umgebung“, wiederum mit Aufzählungspunkten unter diesem Text mit den Begriffen: „kontextabhängig“, „physisch“ und „organisationsbezogen, usw.“.

Von diesen beiden Rechtecken weisen Pfeile auf das dritte Rechteck in der Mitte (vom ‚Personen-Rechteck‘ nach unten und vom ‚Umgebungs-Rechteck‘ nach oben). Dieses mittlere Rechteck enthält den Text: „Eigenschaften der Aufgabe“, mit Aufzählungspunkten unter diesem Text mit den Begriffen „Art“, „Anforderungen“ und „Komplexität“.

Diese drei Rechtecke werden von einem weiteren Rechteck eingerahmt, das anzeigt, dass sie eine gemeinsame Beziehung aufweisen. Von diesem umschließenden Rechteck zeigt ein waagerechter Pfeil auf die rechte Hälfte des Bildes, in der wiederum drei Rechtecke vertikal untereinander angeordnet sind. Der Pfeil zeigt direkt auf das mittlere dieser drei Rechtecke, das den Text „TÄTIGKEIT der Person“ enthält. Über diesem ‚Tätigkeits-Rechteck‘ enthält ein zweites Rechteck den Text „Auswirkungen auf die Person“ mit Aufzählungspunkten unter diesem Text mit den Begriffen: „Beanspruchung“, „Ermüdung“ und „Verletzungen usw.“. Zwischen diesen beiden Rechtecken befinden sich Pfeile, wobei ein Pfeil mit durchgehender Linie nach oben weist und den Hauptweg der Einwirkung anzeigt, während ein Pfeil mit Punktlinie nach unten weist und einen Rückkopplungsweg anzeigt, über den die Auswirkungen auf die Person die anschließende Tätigkeit beeinflussen könnten.

Das unterste dieser drei Rechtecke auf der rechten Seite enthält den Text: „Auswirkungen auf das Ergebnis“, wiederum mit Aufzählungspunkten, die in diesem Fall „Produktivität, Zuverlässigkeit“, „Zwischenfälle/Unfälle“ und „Qualität, Fehlzeiten, usw.“ lauten. Wie zuvor verbinden Pfeile dieses Rechteck mit dem mittleren „Tätigkeits-Rechteck“. Hierbei weist ein Pfeil mit durchgehender Linie nach unten (von „Tätigkeit“ zu „Ergebnis“) und ein Pfeil mit Punktlinie zurück nach oben (von „Ergebnis“ zu „Tätigkeit“), um wiederum die Hauptwirkung und die Rückwirkung anzuzeigen, die möglicherweise die nachfolgende Tätigkeit beeinflusst.

Abschließend werden alle sechs Rechtecke von einem großen Rechteck als Begrenzung eingerahmt, ohne weitere Bezeichnungen oder Pfeile.

Wie in Abschnitt 3 beschrieben, zeigt Bild 1 zunächst die maßgebliche zentrale Stellung der menschlichen Tätigkeit in einem System. Es unterstreicht die Tatsache, dass diese Tätigkeit gleichzeitig von der vorgegebenen Aufgabe abhängig ist, die wiederum durch ihre Art, ihre Anforderungen und Komplexität charakterisiert ist, sowie durch die Auswirkungen auf die Person in Form von Beanspruchung, Ermüdung, Verletzungen usw. und gleichzeitig auf das Ergebnis des Systems, ausgedrückt als Produktivität, Zuverlässigkeit, Zwischenfälle/Unfälle, Qualität und Fehlzeiten usw.

Es unterstreicht die signifikante und ständige Verbindung zwischen der vorgeschriebenen Aufgabe und der von der Person ausgeführten Tätigkeit und zeigt durch die Spalte auf der linken Seite, dass die Merkmale der Aufgaben durch die Merkmale der Person (physiologische, biomechanische, anthropometrische, kognitive usw.) und zusätzlich durch die Merkmale der Umgebung (kontextabhängig, physisch, organisationsbezogen usw.) beeinflusst werden.

B.3 Textliche Beschreibung von Bild 2 — Beispiel eines Mensch-Maschine-Umgebung-System Modells

In Bild 2 sind zwei mittelgroße Kästchen waagerecht nebeneinander angeordnet. Diese sind durch einen Zwischenraum getrennt, der zwei kleinere, senkrecht angeordnete Kästchen enthält, wobei sich eines auf gleicher Höhe mit der Oberkante der beiden größeren Kästchen befindet und mit „Information“ beschriftet ist und sich das andere auf gleicher Höhe mit der Unterkante der beiden größeren Kästchen befindet und die Beschriftung „Handlung“ trägt. Jedes der kleineren Kästchen ist mit den größeren Kästchen durch waagerechte Pfeile verbunden, wobei die Einbindung des oberen Kästchens durch einen von rechts nach links verlaufenden Pfeil erfolgt und die Einbindung des unteren Kästchens durch einen Pfeil, der von links nach rechts verläuft. Das mittelgroße Kästchen auf der linken Seite ist mit „Mensch“ beschriftet, während das auf der rechten Seite die Beschriftung „Maschine“ trägt. Im „Mensch“-Kästchen befinden sich drei kleinere Kästchen, die wiederum senkrecht angeordnet und durch Pfeile miteinander verbunden sind, die in diesem Fall von oben nach unten verlaufen. Diese Kästchen sind mit „Wahrnehmung“, „Zentrales Nervensystem“ und „Effektoren“^{N2)} beschriftet. Im „Maschine“-Kästchen befinden sich ebenfalls drei kleinere Kästchen, die auch senkrecht angeordnet und durch Pfeile miteinander verbunden sind, die in diesem Fall von unten nach oben verlaufen. Diese Kästchen sind von oben mit „Anzeigen“, „operative Komponenten“ und „Stellteile“ beschriftet. Sämtliche Verbindungspfeile bilden einen Regelkreis, der alle kleineren Kästchen gegen den Uhrzeigersinn miteinander verbindet.

Dieser Komplex aus zwei mittelgroßen Kästchen (mit kleinen Kästchen im Inneren) und zwei kleineren Kästchen wird von einem rechteckigen Kasten eingerahmt. Der Innenraum dieses Kastens (aber außerhalb der anderen Kästchen) trägt die Beschriftung „räumliche Umgebung (z. B. Arbeitsplatz)“.

Dieser rechteckige Kasten wird wiederum von einem zweiten rechteckigen Kasten eingerahmt. In diesem Fall trägt der Innenraum dieses Kastens (aber außerhalb des innen liegenden rechteckigen Kastens) die Beschriftung „physikalische Umgebung“.

Ein dritter rechteckiger Kasten umschließt in gleicher Weise die beiden ersten Kästen und ist mit „organisationsbezogene Umgebung“ beschriftet, und ein letzter (vierter) rechteckiger Kasten umschließt alle anderen Kästen und hat die Beschriftung „soziale und kulturelle Umgebung“.

Zu guter Letzt überschneiden zwei waagerechte Pfeile diese konzentrischen Rechtecke. Der erste Pfeil beginnt am linken Rand außerhalb des Bildes, verläuft waagerecht über das Bild und zeigt auf das „Mensch“-Kästchen. Der Beginn dieses Pfeils ist mit „Eingabe“ beschriftet. In gleicher Weise verläuft ein waagerechter Pfeil vom „Maschine“-Kästchen nach rechts, endet außerhalb des am weitesten rechts befindlichen Kastens und ist mit „Ausgabe“ beschriftet.

B.4 Textliche Beschreibung von Bild 3 — Modell des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts

In Bild 3 ist ein großer Kasten dargestellt, der den einzelnen Menschen repräsentiert. Über diesem Kasten befindet sich ein weiterer (kleinerer) Kasten, der mit „Belastung“ beschriftet ist. Ausgehend von diesem Kasten weist ein Pfeil nach unten in den größeren Kasten auf das erste von drei Kästchen, die sich innerhalb dieses größeren Kastens befinden. Dieses erste innere Kästchen ist mit „Beanspruchung“ beschriftet. Ausgehend von diesem Kästchen verläuft ein Pfeil abwärts zu einem zweiten inneren Kästchen mit der Beschriftung „kurzfristige Auswirkungen“. In diesem Kästchen befinden sich die Bezeichnungen „Beeinträchtigung“ und „Verbesserung“, die anzeigen, dass diese kurzfristigen Auswirkungen positiv oder negativ sein können. Ausgehend von diesem zweiten Kästchen verläuft ein weiterer Pfeil abwärts zum dritten (und letzten) inneren Kästchen, das mit „langfristige Auswirkungen“ beschriftet ist. Ebenso wie beim Kästchen mit den kurzfristigen Auswirkungen enthält auch dieses Kästchen die beiden Wörter „Beeinträchtigung“ und „Verbesserung“.

N2) Nationale Fußnote: Unter Effektoren werden in der Arbeitswissenschaft die Möglichkeiten zur Einwirkung durch Hände, Füße sowie durch die Stimme usw. verstanden.

Zusätzlich zu diesen Kästen und den Verbindungspfeilen enthält das Bild außerdem zwei Reihen von gestrichelten Linien mit Pfeilspitzen. Die erste beginnt bei der Beschriftung „Wirkungsmodifikatoren“, die auf der linken Seite außerhalb des großen „Individuum“-Kastens angeordnet ist. Ausgehend von dieser Beschriftung weisen gestrichelte Linien auf die drei Übergänge zwischen den Kästchen und zeigen an, dass diese durch die Wirkungsmodifikatoren beeinflusst werden.

Die zweite Reihe von gestrichelten Linien mit der Beschriftung „Rückmeldung“ verläuft von den beiden Kästchen der kurz- und langfristigen Auswirkungen zu den beiden Kästchen der Belastung und Beanspruchung und zeigt an, dass die Auswirkungen der Belastung/Beanspruchung diese selbst modulieren können.

Literaturhinweise

- [1] ISO 1503, *Spatial orientation and direction of movement — Ergonomic requirements*
- [2] ISO 6385:2004, *Ergonomic principles in the design of work systems*
- [3] ISO 8995 (alle Teile), *Lighting of work places*
- [4] ISO 9241-2, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 2: Guidance on task requirements*
- [5] ISO 9241-11, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability*
- [6] ISO 9241-20, *Ergonomics of human-system interaction — Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services*
- [7] ISO 9241-110, *Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Dialogue principles*
- [8] ISO 9241-210, *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*
- [9] ISO 9355 (alle Teile), *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators*
- [10] ISO 10075, *Ergonomic principles related to mental work-load — General terms and definitions*
- [11] ISO 11064 (alle Teile), *Ergonomic design of control centres*
- [12] ISO 14738, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*
- [13] ISO 15265, *Ergonomics of the thermal environment — Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions*
- [14] ISO/IEC 15288:2008, *Systems and software engineering — System life cycle processes*
- [15] ISO/TR 16982, *Ergonomics of human-system interaction — Usability methods supporting human-centred design*
- [16] ISO/TR 18529, *Ergonomics — Ergonomics of human-system interaction — Human-centred lifecycle process descriptions*
- [17] ISO/TR 22411:2008, *Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities*
- [18] ISO 24500, *Ergonomics — Accessible design — Auditory signals for consumer products*
- [19] ISO 26000, *Guidance on social responsibility*
- [20] ISO/IEC Guide 71, *Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities*
- [21] International Ergonomics Association (www.iea.cc) [aufgerufen am 2009-08-26]. Im Internet verfügbar unter: http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html

- [22] Internationale Arbeitsorganisation (1958). *Übereinkommen über die Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf* (Nr. 111), <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C111>
- [23] WAI Accessibility Guidelines: *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0* (2008), <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- [24] Vereinte Nationen, *Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen*, <http://www.un.org/disabilities/default.asp?id=150>