

**DIN EN 614-1****DIN**

ICS 13.110; 13.180

Ersatz für  
DIN EN 614-1:1995-04

**Sicherheit von Maschinen –  
Ergonomische Gestaltungsgrundsätze –  
Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze;  
Deutsche Fassung EN 614-1:2006**

Safety of machinery –  
Ergonomic design principles –  
Part 1: Terminology and general principles;  
German version EN 614-1:2006

Sécurité des machines –  
Principes ergonomiques de conception –  
Partie 1: Terminologie et principes généraux;  
Version allemande EN 614-1:2006

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Dieser Norm-Entwurf wurde von der Arbeitsgruppe 2 „Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für Maschinen“ des Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für Deutschland war der Arbeitsausschuss FNerg AA 10 „Arbeitswissenschaftliche Leitsätze“ an der Bearbeitung beteiligt.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 614-1:1995-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Norm wurde stärker an die Anforderungen der Maschinenrichtlinie angepasst.
- Viele Begriffe wurden durch einen Verweis auf die Begriffe der EN ISO 6385:2004 ersetzt.
- Eine Definition von „Wohlbefinden“ wurde eingefügt.
- Die ganze Norm wurde grundsätzlich neu gegliedert.
- Durch Verweisungen auf andere Normen wurde der Text verkürzt.
- Der Anhang A „Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems“ wurde komplett neu gestaltet.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 614-1: 1995-04

**Deutsche Fassung**

**Sicherheit von Maschinen —  
Ergonomische Gestaltungsgrundsätze —  
Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze**

Safety of machinery —  
Ergonomic design principles —  
Part 1: Terminology and general principles

Sécurité des machines —  
Principes ergonomiques de conception —  
Partie 1: Terminologie et principes généraux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. März 2006 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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, 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: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

## Inhalt

	Seite
<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Normative Verweisungen.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Allgemeine Grundsätze.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Allgemeines.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Barrierefreie Gestaltung für Personen mit besonderen Anforderungen .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Körpermaße, Körperhaltungen, Körperbewegungen und Körperkräften von Personen.....</b>	<b>9</b>
<b>4.4 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung psychischer Fähigkeiten von Personen.....</b>	<b>12</b>
<b>4.5 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Einflüsse der physikalischen Arbeitsumgebung auf Personen .....</b>	<b>14</b>
<b>5 Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozess von Maschinen .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Allgemeines.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Ergonomische Aufgabenstellungen, die im Gestaltungsprozess von Maschinen durchzuführen sind .....</b>	<b>15</b>
<b>Anhang A (informativ) Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems .....</b>	<b>20</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG .....</b>	<b>22</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>23</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 614-1:2006) wurde vom 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 Oktober 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2006 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 614-1:1995.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

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

## **Einleitung**

Ergonomisch gestaltete Arbeitssysteme erhöhen die Sicherheit, verbessern die Arbeits- und Lebensbedingungen des Menschen und wirken nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen entgegen. Außerdem können sie die Leistung und Zuverlässigkeit des Systems Bedienperson-Maschine verbessern. In dieser Europäischen Norm bedeutet der Begriff „Ergonomie“ ein multidisziplinäres wissenschaftliches Gebiet und dessen Anwendung. Bei der Anwendung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung von Arbeitssystemen, besonders für die Konstruktion von Maschinen, wird sichergestellt, dass die menschlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Das Arbeitssystem umfasst Bedienungspersonal, Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel (z. B. Maschinen), Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung, Arbeitsablauf und die Wirkungszusammenhänge zwischen ihnen. Die Komplexität eines Arbeitssystems reicht von einer Werkstatt mit einer einzigen Bedienperson, die handgeführtes Arbeitsgerät verwendet, bis zu einer Fertigungsanlage und ihren Bedienpersonen. Eine gute Gestaltung berücksichtigt das Zusammenwirken des Bedienungspersonals mit dem Arbeitsmittel und wie sich das Arbeitsmittel in das Gesamtsystem einfügt. Dies ist besonders wichtig, je größer die gegenseitige Abhängigkeit von Arbeitsmitteln und anderen Komponenten des Systems ist. Die gesamte Komplexität eines Arbeitssystems ist in Fachgrundnormen beschrieben (z. B. EN ISO 6385).

Die Einhaltung der von CEN/CENELEC erstellten harmonisierten Normen ermöglicht Herstellern und Lieferanten, die Anforderungen der europäischen Rechtsetzung zu erfüllen. Die in EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 enthaltenen Begriffe und allgemeinen Grundsätze geben Konstrukteuren eine Anleitung wie sie die Sicherheit von Maschinen sicherstellen können, die für gewerbliche und private Zwecke genutzt werden. Unter Beachtung dieser Norm können ergonomische Grundsätze in den Gestaltungsprozess einbezogen werden. Auf diese Weise werden technische Gestaltung und ergonomische Grundsätze zusammenhängend berücksichtigt. Durch die systematische Minimierung von Risikofaktoren nach EN 1050 wird das Ziel erreicht, die Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden des Bedienungspersonals zu verbessern. EN 13861 stellt Angaben über ergonomische Typ-B-Normen zur Verfügung, die in Verbindung mit spezifischen Gefährdungen anzuwenden sind.

Diese Norm gehört zu einer Reihe Europäischer Normen, die spezielle Themen behandelt, die in EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 als wichtig für die Sicherheit von Maschinen erachtet werden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Grundsätze der Ergonomie fest, die während des Gestaltungsprozesses von Maschinen zu beachten sind.

Diese Europäische Norm gilt für die Interaktion von Bedienperson und Maschine bei Installation, Betrieb, Einstellung, Wartung, Reinigung, Abbau, Reparatur oder Transport von Maschinen. Sie enthält die Grundsätze, die zu befolgen sind, um Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden des Bedienungspersonals sicherzustellen. Diese Norm stellt einen Rahmen dar, der auch auf spezifische ergonomische Normen und sonstige Normen zur Gestaltung von Maschinen angewendet werden sollte.

Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen ergonomischen Grundsätze gelten für alle Bereiche menschlicher Fähigkeiten und Eigenschaften, um Sicherheit, Gesundheit und Wohlbefinden sowie die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems sicherzustellen. Informationen sind so zu interpretieren, dass sie für den vorgesehenen Gebrauch geeignet sind.

**ANMERKUNG** Die Grundsätze in der vorliegenden Europäischen Norm orientieren sich zwar an Maschinen, die für den gewerblichen Gebrauch bestimmt sind, gelten aber auch für die im privaten Gebrauch benutzten Geräte und Maschinen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 894-3, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen — Teil 3: Stelleile*

EN 1050, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (identisch mit ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (identisch mit ISO 12100-2:2003)*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Funktionszuordnung**

Festlegung, durch wen Systemfunktionen zu erfüllen sind – durch Menschen, durch Arbeitsmittel und/oder Hardware und/oder Software

[EN ISO 6385:2004, 2.1]

### 3.2

#### **Zielpopulation**

eine durch den Perzentilbereich der allgemeinen Bevölkerung und wesentliche Merkmale, z. B. Geschlecht, Alter, Niveau der Fertigkeiten usw. festgelegte Gruppe von Bedienpersonen

[EN ISO 6385:2004, 2.2]

**3.3**

**Ergonomie  
Arbeitswissenschaft**

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

[EN ISO 6385:2004, 2.3]

**3.4**

**Tätigkeit**

die Organisation und die zeitliche und räumliche Abfolge der Arbeitsaufgaben einer Person oder die Kombination der gesamten menschlichen Arbeitshandlungen des Bedienpersonals in einem Arbeitssystem

[EN ISO 6385:2004, 2.4]

**3.5**

**Funktion des Systems**

eine umfassende Menge von bestimmten Aktivitäten, die von einem Arbeitssystem durchgeführt werden

[EN ISO 6385:2004, 2.5]

**3.6**

**Wohlbefinden**

bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Maschine durch das Bedienungspersonal empfundene Arbeitsbedingung, wenn Belästigung, Ermüdung und psychische Belastung (Stress) auf das mögliche Mindestmaß unter Berücksichtigung der ergonomischen Prinzipien reduziert sind

ANMERKUNG      Wohlbefinden ist ein Teil der WHO-Definition von Gesundheit.

**3.7**

**Arbeitsumgebung**

physikalische, chemische, biologische, organisatorische, soziale und kulturelle Faktoren, die das Bedienungspersonal umgeben

[EN ISO 6385:2004, 2.6]

**3.8**

**Arbeitsmittel**

Werkzeuge, einschließlich Hardware und Software, Maschinen, Fahrzeuge, Geräte, Möbel, Einrichtungen und andere im Arbeitssystem benutzte (System-)Komponenten

[EN ISO 6385:2004, 2.7]

**3.9**

**Bedienungspersonal**

Bedienperson

Person oder Personen, die die Aufgabe zum Installieren, Bedienen, Einrichten, Warten, Reinigen, In Stand setzen oder Transportieren von Maschinen hat (haben)

[EU-Richtlinie 98/37/EWG, Anhang 1, 1.1.1, 3. Unterabschnitt]

**3.10**

**Arbeitsermüdung**

die psychische oder physische, örtliche oder allgemeine nicht-pathologische Auswirkung übermäßiger Beanspruchung, die durch Erholung vollständig reversibel ist

[EN ISO 6385:2004, 2.9]



**3.11**

**Arbeitsorganisation**

Abfolge und Wechselwirkung von Arbeitssystemen zur Erreichung eines bestimmten Arbeitsergebnisses

[EN ISO 6385:2004, 2.10]

**3.12**

**Arbeitsablauf**

räumliche und zeitliche Abfolge des Zusammenwirkens von Bedienpersonen, Arbeitsmitteln, Materialien, Energie und Informationen innerhalb eines Arbeitssystems

[EN ISO 6385:2004, 2.11]

**3.13**

**Arbeitsplatz**

die Kombination und räumliche Anordnung der Arbeitsmittel innerhalb der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben erforderlichen Bedingungen

[EN ISO 6385:2004, 2.12]

**3.14**

**Arbeitsbeanspruchung**

innere Reaktion der Bedienperson auf die Arbeitsbelastung, der sie ausgesetzt ist und die von ihren individuellen Merkmalen (z. B. Größe, Alter, Fähigkeiten, Begabungen, Fertigkeiten usw.) abhängig ist

[EN ISO 6385:2004, 2.13]

**3.15**

**Arbeitsbelastung**

**äußere Einwirkung**

Gesamtheit der äußeren Bedingungen und Anforderungen im Arbeitssystem, die auf den physiologischen und/oder psychologischen Zustand einer Person einwirken

[EN ISO 6385:2004, 2.14]

**3.16**

**Arbeitsraum**

Raum, der einer oder mehreren Personen innerhalb des Arbeitssystems zur Durchführung der Arbeitsaufgabe zugeordnet wird

[EN ISO 6385:2004, 2.15]

**3.17**

**Arbeitssystem**

System, welches das Zusammenwirken einer einzelnen oder mehrerer Bedienpersonen mit den Arbeitsmitteln umfasst, um die Funktion des Systems innerhalb des Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen

[EN ISO 6385:2004, 2.16]

**3.18**

**Arbeitsaufgabe**

eine zur Erfüllung eines vorgesehenen Arbeitsergebnisses erforderliche Aktivität oder Anzahl von Aktivitäten des Bedienungspersonals

[EN ISO 6385:2004, 2.17]

### 3.19

#### **barrierefreie Gestaltung (en: accessible design)**

Gestaltung, die den Schwerpunkt auf die Prinzipien der Ausweitung der Gestaltungsnormen auf die Anwendbarkeit durch Personen richtet, die eine bestimmte Art von Leistungseinschränkungen aufweisen, um die Anzahl möglicher Kunden zu erhöhen, die ein Produkt, ein Gebäude oder eine Dienstleistung ohne weiteres nutzen können. Das ist erreichbar durch:

- die Gestaltung von Produkten, Dienstleistungen und Umgebungen, die durch die meisten Benutzer ohne Veränderung leicht benutzbar sind,
- die Herstellung von Produkten oder Dienstleistungen, die an unterschiedliche Benutzer anpassbar sind (Anpassen von Benutzeroberflächen) und
- das Vorhandensein genormter Schnittstellen, die mit besonderen Produkten für Menschen mit Behinderungen kompatibel sind

ANMERKUNG 1 Die (englischen) Begriffe wie „design for all, barrier-free design, inclusive design“ und intergenerative Gestaltung werden ähnlich verwendet, aber in unterschiedlichen Zusammenhängen.

ANMERKUNG 2 Die barrierefreie Gestaltung ist ein Zweig des Universal-Design-Ansatzes, bei der Produkt und Umgebungen für möglichst alle Menschen nutzbar sind, ohne Erfordernis der Anpassung oder spezieller Gestaltung.

[CEN/CENELEC Guide 6, 3.2]

## **4 Allgemeine Grundsätze**

### **4.1 Allgemeines**

Die Sicherheit von Maschinen erfordert die Einbeziehung ergonomischer Aspekte. Die Verminderung von Risiken durch konstruktive Gestaltung nach EN 1050 erfordert die Anwendung ergonomischer Grundsätze. Die vorliegende Europäische Norm beschreibt diese ergonomischen Grundsätze und stellt ein Rahmenwerk zur Verfügung, wie sie in den Gestaltungsprozess einzubeziehen sind.

Die Anwendung ergonomischer Grundsätze gilt für den vorgesehenen Gebrauch von Maschinen, einschließlich deren Installation, Einrichtung, Wartung, Reinigung, Reparatur, Abbau und Transport.

Das Ziel besteht darin, Maschinen im Kontext mit dem Arbeitssystem zu gestalten, dass sie mit den Fähigkeiten, Grenzen und Bedürfnissen des Menschen übereinstimmen. Dies erfordert eine Analyse der Arbeitsaufgaben, die Bedienpersonen auszuführen haben und der Auswirkungen, die die Gestaltung und deren Einfluss auf die Arbeitsumgebung (z. B. Lärm, Schwingungen) wahrscheinlich auf die Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden des Bedienungspersonals haben wird.

Maschinen müssen unter Berücksichtigung der Unterschiede in den individuellen Merkmalen den Bedienpersonen gestaltet werden. Diese beinhalten:

- Körpermaße (siehe 4.3.2),
- Körperhaltung (siehe 4.3.3),
- Körperbewegungen (siehe 4.3.4),
- Körperkraft (siehe 4.3.5),
- psychische Fähigkeiten (siehe 4.4).

Die Auswirkungen durch die Kombination von Faktoren (z. B. kombinierte Auswirkungen der Frequenz, Körperhaltungen und –Bewegungen, der Dauer des Betriebes und der gesamten Arbeitsdauer) sind zu berücksichtigen.

Die Arbeitsumgebung hat Auswirkungen auf die Bedienperson. Diese sollten berücksichtigt werden, in dem beeinträchtigende Auswirkungen vermieden und erleichternde Auswirkungen so weit wie möglich gefördert werden (siehe 4.5).

Alle Elemente des Systems Bedienperson-Maschine, wie Anzeigen, Signale und Stellteile müssen so konstruiert sein, dass eine klare und eindeutige Interaktion von der Bedienperson und der Maschine möglich ist.

Besondere Berücksichtigung muss dem Wartungspersonal gelten, da diese Personengruppe Zugang zu speziellen Bereichen haben kann, in denen das Gesundheitsrisiko besonders hoch ist.

Die Berücksichtigung der oben genannten Aspekte ermöglicht es dem Konstrukteur, mit der Ergonomie verbundene Risikofaktoren zu erkennen und einzuschätzen und stellt sicher, dass durch eine entsprechende Gestaltung der Maschine diese Risikofaktoren minimiert werden. Dies verbessert die Gesundheit, Sicherheit, das Wohlbefinden und die Zuverlässigkeit der Bedienung und verringert damit die Wahrscheinlichkeit von Fehlern bei sämtlichen Phasen der Nutzung der Maschine.

## **4.2 Barrierefreie Gestaltung für Personen mit besonderen Anforderungen**

Sofern erforderlich, sollte der Konstrukteur Personen mit besonderen Anforderungen berücksichtigen und ergonomische Grundsätze auf die barrierefreie Gestaltung und die unterstützende Technologie anwenden, um die Nutzung von Maschinen durch Personen mit speziellen Anforderungen zu ermöglichen.

**ANMERKUNG** Besondere Bedürfnisse schließen sensorische Fähigkeiten wie das Sehvermögen, den Tast- und Hörsinn, körperliche Fähigkeiten wie Geschicklichkeit, Manipulation, Bewegung, Stimme, Kraft und Ausdauer, kognitive Fähigkeiten, wie Intellekt, Gedächtnis, Sprache und Schrift sowie Allergien wie Kontaktallergie und Allergien der Atemwege mit ein. Siehe dazu CEN/CENELEC Guide 6.

## **4.3 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Körpermaße, Körperhaltungen, Körperbewegungen und Körperkräften von Personen**

### **4.3.1 Allgemeines**

Die Fähigkeit von Personen zur sicheren Benutzung von Maschinen ist in großem Maße abhängig von deren Proportionen und geometrischen Größenverhältnissen zu den Maschinen. Angaben über die Körpermaße der Bevölkerung ermöglichen dem Konstrukteur die Berücksichtigung der ergonomisch relevanten Konstruktion einer Maschine (z. B. Sicherstellung angemessener Reichweiten oder ausreichender Bewegungsfreiheit für die Bedienperson).

### **4.3.2 Körpermaße**

Maschinen müssen unter angemessener Berücksichtigung der Körpermaße des zu erwartenden Bedienungspersonals gestaltet werden. Dabei ist zu beachten:

- Körpermaße (sowohl statisch als auch in Bewegung, mit angemessener Kleidung und/oder persönlicher Schutzausrüstung) von Erwachsenen und Personen mit besonderen Bedürfnissen,
- Reichweite von Körper- und Gliedmaßen,
- Sicherheitsabstände und
- Zugangsmaße (für Benutzung, Installation, Einrichtung, Wartung, Reinigung, Reparatur, Abbau und Transport).

Um belastende Körperhaltungen und Bewegungen zu vermeiden, müssen die Maschinenmaße mit denen der Bedienperson vereinbar sein. Dies kann die Bereitstellung von Einstellvorrichtungen erfordern, mit denen jede Bedienperson ihre Arbeitshaltungen optimieren kann. Dabei müssen die folgenden Grundsätze beachtet werden:

- a) die Arbeitshöhe oder andere funktionelle Maße von Maschinen müssen der Bedienperson und der Art der zu verrichtenden Arbeit angepasst sein, beispielsweise durch Verstellbarkeit;
- b) die Art, der Standort und die Verstellbarkeit aller Sitzgelegenheiten müssen den Körpermaßen der Bedienperson und der von ihm auszuführenden Arbeit angemessen sein;
- c) es muss genügend Raum für alle Körperteile vorhanden sein, um die Erfüllung der Arbeitsaufgabe in günstigen Körperhaltungen und mit günstigen Körperbewegungen zu ermöglichen und um den Zugang und einen Wechsel der Körperhaltung zu erleichtern;
- d) Griffe und Pedale von Maschinen müssen in Form und Funktion der Anatomie der Hand oder des Fußes und den Körpermaßen des Bedienungspersonals angepasst sein. Die Griffe handgeführter Geräte müssen so gestaltet sein, dass die Bedienperson das Gerät richtig greifen und die vorgesehene Bewegung in günstiger Körperhaltung ausführen kann;
- e) häufig benutzte Stellteile, Griffe und Pedale müssen so angeordnet sein, dass Hände und/oder Füße der Bedienperson diese bei entsprechenden Arbeitshaltungen leicht erreichen können. Andere wichtige Stellteile, z. B. Notausschalter, müssen von der Bedienperson bequem zu erreichen sein; weniger häufig benutzte Stellteile hingegen müssen lediglich in Reichweite sein.

Um die Maschinen im Gestaltungsprozess an das zu erwartende Bedienungspersonal anzupassen, muss mindestens vom 5. bis 95. Perzentil ausgegangen werden. Wenn Gesundheits- und Sicherheitsaspekte wichtig sind, sind höhere Perzentilbereiche anzuwenden. Entsprechend der Risikoeinschätzung mindestens das 1. und/oder 99. Perzentil. Da Maschinen zur Benutzung sowohl durch Frauen als auch Männer gestaltet werden, muss von den jeweiligen Perzentilen des zusammengesetzten Bedienungspersonals ausgegangen werden.

Bei der Festlegung von Innenmaßen (z. B. Abmessungen für Beinraum) muss der Wert des 95. Perzentils oder höhere Werte verwendet werden. Bei Reichweiten (z. B. Reichweite der Bedienperson) müssen der Wert des 5. Perzentils oder niedrigere Werte verwendet werden. Bei verstellbaren Maßen der Maschinen muss der verfügbare Bereich das 5. bis 95. Perzentil abdecken.

**ANMERKUNG** Umfassendere Angaben über die Einbeziehung von anthropometrischen Daten zur Gestaltung des Arbeitsplatzes sind in EN 547-1, EN 547-2 sowie in EN ISO 14738 enthalten, EN ISO 15537 liefert Angaben über Verfahren zur Bestimmung von Maßen mit Hilfe von Prüfpersonen. EN ISO 15536-1 enthält Angaben über Computermodelle des Menschen und Körperschablonen, die zur Feststellung der Konstruktionsmaße gebraucht werden können. Für Informationen zur Hüllkurve des minimalen Platzbedarfs und dem Bedienungsbereich siehe auch EN ISO 3411 und EN ISO 6682.

### 4.3.3 Körperhaltungen

Die Körperhaltungen der Bedienperson bei der Arbeit müssen so bequem wie möglich sein, sie müssen einfache Arbeitsbewegungen unterstützen und dürfen zu keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Bei der Gestaltung von Maschinen müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a) ungünstige Körperhaltungen, wie z. B. verdrehte, gebeugte oder gebückte Haltungen bei längeren, zur Ermüdung führenden Tätigkeiten, müssen vermieden werden. Wechsel in der Körperhaltung sind zu fördern;
- b) Maschinen sind so zu gestalten, dass ein gelegentlicher Wechsel der Arbeitsposition der Bedienperson zwischen Sitzen und Stehen ermöglicht wird. Sitzen ist im Allgemeinen dem Stehen als Hauptarbeitshaltung vorzuziehen;

- c) Die Notwendigkeit liegender, kniender und hockender Haltungen sollte so weit als möglich eingeschränkt werden (auch bei Wartungsarbeiten);
- d) Eine angemessene Körperhaltung und geeignete Abstützungen für den Körper müssen sichergestellt sein. Abstützungen sind in Abmessung und Anordnung so auszulegen, dass unausgeglichene Körperhaltungen vermieden werden;
- e) Die Kraftanforderungen müssen der erforderlichen Körperhaltung entsprechen. Um eine körperliche Überlastung zu vermeiden, sind technische Hilfsmittel mit ausreichender Hebelwirkung bereitzustellen. Um diese Anforderung für handgeführte Arbeitsmittel zu erfüllen, ist es wichtig, durch richtige Anordnung der Griffe gefährliche oder ungeeignete Griffänderungen während der Benutzung zu vermeiden;
- f) Bei der Gestaltung des Arbeitsbereichs an der Maschine sollten die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:
  - Blickwinkel,
  - Betrachtungsabstände,
  - Auftreten möglicher Sichteinschränkung,
  - Zeitdauer und Häufigkeit der durchzuführenden Arbeit,
  - alle besonderen Einschränkungen der Benutzergruppe, z. B. das Tragen von Mehrstärkenbrillen und
  - Einschränkungen, die durch das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) hervorgerufen werden.

ANMERKUNG In EN ISO 14738 werden ergonomische Grundsätze zur Herleitung der Maße für Arbeitsplätze beschrieben. EN 1005-4 stellt Anleitungen zur Bewertung und Überwachung von Gesundheitsrisiken in Verbindung zu Körperhaltungen und Bewegungen an Maschinen zur Verfügung. EN ISO 6682 schreibt Komfortbereiche und die Reichweite für Steuerungen bei erdbewegenden Maschinen.

#### 4.3.4 Körperbewegungen

Maschinen müssen unter Berücksichtigung des Arbeitsprozesses so gestaltet sein, dass die Bewegungen des Körpers oder von Körperteilen dem natürlichen Bewegungsrhythmus entsprechen und natürlichen Bewegungsbahnen und –Abläufen folgen. Insbesondere sollte darauf geachtet werden, dass die Bedienperson keine häufigen oder länger andauernden Bewegungen, die extreme Gelenkwinkel verlangen, ausführen muss.

Bei der Konstruktion von Maschinen müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a) die Maschine muss eine ausreichende Bewegungsfreiheit ermöglichen (um Zwangshaltungen zu vermeiden);
- b) Maschinen sollten so gestaltet sein, dass sich wiederholende Körperbewegungen, die zu Gesundheitsbeeinträchtigungen, Krankheiten oder Verletzungen führen können, vermieden werden;
- c) für gelegentliche Tätigkeiten, die außerhalb der Armreichweite liegen, sollte der Arbeitsplatz ein seitliches oder nach vorne gerichtetes Beugen des Körpers ermöglichen. Zur Vermeidung von Risiken sollte die Bedienperson die Möglichkeit haben, sich anzulehnen und das Körpergewicht abzustützen;
- d) Bewegungsabläufe mit hohen Präzisions- und Genauigkeitsanforderungen müssen mit geringem Kraftaufwand auszuführen sein (siehe auch 4.4);
- e) wenn Hilfsmittel (z. B. Hebezeuge, Führungen, Anschläge, Spannvorrichtungen usw. zum Vermeiden übermäßiger Muskelarbeit) benötigt werden, muss der Arbeitsbereich ausreichend bemessen sein, um die erforderlichen Bewegungen zum Nutzen dieser Hilfsmittel zu ermöglichen;
- f) Drehbewegungen oder extreme Stellungen der Hand-/Armelenke, die einen Kräfteinsatz erfordern, sind zu vermeiden.

ANMERKUNG: In EN ISO 14738 werden ergonomische Grundsätze zur Ableitung der Maße für Arbeitsplätze beschrieben. EN 1005-4 gibt Hilfen zur Bewertung und Überwachung von Gesundheitsrisiken in Verbindung mit Körperhaltungen und Bewegungen an Maschinen.

### 4.3.5 Körperkraft

Tätigkeiten während der Benutzung von Maschinen, die einen hohen Kraftaufwand erfordern, können zu Belastungen des Muskel- und Skelettsystems führen. Ungünstige Belastungen erhöhen das Risiko von Ermüdung, Beschwerden und Schäden am Muskel- und Skelettsystem.

Bei der Gestaltung von Maschinen müssen die folgenden Grundsätze beachtet werden:

- a) mechanische Hilfsmittel sind bereitzustellen, wenn die erforderlichen Körperkräfte so hoch sind, dass eine sichere Benutzung der Maschine nicht sichergestellt ist;
- b) länger andauernde statische Muskelanspannung (wie beispielsweise bei Halte- oder Hebetätigkeiten der Arme und Hände) muss vermieden werden. Das Gewicht handgeführter Maschinen kann bei längerem Einsatz eine wesentliche Ursache für Muskelermüdung sein. Diese Auswirkungen sollten, z. B. durch Abstützung der Maschinen mittels einer Aufhängevorrichtung vermindert werden;
- c) der Einsatz von Körperkräften ist, wo auch immer möglich, durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise Ausgleichsgewichte auf ein Minimum zu reduzieren;
- d) Stellteile, Griffe, Griffstangen und Pedale an Maschinen sind so zu gestalten, auszuwählen und anzuordnen, dass diese den Anforderungen der EN 894-3 entsprechen;
- e) je nach Kraftaufwand, Größe, Form und Lage der Stellteile ist eine ungleichmäßige Belastung des Körpers und der Gliedmaße zu vermeiden;
- f) die Gewichtsverteilung von handgeführten Maschinen und tragbaren Arbeitsmitteln muss im angemessenen Verhältnis zu den angebrachten Griffen und Stützvorrichtungen stehen.

ANMERKUNG In EN 1005-2 und EN 1005-3 wird beschrieben, wie der Konstrukteur von Maschinen die benötigten Kräfte auf ein annehmbares Maß beschränken kann. Die Abschnitte dieser Norm stellen Vorgehensweisen zur Verfügung, wie Gewicht, Form, Größe, Gewichtsverteilung und Lage der verwendeten Gegenstände berücksichtigt werden können. Außerdem werden Dauer und Häufigkeit des Krafteinsatzes, die Körperhaltung der Bedienperson (Sitzen oder Stehen), Arbeitsregeln und -methoden und bestimmte charakteristische Eigenschaften des vorgesehenen Bedienungspersonals (z. B. Alter, Gesundheitszustand) angesprochen.

## 4.4 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung psychischer Fähigkeiten von Personen

### 4.4.1 Allgemeines

Die Maschine mit ihren Elementen (Anzeigen, Signalen, Stellteilen, Bedienungsanleitungen usw.) muss so gestaltet und ausgeführt sein, dass sie nicht nur den körperlichen, sondern auch den psychischen Fähigkeiten des erwarteten Bedienungspersonals entspricht. Der Begriff psychisch bezieht sich in diesem Zusammenhang auf kognitive, informationelle und emotionale Vorgänge beim Menschen, wie in EN ISO 10075-1 spezifiziert. Die psychische Fähigkeit steht in Verbindung mit der Fähigkeit der Bedienperson, die Maschine zu steuern und den Arbeitsauftrag auszuführen.

ANMERKUNG Eine ungenügende Übereinstimmung der psychischen Fähigkeiten der Bedienperson mit den Benutzungsanforderungen führt zu einer unsicheren Bedienung und damit zu Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Wohlbefindens der Bedienperson. Eine ungenügende Übereinstimmung behindert darüber hinaus das Lernen und die Ausbildung.

#### 4.4.2 Anforderungen an die Wechselwirkung zwischen Bedienperson und Maschine

Anforderungen und Richtlinien zur Sicherstellung einer kontrollierten und sicheren Bedienung von Maschinen werden in EN ISO 7731, EN 842, EN 894-1, EN 894-2 und EN 981 beschrieben. Richtlinien zum Vermeiden schädigender Auswirkungen auf die Bedienperson (Überforderung oder Unterforderung, Ermüdung, Monotonie, verminderte Aufmerksamkeit, Reizüberflutung, siehe EN ISO 10075-1) sind in EN ISO 9241-110 und EN ISO 10075-2 ausführlich beschrieben. Grundsätze zur Gestaltung geeigneter Arbeitsaufgaben für die Bedienperson sind in EN 614-2:2000, 4.1, beschrieben. Die folgenden ergonomischen Grundsätze sind zu berücksichtigen:

- a) Maschinen müssen die Bedienperson bei der Ausführung laufender Arbeitsaufgaben unterstützen. Die Bedienperson sollte in einer Weise unterstützt werden, dass durch die Betätigung die psychischen Fähigkeiten weder über- noch unterfordert werden (Grundsatz der Eignung für die Aufgabe);
- b) Der zu Grunde liegende Arbeitsvorgang und die Funktionsweise der Maschine müssen für die Bedienperson leicht verständlich sein (Grundsatz der Selbstbeschreibungsfähigkeit);
- c) Die Bedienperson muss die Kontrolle über die Maschine und deren Bestandteile haben (Grundsatz der Steuerbarkeit);
- d) Maschinen müssen so weit als möglich mit den Erwartungen der Bedienperson, die auf der Grundlage früherer Arbeitserfahrungen und Schulungen basieren, übereinstimmen (Grundsatz der Übereinstimmung mit den Benutzererwartungen);
- e) Maschinen müssen fehlertolerant sein und der Bedienperson Maßnahmen für den Umgang mit Fehlern vorgeben (Fehler sollten nicht zu gefährlichen Situationen führen; Grundsatz der Fehlertoleranz);
- f) Maschinen müssen der Bedienperson einen angemessenen Grad an Entscheidungsfreiheit hinsichtlich des Vorrangs von Aufgaben und Verfahrensweisen ermöglichen (Grundsatz der Eignung für Individualisierung);
- g) Maschinen müssen die Entwicklung bestehender Fertigkeiten und den Erwerb neuer Fertigkeiten zulassen (Grundsatz der Eignung zum Lernen);
- h) Maschinen müssen flexibel genug sein, um sie den unterschiedlichen Fertigkeiten innerhalb des Bedienungspersonals (siehe EN 614-2) und , sofern erforderlich, besonderen Bedürfnissen anpassen zu können (siehe 4.2).

#### 4.4.3 Signale und Steuerungen

Bei der Gestaltung der Interaktion von Bedienperson und Maschine müssen die folgenden Gesichtspunkte besonders berücksichtigt werden:

- a) alle Angaben, die zur Ausübung der Arbeitsaufgabe notwendig sind, müssen für die Bedienperson leicht zugänglich sein. Diese Angaben müssen in einer Weise vorliegen, dass die Bedienperson diese leicht verstehen und auf diese reagieren kann, z. B. durch Bereitstellen eines schnellen Überblicks über das gesamte Arbeitssystem wie auch durch Angaben zu einzelnen Aspekten;
- b) Anzeigen und Signale müssen so gestaltet sein, dass sie mit den charakteristischen Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung und der auszuführenden Arbeit übereinstimmen;
- c) bei der Anwendung eines interaktiven Systems muss eine Übereinstimmung bei der Darstellung und Funktion von Sinnbildern, Symbolen und Befehlseinrichtungen gegeben sein;
- d) bei der Gestaltung von Maschinen sind auch Defizite in der optische Wahrnehmungsfähigkeit zu berücksichtigen. Deshalb sollte eine farbliche Darstellung nicht als einziges Mittel zur Kennzeichnung dienen, sondern auch Formen, Positionen oder Text angewendet werden;
- e) bei der Gestaltung von Maschinen ist das Hörvermögen zu berücksichtigen. Bei lauten Umgebungsgeräuschen sollten neben akustischen Signalen andere Darstellungsmöglichkeiten berücksichtigt werden.



ANMERKUNG 1 Die Einbeziehung von Menschen mit Behinderungen des Gehörs sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Stellteile und Anzeigen sowie deren Funktionen müssen so gestaltet, ausgewählt und angeordnet werden, dass ihre Wahrnehmung und kontrollierte Bedienung sichergestellt ist. Die Bewegungsrichtung von Steuerungen zum Aktivieren der Funktionen und Anzeigen muss, wann immer möglich, mit der vorgesehenen Wirkung kompatibel sein oder der üblichen Praxis entsprechen.

ANMERKUNG 2 Für die genaue Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen siehe EN 894-1 und prEN 894-4.

ANMERKUNG 3 Für die genaue Gestaltung von Anzeigen und Signalen siehe EN 894-2.

ANMERKUNG 4 Für die genaue Gestaltung von Stellteilen siehe EN 894-3.

## **4.5 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Einflüsse der physikalischen Arbeitsumgebung auf Personen**

### **4.5.1 Allgemeines**

Bei der Gestaltung von Maschinen sind die Auswirkungen aller Emissionen der Maschine auf die Bedienperson oder auf die Arbeitsumgebung in Übereinstimmung mit den in EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 festgelegten Grundsätzen zu berücksichtigen.

### **4.5.2 Lärm und Schwingungen**

Die beim Betrieb von Maschinen auftretenden Schallemissionen und Schwingungen sind auf ein Minimum zu reduzieren. Dadurch können Gesundheits- und Sicherheitsrisiken sowie Beeinträchtigungen der Bedienperson vermieden werden (detaillierte Richtlinien zur Lärmexposition sind in EN ISO 11688-1 und EN ISO 11688-2 enthalten).

ANMERKUNG Schwingungen können unterschieden werden in Hand-Arm-Schwingungen (siehe ISO 5349-1 und EN ISO 5349-2) und Ganzkörperschwingungen (siehe ISO 2631-1).

### **4.5.3 Thermische Emissionen**

Die beim Betrieb von Maschinen auftretenden thermischen Emissionen sind zu minimieren, um Gesundheits- und Sicherheitsrisiken zu vermeiden und die thermische Behaglichkeit der Bedienperson sicherzustellen.

Insbesondere ist Folgendes zu beachten:

- a) die erforderliche physische Arbeitsbelastung;
- b) die thermischen Eigenschaften der erforderlichen Kleidung und persönlichen Schutzausrüstung (PSA);
- c) die für die Bedienperson zu erwartende Wärmebelastung;
- d) die Temperatur aller berührbaren Oberflächen.

ANMERKUNG Siehe auch prEN ISO 13732-1 und EN ISO 13732-3.

### **4.5.4 Beleuchtung**

Die Beleuchtung muss die für die Bedienperson zur Ausführung der Arbeitsaufgabe notwendigen Anforderungen erfüllen. Der Hersteller muss in der Gebrauchsanweisung angeben, welche Mindestbeleuchtung innerhalb des Arbeitsbereiches der Maschine für einen sicheren Betrieb erforderlich ist. Zusammen mit der Maschine ist eine ausreichende Beleuchtung der Steuer- und Überwachungseinrichtungen der Maschine zur Verfügung zu stellen. Eine einstellbare Beleuchtung muss einfach zu betätigen sein.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Flimmererscheinungen sind zu vermeiden;
- b) Blendung oder zu hohe Leuchtintensität ist zu vermeiden;



- c) verwirrende Schattenbildung ist zu vermeiden;
- d) stroboskopische Effekte sind zu vermeiden;
- e) Kontraste müssen der Arbeitsaufgabe angemessen sein;
- f) Farbwiedergabe muss erhalten bleiben.

ANMERKUNG Bezüglich der Beleuchtungskriterien siehe EN 1837.

## **5 Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozess von Maschinen**

### **5.1 Allgemeines**

Bei der Gestaltung von Maschinen sind die in dieser Europäischen Norm festgelegten ergonomischen Grundsätze in das Pflichtenheft aufzunehmen. Ergonomische Anforderungen sind in allen relevanten Stufen des Gestaltungsprozesses einzuhalten. Der Gestaltungsprozess kann als iterativer Entwicklungsprozess beschrieben werden, der ergonomische Anforderungen mit einbezieht (siehe Tabelle 1).

Der Entwicklungsprozess erfolgt in der Regel in vier Hauptstufen:

- 1) Ausarbeitung der Gestaltungsanforderungen,
- 2) Erstellung eines Gestaltungsentwurfs (oder mehrerer Entwürfe),
- 3) Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs und
- 4) Ausführung des Entwurfs.

Jedoch werden tatsächliche Gestaltungsprozesse nicht genau in die oben beschriebenen Stufen unterteilt. Die Stufen können sich überlappen und sie müssen gegebenenfalls wiederholt werden, bis annehmbare Ergebnisse erreicht wurden.

Die Erfahrungen von Bedienungspersonal, Gesundheits- und Arbeitsschutzbeauftragten sowie Ergonomieexperten sind in den Gestaltungsprozess einzubeziehen.

Die Ausführung der in diesem Verfahren beschriebenen Schritte ist zu dokumentieren. Die Dokumente werden zur Prüfung der Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm benötigt. Dadurch werden Gestaltungsentscheidungen und deren Gründe für die in den Gestaltungsprozess einbezogenen Gruppen nachvollziehbar und die ausgearbeiteten Kriterien und Spezifikationen stehen für die nachfolgenden Stufen des Gestaltungsprozesses zur Verfügung.

Innerhalb dieses Gestaltungsprozesses ist aus ergonomischer Sicht eine Risikobeurteilung nach EN 1050 und Risikoverminderung nach EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 durchzuführen.

### **5.2 Ergonomische Aufgabenstellungen, die im Gestaltungsprozess von Maschinen durchzuführen sind**

#### **5.2.1 Allgemeiner Rahmen**

Die ergonomischen Aufgaben, die während des Gestaltungsprozesses auszuführen sind, werden in 5.2.2 bis 5.2.5 beschrieben und in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1 — Ergonomische Aufgabenstellungen, die im Gestaltungsprozess von Maschinen durchzuführen sind**

Siehe Unterabschnitt	Stufen des Gestaltungsprozesses	Ergonomische Aufgabenstellungen	Beschreibung der Aufgaben (in schrittweiser Unterteilung)
5.2.2	Ausarbeitung der Gestaltungsanforderungen	Festlegung der ergonomischen Anforderungen für die Gestaltung der Maschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Festlegung relevanter ergonomischer Bewertungskriterien auf der Grundlage allgemeiner ergonomischer Grundsätze;</li> <li>b) Sammeln von Erfahrungen bei bestehenden Maschinen;</li> <li>c) Beschreibung der Eigenschaften des erwarteten Bedienungspersonals;</li> <li>d) Risikobeurteilung.</li> </ul>
5.2.3	Erstellung von Gestaltungsentwürfen	Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen der Maschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Zuweisung der Funktionen und Aufgaben an das Bedienungspersonal und die Maschine;</li> <li>b) Beschreibung der Aufgaben und Tätigkeiten des Bedienungspersonals;</li> <li>c) Erstellung eines Entwurfs (Entwürfe) der Schnittstelle;</li> <li>d) Bewertung der Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine anhand der festgelegten Kriterien</li> </ul>
5.2.4	Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs	Spezifizierung der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Bewertung der Schnittstelle des Systems Bedienperson-Maschine im Detail unter Verwendung der relevanten ergonomischen Normen und, falls erforderlich, Aufgabensimulationen;</li> <li>b) Ermittlung und Umsetzung notwendiger Korrekturen an der Schnittstelle;</li> <li>c) Erstellung der Entwurfsdokumentation.</li> </ul>
5.2.5	Ausführung des Entwurfs	Bewertung der Maschine im Gebrauch	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Durchführung von Prüfverfahren mit Bedienungspersonal (Prüfpersonal);</li> <li>b) Ermittlung und Durchführung notwendiger Modifikationen;</li> <li>c) Sammeln von Rückmeldungen über den tatsächlichen Gebrauch der Maschine;</li> <li>d) Festlegung der Gebrauchsanweisungen und des Ausbildungsgrades der Bedienperson.</li> </ul>
<p>Allgemein gilt, dass alle Gefährdungen, die in Verbindung mit der Maschine innerhalb ihrer vorhersehbaren Einsatzzeit auftreten können, identifiziert und weitestgehend eliminiert oder minimiert werden müssen.</p>			

### 5.2.2 Festlegung ergonomischer Kriterien für die Gestaltung von Maschinen

Bei der Erarbeitung des Pflichtenheftes in Übereinstimmung mit ergonomischen Grundsätzen muss der Konstrukteur:

- a) zutreffende ergonomische Bewertungskriterien für die Gestaltung von Maschinen festlegen. Diese müssen auf den allgemeinen ergonomischen Grundsätzen nach Abschnitt 4 unter Berücksichtigung maschinenspezifischer Normen basieren;
- b) Erfahrungen mit vorhandenen Maschinen sammeln. Dieses kann durch die Analyse der Aufgaben und Arbeiten an Maschinen erfolgen, die der zu konstruierenden ähnlich sind;
- c) die Eigenschaften des zu erwartenden Bedienungspersonals beschreiben. Berücksichtigt werden sollten Personen mit besonderen Anforderungen (siehe 4.2);
- d) möglichst frühzeitig aus ergonomischer Sicht eine Risikobeurteilung nach EN 1050, eine Risikoverminderung nach EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 durchführen und erforderlichenfalls diese in den entsprechenden Stufen des Gestaltungsprozesses erneuern und verfeinern.

### 5.2.3 Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen der Maschine

Die Erarbeitung von Konstruktionsentwürfen muss die Erarbeitung von Vorentwürfen der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine einschließen. Um dieses zu erreichen muss der Konstrukteur:

- a) eine Analyse der Funktionen und Aufgaben, die von dem Bedienungspersonal und der Maschine auszuführen sind, erstellen. Hierbei muss der angemessenen Funktions- und Aufgabenzuweisung an die Bedienperson und die Maschine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Funktionen und Aufgaben, die den Fähigkeiten des Bedienungspersonals weniger entsprechen, sollten identifiziert und im Vorentwurf der Maschine beschrieben werden.

ANMERKUNG 1 „Funktion“ ist ein Begriff, der beschreibt, was mit einem System oder innerhalb eines Systems zu erreichen ist. Ein Beispiel für Funktion ist: das Bewegen eines Werkstücks vom Zwischenlager zur Maschine.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Aufgabe“ beschreibt die gezielten Handlungen und Ausführungen, die der Bedienperson zugeteilt sind, um die Funktionen zu vollziehen. Für die Bewegung eines Werkstücks (siehe ANMERKUNG 1) können drei Beispiele der entsprechenden Aufgaben sein: das manuelle Anheben des Werkstücks oder das Anheben des Werkstücks mit Hilfe eines mechanischen Hebezeugs oder eine automatische Überführung des Werkstücks.

ANMERKUNG 3 Die Funktions- und Aufgabenanalyse umfasst eine hierarchische Beschreibung der gesamten Tätigkeiten und damit eine Unterteilung in immer kleinere Einheiten (Unterfunktionen und Teilaufgaben).

Für eine genauere Beschreibung der Funktions- und Aufgabenanalyse siehe EN 614-2:

- b) die Arbeitsaufgabe des Bedienungspersonals beschreiben und die voraussichtlichen Tätigkeiten analysieren.

Die Beschreibung der Arbeitsaufgaben sollte auf einer Analyse der Tätigkeiten an der zu gestaltenden Maschine basieren. Diese Beschreibungen und Analysen der Arbeitsaufgaben helfen dem Konstrukteur, die entstehende Arbeitsbelastung einzuschätzen, um festzustellen, was von dem Bedienungspersonal gefordert wird und um zu entscheiden, welche Informationen dem Bedienungspersonal zur Verfügung gestellt werden sollten. Die Aufgabenbeschreibung wird außerdem für die Bewertung des Systems Bedienperson-Maschine als Ganzes benötigt [siehe 5.2.3 d)];

- c) einen Vorentwurf (Vorentwürfe) für die Schnittstelle der Maschine vorschlagen.

Alternative Lösungsmöglichkeiten können im Zusammenhang mit der Funktions- und Aufgabenanalyse und der Beschreibung der Arbeitsaufgaben erstellt werden.

- d) den Vorentwurf (die Vorentwürfe) für die Schnittstelle des Systems Bedienperson-Maschine anhand der spezifischen Anforderungen nach 5.2.1 und der allgemeinen Grundsätze nach Abschnitt 4 bewerten (siehe EN 894-1).

Sollte sich der Vorentwurf für die Schnittstelle des Systems Bedienperson-Maschine in der Bewertung als nicht geeignet herausstellen, muss dieser überarbeitet und der Bewertungsprozess wiederholt werden.

Als Ergebnis der Entwurfsgestaltung wird (werden) ein Vorschlag (oder mehrere Vorschläge) ausgewählt und weiterentwickelt.

ANMERKUNG 4 Maschinen sollten so gestaltet sein, dass die Gesamtheit der Tätigkeiten für das Bedienungspersonal und für die Arbeitsorganisation zufrieden stellend sind. Deshalb sollten auch Faktoren, wie Arbeitszufriedenheit und organisatorische Fragen (z. B. Arbeitsinhalt, Aufgabeneinteilung, Arbeitsablauf und Teilung körperlich schwerer Arbeit) berücksichtigt werden. Zu weiteren Einzelheiten siehe EN 614-2.

ANMERKUNG 5 Zur Bewertung der Arbeitsbelastung und der Schnittstellen der Maschine müssen die Beschreibungen der Arbeitsaufgaben eventuell auf laufende, wiederholte und periodische Aufgaben des Bedienungspersonals beschränkt werden. Sollte dies geschehen, ist es notwendig, seltene oder gelegentlich ausgeübte Aufgaben, wie Installation oder Abbau der Maschine, gesondert zu analysieren (siehe Abschnitt 1).

#### **5.2.4 Spezifizierung der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine**

Bei der Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs, müssen die Schnittstellen der Maschine und die Arbeitsaufgaben des Bedienungspersonal so gestaltet sein, dass sie die ergonomischen Anforderungen in allen Details erfüllen. In dieser Stufe muss der Konstrukteur:

- a) die Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine mit Bezug auf die relevanten ergonomischen Grundsätze detailliert bewerten.

Zur Bewertung können die Hilfen und Verfahrensweisen aus den relevanten Normen genutzt werden. Im Allgemeinen bestehen Bewertungsverfahren aus:

- einer direkten Beobachtung der Einhaltung der Anforderungen,
- dem Messen der messbaren Größen: (z. B. Abmessungen des Arbeitsplatzes, Zeichengröße, Kraftgrenzen, Beleuchtungsstärke oder Schallpegel),
- der subjektiven Einschätzung der Gestaltung durch die voraussichtliche Bedienperson,
- der Beobachtung des funktionsgemäßen Ablaufs des Systems Bedienperson-Maschine (z. B. reibungsloser Ablauf, Fehlfunktionen, fehlerhafte Anwendung, Störungen) und
- Messung der physiologischen/psychischen Reaktionen während der Tätigkeit.

Das Ergebnis dieser Bewertung weist darauf hin, ob die Konstruktion die spezifischen ergonomischen Kriterien aus 5.2.2, die allgemeinen Grundsätze wie in Abschnitt 4 dargestellt und die entsprechenden Anforderungen, die in den relevanten ergonomischen Normen beschrieben sind, erfüllt. Sollte die Konstruktion als nicht geeignet bewertet werden, muss sie überarbeitet werden.

Die Bewertungsergebnisse können entsprechend des Grades ihrer Akzeptanz klassifiziert werden. Für diesen Zweck ist im Anhang A (informativ) ein 3-Zonen-Bewertungssystem beschrieben. Es können darüber hinaus weitere geeignete Verfahren angewendet werden, die die Akzeptanz klassifizieren (siehe A.1).

- b) notwendige Korrekturen an den Schnittstellen ermitteln und durchführen.
- c) die Dokumentation erstellen.

Nach Vollendung des Gestaltungsprozesses muss die notwendige Dokumentation für die Maschine zusammengestellt werden. Diese Dokumentation muss Angaben für das Bedienungspersonal zum sicheren Gebrauch der Maschine enthalten (z. B. Vermeidung übermäßiger Beladung oder Risiken von Fehlfunktionen).

Die Anwendung der oben genannten Verfahrensweisen erfordert eine angemessene Beschreibung der Gestaltung und der vorgesehenen Tätigkeiten: verbale Beschreibungen, Diagramme, Zeichnungen, Tabellen, virtuellen Nachstellungen, Prüfmodelle oder Prototypen. Die Abläufe und Aufgaben sollten durch z. B. Simulationen oder Besichtigung der Arbeitsabläufe vorgeführt werden. Die Bewertung der Arbeitsaufgaben sollte so früh wie möglich mit Hilfe von Probeabläufen und Simulationen der Aufgaben vorgenommen werden.

Sollte es nicht möglich sein, eine unter ergonomischen Gesichtspunkten annehmbare Gestaltung zu erreichen, müssen ergänzende Maßnahmen getroffen werden (siehe EN ISO 12100-1).

### 5.2.5 Bewertung der Maschine im Gebrauch

Bei der Umsetzung der Gestaltungsstufe sind die Benutzungsbedingungen der Maschine vollständig beschrieben. In dieser Stufe muss während der Installation, der Probedurchläufe und des eigentlichen Gebrauchs die Benutzung der Maschine bewertet und die notwendigen Einstellungen und Änderungen vorgenommen werden. Der Konstrukteur muss an den praktischen Versuchen teilnehmen und in den entsprechenden Phasen:

- a) Prüfungen mit dem für die Anwendung vorgesehenen Bedienungspersonal (Prüfpersonal) durchführen. Zur Bestimmung von Mängeln muss Abschnitt 4 beachtet werden.

Bei den Versuchen können die in 5.2.4 a) beschriebenen Verfahren angewendet werden.

Die Anordnungen für Arbeiten im Zusammenhang mit z. B. Wartung, Werkzeugwechsel, Entnahme von Werkstücken, Entfernen von Abfall und Reinigungsarbeiten sind in dieser Stufe detailliert zu prüfen:

- b) notwendige Korrekturen, Einstellungen und Modifikationen an der Maschine ermitteln und durchführen. Die Konstruktionspläne (und Bedienungsanleitungen) müssen entsprechend der Korrekturen und Modifikationen überarbeitet werden.

Notwendige Korrekturen beinhalten üblicherweise eine Veränderung der Arbeitsaufgabe für die Bedienperson, Größenverstellungen an der Maschine und Überlegungen zum Einbau von unterstützender Arbeitsausrüstung, zur Ausstattung und zur Arbeitsumgebung (z. B. örtliche Beleuchtung):

- c) Rückmeldungen über den tatsächlichen Gebrauch der Maschine sammeln.

Zur Bewertung der ergonomischen Anforderungen und Kriterien wird eine sorgfältige Analyse der Rückmeldungen aus dem Einsatz der Maschine (z. B. Beschwerden der Endanwender, Berichte über Beinaheunfälle, Unfallberichte) dringend empfohlen. Rückmeldungen unterstützen die Festlegung von Maßnahmen und die Verbesserung der zukünftigen Gestaltung:

- d) die Gebrauchsanweisung und den Ausbildungsgrad der Bedienperson abschließend festlegen.

Die Dokumentation kann aus an der Maschine angebrachten Betriebsanweisungen, Handbüchern, Wartungsunterlagen, Schulungsunterlagen usw. bestehen.

**ANMERKUNG** Die Umsetzung kann in den Räumlichkeiten des Herstellers und/oder im Falle von nach Kundenwünschen gefertigten Maschinen, am endgültigen Arbeitsstandort erfolgen.

## Anhang A (informativ)

### Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems

#### A.1 Einleitung

Der Zweck dieses Anhangs besteht darin, ein System zur Konstruktionsbewertung zu beschreiben, mit dessen Hilfe Konstrukteure und sonstige Personen eine Risikobewertung strukturiert und unmittelbar durchführen können. Ein Bewertungssystem wie das 3-Zonen-Modell trägt zur Risikominderung für das Bedienungspersonal durch konstruktive Maßnahmen bei und berücksichtigt Faktoren wie Häufigkeit und Dauer der Arbeiten entsprechend der Festlegungen in EN ISO 12100-2:2003, Abschnitt 3. Es handelt sich um eine Methode zur Klassifizierung ergonomischer Risiken, um die Festlegung von geeigneten Maßnahmen innerhalb des Gestaltungsprozesses zu erleichtern.

Ein 3-Zonen-Bewertungssystem ist eine Methode zur Bewertung ergonomischer Risiken auf Grund der Tatsache, dass ergonomische Gefährdungen oftmals mehrdeutig sind. Sie werden durch einen großen Bereich der Eigenschaften, Fähigkeiten und Bedürfnisse des Bedienungspersonals wie auch durch die Tatsache bestimmt, dass sie äußerst selten mit nur einem einzigen Faktor in Zusammenhang stehen. Es ist die hinter den ergonomischen Gefährdungen stehende multifaktorielle Komplexität, die in einer gegebenen Situation eine direkte Ja-Nein-Antwort meistens verhindert. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass es sich um einen sehr verständlichen und pädagogischen Weg der Darstellung komplexer ergonomischer Daten unter Berücksichtigung von Faktoren wie sicherer Betrieb, Kompatibilität, Häufigkeit und Dauer der Aufgaben handelt.

Es sollte beachtet werden, dass viele ergonomische Anforderungen (z. B. in Verbindung mit psychischen Fähigkeiten) nicht als messbare Einheiten oder konkrete Maßnahmen angegeben werden können. Deshalb kann das vorliegende 3-Zonen-Modell hauptsächlich auf die physischen Aspekte der Wechselwirkung zwischen Mensch und Maschine angewendet werden.

Bewertungssysteme erleichtern dem Konstrukteur die Einordnung von Feststellungen nach festgelegten Kriterien.

Das 3-Zonen-Bewertungssystem wurde auf der Grundlage der vorhandenen Kenntnisse der menschlichen Fähigkeiten (z. B. Bewegungsfreiheit) festgelegt.

#### A.2 Definition und Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems

Im Ergebnis der Risikobewertung sollten die folgenden Zonen-Kriterien berücksichtigt werden:

##### Zone 1 (Grüne Zone):

Diese Zone ist gekennzeichnet durch:

- sichere Konstruktion;
- sicheren Betrieb;
- ergonomische Grundsätze sind erfüllt:
  - bei häufig genutzten Aufgaben,
  - bei länger andauernden Aufgaben,
  - mit Komfort (Wohlbefinden), z. B. Zone mit Komfortbereich.

**Zone 2 (Gelbe Zone):**

Diese Zone ist gekennzeichnet durch:

- ergonomische Grundsätze sind erfüllt bei Aufgaben:
  - mit zeitlich begrenzter Nutzung,
  - von kurzer Dauer.

**Zone 3 (Rote Zone):**

Diese Zone ist gekennzeichnet durch:

- ergonomische Grundsätze sind nicht erfüllt;
- Bedingungen, die zu einem unsicheren Betrieb führen können.

Zone 1 wird für die Aufgaben angewendet, die für einen sicheren Betrieb der Maschine erforderlich sind, um die Gesundheit und das Wohlbefinden des Bedienungspersonals sicherzustellen. Zone 2 kann für sonstige Aufgaben angewendet werden.

ANMERKUNG Äußerst selten durchzuführende Aufgaben können in Zone 3 angesiedelt werden.

**Anhang ZA**  
(informativ)

**Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den  
grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert  
durch 98/79/EG**

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 98/37/EG,  
geändert durch 98/79/EG**

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
4, 5	Anhang 1: 1.1.2, 1.2.2, 1.2.8, 1.5.5, 1.5.8, 1.5.9, 1.7.0, 1.7.1	

**WARNHINWEIS** — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.



## Literaturhinweise

- [1] CEN/CENELEC Guide 6, *Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities*
- [2] EN ISO 7731, *Ergonomie — Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten — Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2003)*
- [3] EN 547-1, *Sicherheit von Maschinen — Körpermaße des Menschen — Teil 1: Grundlagen zur Bestimmung von Abmessungen für Ganzkörper-Zugänge an Maschinenarbeitsplätzen*
- [4] EN 547-2, *Sicherheit von Maschinen — Körpermaße des Menschen — Teil 2: Grundlagen für die Bemessung von Zugangsöffnungen*
- [5] EN 547-3, *Sicherheit von Maschinen — Körpermaße des Menschen — Teil 3: Anthropometrische Daten*
- [6] EN 614-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 2: Wechselwirkung zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Aufgaben*
- [7] EN 842, *Sicherheit von Maschinen — Optische Gefahrensignale — Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung*
- [8] EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Operator-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen*
- [9] EN 894-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen*
- [10] EN 894-4, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen*
- [11] EN 981, *Sicherheit von Maschinen — System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale*
- [12] EN 1005-2, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen*
- [13] EN 1005-3, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung*
- [14] EN 1005-4, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen bei der Arbeit an Maschinen*
- [15] prEN 1005-5, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 5: Risikobewertung für wiederholte Handlungen mit hoher Frequenz*
- [16] EN 1837, *Sicherheit von Maschinen — Maschinenintegrierte Beleuchtung*
- [17] EN 3411, *Erdbaumaschinen — Maschinenführer — Körpermaße, Mindest-Freiraum*
- [18] EN ISO 5349-1, *Mechanische Schwingung — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 5349-1:2001)*
- [19] EN ISO 5349-2, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen — Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz (ISO 5349-2:2001)*

- [20] EN ISO 6385:2004, *Ergonomie — Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2004)*
- [21] EN ISO 6682, *Erdbaumaschinen — Stellteile — Bequemlichkeitsbereiche und Reichweitenbereiche (ISO 6682:1986, einschließlich Änderung 1:1989)*
- [22] EN ISO 9241-110, *Ergonomische Anforderungen der Mensch-System-Interaktion — Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006)*
- [23] EN ISO 10075-1, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 1: Allgemeines und Begriffe (ISO 10075:1991)*
- [24] EN ISO 10075-2, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (ISO 10075-2:1996)*
- [25] EN ISO 10075-3, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung (ISO 10075-3:2004)*
- [26] EN ISO 11064-4, *Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen — Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen (ISO 11064-4:2004)*
- [27] EN ISO 11064-6, *Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen — Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen (ISO 11064-6:2005)*
- [28] EN ISO 11064-7, *Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen — Teil 7: Grundsätze für die Bewertung von Leitzentralen (ISO 11064-7:2004)*
- [29] EN ISO 11688-1, *Akustik — Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1:1995)*
- [30] EN ISO 11688-2, *Akustik — Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte - Teil 2: Einführung in die Physik der Lärminderung durch konstruktive Maßnahmen (ISO/TR 11688-2:1998)*
- [31] prEN ISO 13732-1, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsmethoden für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 1: Heiße Oberflächen*
- [32] EN ISO 13732-3, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsmethoden für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 3: Kalte Oberflächen*
- [33] EN ISO 14738, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen (ISO 14738:2002)*
- [34] EN ISO 15536-1, *Ergonomie — Computermodele des Menschen und Körperschablonen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- [35] EN ISO 15537, *Grundsätze für die Auswahl und den Gebrauch von Prüfpersonen zur Prüfung anthropometrischer Aspekte von industriellen Produkten und Gestaltungen (ISO 15537:2004)*
- [36] ISO 2631-1, *Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements*