

	Sicherheit von Maschinen <b>Ergonomische Gestaltungsgrundsätze</b> Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze Deutsche Fassung prEN 614-1:2003	<b>DIN</b> <b>EN 614-1</b>
--	--	-------------------------------

ICS 13.110; 13.180

Einsprüche bis 2003-05-31

**Entwurf**Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 614-1:1995-04

Safety of machinery — Ergonomic design principles —  
Part 1: Terminology and general principles;  
German version prEN 614-1:2003

Sécurité des machines — Principes ergonomiques de conception —  
Partie 1: Terminologie et principes généraux;  
Version allemande prEN 614-1:2003

### Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [fnerg@din.de](mailto:fnerg@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Ergonomie (FNerg) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

### Nationales Vorwort

Dieser Normentwurf wurde von der Arbeitsgruppe 2 „Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für Maschinen“ des Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ (Sekretariat: Deutschland) erarbeitet.

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:

- a) Die Norm wurde stärker an die Bedürfnisse der Maschinenrichtlinie angepasst.
- b) Die Begriffe wurden durch einen Verweis auf prEN ISO 6385 ersetzt.
- c) Die ganze Norm wurde grundsätzlich neu gegliedert.
- d) Durch Verweisungen auf andere Normen wurde der Text verkürzt.
- e) Der Anhang A „Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems“ wurde komplett neu gestaltet und übersichtlich illustriert.

Fortsetzung 22 Seiten prEN

— *Entwurf* —

– Leerseite –

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

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

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

ICS:

Deskriptoren

**Inhalt**

Seite

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Allgemeine Grundsätze</b> .....	<b>5</b>
4.1 Allgemeines.....	5
4.2 Bedürfnisse von Personen für barrierefreie Gestaltung.....	5
4.3 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Körpermaße, Körperhaltungen, Körperbewegungen und Körperkräften von Personen.....	6
4.3.1 Allgemeines.....	6
4.3.2 Körpermaße.....	6
4.3.3 Körperhaltungen.....	7
4.3.4 Körperbewegungen.....	8
4.3.5 Körperkraft.....	8
4.4 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung psychischer Fähigkeiten von Personen.....	9
4.5 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung der Einflüsse der physikalischen Arbeitsumgebung auf Personen.....	10
4.5.1 Allgemeines.....	10
4.5.2 Lärm und Schwingungen.....	10
4.5.3 Thermische Emissionen.....	10
4.5.4 Beleuchtung.....	11
<b>5 Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozess von Maschinen</b> .....	<b>11</b>
5.1 Allgemeines.....	11
5.2 Ergonomische Aufgabenstellungen, die im Gestaltungsprozess von Maschinen durchzuführen sind.....	12
5.2.1 Festlegung ergonomischer Kriterien für die Gestaltung von Maschinen.....	13
5.2.2 Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen.....	14
5.2.3 Spezifizierung der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine.....	15
5.2.4 Bewertung der Benutzung der Maschine.....	16
<b>Anhang A (informativ) Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems</b> .....	<b>17</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>21</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen</b> .....	<b>22</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN 614-1:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 "Ergonomie" erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird die EN 614-1:1995 ersetzen.

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

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

Bei der Vorbereitung dieser Norm wurde der CEN/CENELEC Guide 6 "Guidelines for standards developers to address the needs of older persons a persons with disabilities" berücksichtigt.

## 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 Bedienerperson-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 sicher gestellt, dass die menschlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Ein Arbeitssystem umfasst Bedienpersonen, Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel (z. B. Maschinen), Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung, Arbeitsablauf, und die Wirkungszusammenhänge zwischen ihnen. Die Komplexität eines Arbeitssystems reicht von einer Werkstatt mit einer einzigen Bedienerperson, die handgeführtes Arbeitsgerät verwendet, bis zu einer Fertigungsanlage und ihren Bedienpersonen. Eine gute Gestaltung berücksichtigt das Zusammenwirken der Bedienerperson 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. prEN ISO 6385).

Die Einhaltung der von CEN/CENELEC erstellten harmonisierten Normen ermöglicht Herstellern und Lieferanten, die Anforderungen der europäischen Rechtsetzung zu erfüllen. Die in prEN ISO 12100-1 und prEN ISO 12100-2 enthaltenen Begriffe und allgemeine 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 der Bedienerperson zu verbessern. prEN 13861 stellt Angaben über ergonomische Type-B-Normen zur Verfügung, die in Verbindung mit spezifischen Gefährdungen anzuwenden sind.

Diese Europäische Norm gehört zu einer Reihe Europäischer Normen, die spezielle Themen behandelt, die in prEN ISO 12100-1 und prEN 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. 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.

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 Wohlbefinden der Bedienperson sicherzustellen.

Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen ergonomischen Grundsätze gelten für alle Bereiche menschlicher Fähigkeiten und Eigenschaften. Informationen sind so zu interpretieren, dass sie für den vorgesehenen Gebrauch geeignet sind.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert. Die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 457, *Sicherheit von Maschinen — Akustische Gefahrensignale — Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung (ISO 7731:1986, modifiziert).*

EN 614-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 2: Wechselwirkung zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Aufgaben.*

EN 842, *Sicherheit von Maschinen — Optische Gefahrensignale — Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung.*

EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Operator-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen.*

EN 894-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen.*

EN 981, *Sicherheit von Maschinen — System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale*

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

prEN ISO 6385, *Ergonomie — Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO/DIS 6385:2002).*

EN ISO 9241-10, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-10:1996).*

EN ISO 10075-1, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung — Teil 1: Allgemeines und Begriffe (ISO 10075:1991).*

EN ISO 10075-2, *Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung* — Teil 2: *Gestaltungsgrundsätze (ISO 10075-2:1996)*.

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in prEN ISO 6385 angegebenen Begriffe.

## **4 Allgemeine Grundsätze**

### **4.1 Allgemeines**

Die Sicherheit von Maschinen erfordert die umfassende Einbeziehung ergonomischer Aspekte. Die Verminderung von Risiken durch konstruktive Gestaltung nach EN 1050, erforderte 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, deren Installation, Einrichtung, Wartung, Reinigung, Reparatur, Abbau und Transport.

Die Zielsetzung ist das Konstruieren von Maschinen, die mit den Fähigkeiten, Grenzen und Bedürfnissen des Menschen übereinstimmen. Dies erfordert eine Analyse der Arbeiten und Aufgaben, die Bedienpersonen auszuführen haben und der wahrscheinlichen Auswirkungen, die diese Gestaltung und/oder die Umgebung auf die Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden der Bedienperson haben kann.

Maschinen müssen unter Berücksichtigung der Unterschiede in den individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten der Bedienperson gestaltet werden. Diese beinhalten:

- Körpermaße,
- Körperhaltung,
- Körperbewegungen,
- Körperkraft,
- mentale Fähigkeiten.

Die Arbeitsumgebung hat Auswirkungen auf die Bedienperson. Dies muss berücksichtigt werden, um beeinträchtigende Auswirkungen zu vermeiden und erleichternde Auswirkungen so weit wie möglich zu fördern (siehe Beispiele in 4.5).

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

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

### **4.2 Bedürfnisse von Personen für barrierefreie Gestaltung**

Um eine barrierefreie Gestaltung zu realisieren und damit behinderten und älteren Personen den Gebrauch der Maschinen zu ermöglichen, ist es wichtig, deren besondere Bedürfnisse zu berücksichtigen. Die

Grundsätze der Ergonomie sind bei einer barrierefreien („Design for all“) Gestaltung, bei adaptiven Gestaltungen und unterstützenden Technologien zu beachten.

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

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

#### **4.3.1 Allgemeines**

Die sichere Benutzung von Maschinen durch Personen ist abhängig von deren Proportionen und geometrischen Größenverhältnissen. Angaben über die Körpermaße der Bevölkerung (siehe EN 547-3 und prEN ISO 14738) ermöglichen Konstrukteuren die Berücksichtigung dieser Verhältnisse (z. B. Sicherstellung angemessener Reichweiten oder ausreichender Bewegungsfreiheit für alle Benutzer).

#### **4.3.2 Körpermaße**

Maschinen sind unter angemessener Berücksichtigung der Körpermaße der vorgesehenen Bedienpersonengruppe zu gestalten. Dabei ist zu beachten:

- a) Körpermaße (statisch und in Bewegung, mit angemessener Kleidung und/oder persönlicher Schutzausrüstung) von Erwachsenen und Personen mit besonderen Bedürfnissen,
- b) Spannweite der Körpermaße,
- c) Sicherheitsabstände,
- d) 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 die Maschine auf verschiedene Bedienpersonen abgestimmt werden 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 der Bedienpersonengruppe 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 normaler Arbeitshaltung 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 die zu erwartende Bedienpersonengruppe anzupassen, muss mindestens vom 5. bis 95. Perzentil ausgegangen werden. Wenn Gesundheits- und Sicherheitsaspekte wichtig sind, sind höhere Bereiche anzuwenden. Entsprechend der Risikoeinschätzung mindestens das 1. und/oder 99. Perzentil. Da Maschinen zur Benutzung durch Frauen und Männer gestaltet werden, muss von den jeweiligen Perzentilen für Frauen und Männer ausgegangen werden.

Bei der Festlegung von Innenmaßen (z. B. Abmessungen für Beinraum) muss der Wert des 95. Perzentils verwendet werden. Bei Reichweiten (z. B. Reichweite der Bedienperson) muss der Wert des 5. Perzentils gebraucht werden. Bei verstellbaren Maßen der Maschinen hat der verfügbare Bereich das 5. bis 95. Perzentil abzudecken.

ANMERKUNG Umfassendere Angaben über die Einbeziehung von anthropometrischen Daten zur Gestaltung des Arbeitsplatzes sind in prEN ISO 14738 enthalten, prEN ISO 15537 liefert Angaben wie Maße mit Hilfe von Prüfpersonen festgestellt werden können. prEN ISO 15536-1 enthält Angaben über Computermodelle des Menschen und Körperschablonen, die zur Feststellung der Konstruktionsmaße gebraucht werden können.

### 4.3.3 Körperhaltungen

Die Körperhaltung der Bedienperson bei der Arbeit muss so bequem wie möglich sein, sie muss einfache Arbeitsbewegungen unterstützen und darf zu keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Bei der Gestaltung von Maschinen müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a) unnatürliche Körperhaltungen, wie z. B. verdrehte und/oder gebückte Haltung sowie längere, zur Ermüdung führenden Tätigkeiten, müssen vermieden werden. Wechsel in der Körperhaltung müssen ermöglicht werden;
- 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) liegende, kniende und hockende Haltungen sollten eingeschränkt werden (z. B. 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 Körperhaltung muss mit den Kraftanforderungen übereinstimmen. Um eine körperliche Überlastung zu vermeiden, müssen technische Hilfsmittel mit ausreichender Hebelwirkung bereitgestellt werden. Um diese Anforderung für handgeführte Arbeitsmittel zu erfüllen, ist es wichtig, durch richtige Anordnung der Griffe Griffänderungen während der Benutzung zu vermeiden;
- f) bei der Gestaltung des Arbeitsbereichs der Maschine sollten die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:
  - Blickwinkel,
  - Betrachtungsabstand,
  - Auftreten möglicher Sichteinschränkung,
  - Zeitspanne und Häufigkeit der durchzuführenden Arbeit,
  - alle besonderen Einschränkungen der Benutzergruppe, z. B. das Tragen von Brillen oder Augenschutz.

ANMERKUNG In prEN ISO 14738 werden ergonomische Grundsätze zur Herleitung der Maße für Arbeitsplätze beschrieben. prEN ISO 1005-4 stellt Anleitungen zur Einschränkung und Überwachung von Gesundheitsrisiken in Verbindung zu Körperhaltungen und Bewegungen an Maschinen zur Verfügung.

#### 4.3.4 Körperbewegungen

Maschinen müssen so gestaltet sein, dass die Bewegungen des Körpers oder von Körperteilen dem natürlichen Bewegungsrhythmus entsprechen und natürlichen Bewegungsbahnen folgen. Die Bedienperson darf keine häufigen oder länger andauernden Bewegungen, insbesondere solche, die extreme Gelenkwinkel verlangen, ausführen müssen.

Bei der Konstruktion von Maschinen müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a) bei der Benutzung von Maschinen muss eine Zwangshaltung der Bedienperson vermieden werden;
- b) Maschinen müssen so gestaltet sein, dass sich wiederholende Bewegungsabläufe, die zu Gesundheitsbeeinträchtigungen, Krankheiten oder Verletzungen führen können, vermieden werden (siehe auch prEN 1005-5, die sich derzeit in Vorbereitung befindet);
- c) für gelegentliche Tätigkeiten, die außerhalb der Armreichweite liegen, muss der Arbeitsplatz ein seitliches oder nach vorne gerichtetes Beugen des Körpers ermöglichen. Zur Vermeidung von Risiken sollte die Bedienperson die Möglichkeit haben, sich dabei aufzustützen.
- d) Bewegungsabläufe mit hohen Präzisions- und Genauigkeitsanforderungen müssen mit geringem Kraftaufwand auszuführen sein (siehe auch 4.4);
- e) für Hilfsmittel (z. B. Hebezeuge, Führungen, Anschläge usw.), die für die manuelle Handhabung mit hohen Genauigkeitsanforderungen benötigt werden, muss der Arbeitsbereich ausreichend bemessen sein;
- f) Drehbewegungen oder extreme Stellungen der Hand-/Armelenk bei die einen Kräfteinsatz erfordern, sind zu vermeiden.

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

#### 4.3.5 Körperkraft

Die Benutzung von Maschinen erfordert Kraftaufwendungen, die 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 folgende Grundsätze beachtet werden:

- a) sind die erforderlichen Körperkräfte so hoch, dass eine sichere Benutzung der Maschine nicht gewährleistet ist, müssen mechanische Hilfsmittel bereitgestellt werden;
- b) länger andauernde statische Muskelanspannung (wie beispielsweise bei Halte- oder Hebetätigkeiten der Arme und Hände) muss vermieden werden. Das Gewicht handgeführter Maschinen darf 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 muss durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise Ausgleichgewichten auf ein Minimum reduziert werden;
- d) Stellteile, Griffe und Pedale an Maschinen müssen so gestaltet, ausgewählt und angeordnet sein, dass der erforderliche Kraftaufwand ungefährlich ist, (siehe EN 894-3);
- e) je nach Kraftaufwand, Größe, Form und Lage der Stellteile muss eine ungleichmäßige Belastung des Körpers und der Gliedmaße vermieden werden,

- f) die Gewichtsverteilung von handgeführten Maschinen und tragbaren Arbeitsmitteln muss im angemessenen Verhältnis zu den angebrachten Griffen und Stützvorrichtungen stehen.

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

#### **4.4 Gestaltungsanforderungen unter Berücksichtigung psychischer Fähigkeiten von Personen**

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 mentalen Fähigkeiten der Bedienperson entspricht. Der Ausdruck 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. 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.

Anforderungen und Richtlinien zur Sicherstellung einer kontrollierten und sicheren Bedienung von Maschinen werden in den Normen EN 457, EN 842, EN 894-1, EN 894-2 und EN 981 beschrieben. Grundsätze zur Vermeidung von schädigenden Auswirkungen für die Bedienperson (Überforderung oder Unterforderung, Ermüdung, Monotonie, verminderte Aufmerksamkeit, Reizüberflutung, siehe EN ISO 10075-1) sind in EN ISO 9241-10 und EN ISO 10075-2 ausführlich beschrieben. Grundsätze zur Gestaltung geeigneter Arbeitsaufgaben für die Bedienperson sind in EN 614-2:2000, 4.1, beschrieben.

Im Allgemeinen müssen folgende ergonomische Grundsätze berücksichtigt werden:

- a) Maschinen müssen so gestaltet sein, dass deren Bedienung die psychischen Fähigkeiten der vorgesehenen Bedienperson weder über- noch unterfordert;
- b) Die Funktion der Maschine und der ihr zugrunde liegende Arbeitsvorgang muss für die Bedienpersonen leicht verständlich sein (Grundsatz der Selbstbeschreibungsfähigkeit);
- c) Das System und seine Bestandteile müssen die Bedienperson durch seinen Arbeitsauftrag führen (Steuerbarkeit);
- d) Das System den Erwartungen der Bedienperson entsprechen, welche auf früheren Arbeitserfahrungen und Schulungen beruhen;
- e) Das System muss fehlertolerant sein und der Bedienperson Maßnahmen für den Umgang mit Fehlern vorgeben (Fehler sollten nicht zu kritischen Situationen führen);
- f) Das System muss der Bedienperson einen angemessenen Grad an Entscheidungsfreiheit hinsichtlich des Vorrangs von Aufgaben und Verfahrensweisen ermöglichen;
- g) Maschinen müssen die Entwicklung bestehender Fertigkeiten und den Erwerb neuer Fertigkeiten zulassen;
- h) Das System muss flexibel genug sein, um es den unterschiedlichen Fertigkeiten innerhalb der Bedienpersonengruppe (siehe EN 614-2) und besonderen Bedürfnissen (siehe 4.2) anpassen zu können.

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

- a) alle Angaben, die zur Ausübung der Arbeitsaufgabe notwendig sind, müssen für die Bedienperson leicht zugänglich sein;
- b) Informationen müssen für die Bedienperson so dargestellt werden, dass diese sie leicht verstehen und in Handlungen umsetzen kann, z. B. indem ihm sowohl ein schneller Überblick über das gesamte Arbeitssystem ermöglicht wird, als auch Angaben in Bezug auf einzelne Parameter zur Verfügung gestellt werden;
- c) Anzeigen und Signale müssen so gestaltet sein, dass sie mit den charakteristischen Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung und der auszuführenden Arbeit übereinstimmen (für die genaue Gestaltung von Anzeigen und Signalen siehe EN 894 - 1 und EN 894 - 2);
- d) bei interaktiven Systemen muss eine übereinstimmende Darstellung und Funktion von Sinnbildern, Symbolen und Befehlseinrichtungen sichergestellt sein;
- e) bei der Gestaltung von Maschinen müssen optische Schwachstellen berücksichtigt werden. Deshalb sollte die farbliche Darstellung nicht als einziges Mittel zur Kennzeichnung verwendet werden, sondern auch deren Form, Position oder Text;
- f) bei der Gestaltung von Maschinen müssen die akustischen Auswirkungen berücksichtigt werden (siehe EN 894-2). Bei lauten Umgebungsgeräuschen und Einbeziehung von Menschen mit Hörschwierigkeiten sollten neben akustischen, andere Darstellungsmöglichkeiten berücksichtigt werden (siehe 4.2).

Stellteile und Anzeigen und deren Funktionen müssen so gestaltet, ausgewählt und angeordnet werden, dass ihre Wahrnehmung und kontrollierte Bedienung sicher gestellt ist (für die genaue Gestaltung von Stellteilen siehe EN 894-3 und prEN 894-4).

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

### **4.5.1 Allgemeines**

Bei der Gestaltung von Maschinen müssen die Auswirkungen aller Emissionen der Maschine auf die Bedienperson oder auf die Arbeitsumgebung berücksichtigt werden. Die Bewertung muss in Übereinstimmung mit den in prEN ISO 12100 - 1 und prEN ISO 12100 –2 festgelegten Verfahren erfolgen (siehe auch prEN 13861).

### **4.5.2 Lärm und Schwingungen**

Die beim Betrieb von Maschinen auftretenden Schallemissionen und Schwingungen müssen auf ein Minimum reduziert werden, um Gesundheits- und Sicherheitsrisiken zu vermeiden und das Wohlbefinden der Bedienperson sicher zu stellen.

### **4.5.3 Thermische Emissionen**

Die beim Betrieb von Maschinen auftretenden thermischen Emissionen müssen auf ein Minimum reduziert werden, um Gesundheits- und Sicherheitsrisiken zu vermeiden und das Wohlbefinden der Bedienperson sicher zu stellen.

Insbesondere ist Folgendes zu beachten:

- a) die erforderliche physische Arbeitsbelastung;
- b) die thermischen Eigenschaften der erforderlichen Kleidung und persönlichen Schutzausrüstung;
- c) die für die Bedienperson zu erwartende Wärmebelastung;

- d) die Temperatur von berührbaren Oberflächen.

#### **4.5.4 Beleuchtung**

Die Beleuchtung muss die zur Ausführung der Arbeitsaufgabe notwendigen Anforderungen erfüllen. Falls die Umgebungsbeleuchtung unzureichend ist, muss eine integrierte Beleuchtung vorgesehen sein, die so ausgeführt sein muss, dass die Bedienperson nicht gezwungen ist, eine unnatürliche Körperhaltung einzunehmen. Bei verstellbarer Beleuchtung müssen die entsprechenden Einstellvorrichtungen so gestaltet sein, dass sie für die Bedienperson leicht bedienbar sind und keine Gefährdung darstellen.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Flimmererscheinungen müssen vermieden werden;
- b) Blendung und zu hohe Leuchtintensität muss vermieden werden;
- c) verwirrende Schattenbildung muss vermieden werden;
- d) stroboskopische Effekte müssen vermieden werden;
- e) Kontraste müssen der Arbeitsaufgabe angemessen sein;
- f) Farbwiedergabe muss erhalten bleiben.

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

### **5.1 Allgemeines**

Entscheidungen, die während des Gestaltungsprozesses getroffen werden, haben entscheidende Einflüsse auf die Arbeitsaufgaben und die Arbeitsbedingungen der Bedienperson. Deshalb muss den ergonomischen Anforderungen in allen wesentlichen Stufen des Gestaltungsprozesses nachgekommen werden. 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 Gestaltungsspezifikationen,
- 2) Erstellung eines Gestaltungsentwurfs (oder mehrerer Entwürfe),
- 3) Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs,
- 4) Ausführung.

In der ersten Stufe werden die Systemspezifikationen ausgearbeitet und die zu erfüllenden Anforderungen beschrieben. In der zweiten Stufe entwickelt der Konstrukteur die ursprünglichen Ideen bis zu dem Punkt weiter, an dem entschieden wird, welcher Entwurf (oder Entwürfe) für die weitere Bearbeitung geeignet ist (sind). In der dritten Stufe führt der Konstrukteur die Ausarbeitung im Detail fort und stellt die benötigte Dokumentation zusammen. In der letzten Stufe begleitet der Konstrukteur die Ausführung, bis die Maschine im Gebrauch bewertet wurde.

Bedienpersonen und andere, die Erfahrungen mit vergleichbaren Maschinen haben, müssen so weit wie möglich an den jeweiligen Stufen des Gestaltungsprozesses zur Beratung hinzugezogen werden. Dies kann zum Beispiel durch die Einbeziehung von Vertretern der Bedienpersonengruppe, Aufsichtspersonal, Gesundheits- und Arbeitsschutzbeauftragten und Ergonomieexperten im Rahmen einer Projektgruppe durchgeführt werden.

Der in diesem Abschnitt (siehe Tabelle 1) beschriebenen Prozess muss mit dem Prozess zur Risikobeurteilung und -verminderung gemäß prEN ISO 12100-1, prEN ISO 12100-2 und EN 1050 übereinstimmen. Gestaltungsentscheidungen, die die Sicherheit der Maschine betreffen, werden in allen Entwicklungsstufen getroffen. Deshalb sollten die beschriebenen Methoden zur Risikobeurteilung in jeder dieser Stufen beachtet werden.

Die Ausführung der in diesem Verfahren beschriebenen Schritte muss dokumentiert werden. Die Dokumentation wird zur Prüfung der Übereinstimmung mit dieser 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.

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

Die ergonomischen Aufgaben, die während des Gestaltungsprozesses auszuführen sind, werden in 5.2.1 bis 5.2.4 und in Tabelle 1 beschrieben. Die Durchführung dieser Aufgaben ist erforderlich für den Entwurf neuer Maschinen und für die Umgestaltung von bestehenden Maschinen und Arbeitsabläufen. Im Falle der Umgestaltung einer Maschine hängen die durchzuführenden ergonomischen Aufgaben von der Art und dem Ausmaß der Umgestaltung ab.

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

Stufe Nr.	Stufen des Gestaltungsprozesses	Ergonomische Aufgabenstellungen	Beschreibung der Aufgaben (in schrittweiser Unterteilung)
1	Ausarbeitung der Gestaltungsspezifikationen	1) Festlegung der ergonomischen Anforderungen für die Gestaltung der Maschine	1a) Festlegung spezifischer Bewertungskriterien, die auf allgemeinen ergonomischen Grundsätzen und bestehenden Erfahrungen basieren
2	Erstellung von Gestaltungsentwürfen	2) Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen der Maschine	2a) Zuweisung der Funktionen und Aufgaben an die Bedienperson und die Maschine
			2b) Beschreibung der Aufgaben und Tätigkeiten der Bedienperson
			2c) Erstellung eines Entwurfs (Entwürfe) der Schnittstellen
			2d) Bewertung der Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine anhand der festgelegten Kriterien

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

Stufe Nr.	Stufen des Gestaltungsprozesses	Ergonomische Aufgabenstellungen	Beschreibung der Aufgaben (in schrittweiser Unterteilung)
3	Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs	3) Spezifizierung der Arbeitsaufgabe und der Schnittstellen der Maschine	3a) Bewertung der Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine im Detail unter Verwendung der relevanten ergonomischen Grundsätze und Aufgabensimulationen, falls erforderlich
			3b) Ermittlung und Durchführung notwendiger Korrekturen an den Schnittstellen
			3c) Erstellung der Dokumentation und Spezifizierung der Bedienungsanleitung und Schulungsanforderungen
4	Durchführung der Gestaltung	4) Bewertung der Maschine im Gebrauch	4a) Durchführung von Prüfverfahren mit der Bedienperson
			4b) Ermittlung und Durchführung notwendiger Modifikationen
			4c) Rückmeldungen über den praktischen Gebrauch der Maschine
<p>Die Risikobeurteilung und -verminderung, wie sie in prEN ISO 12100-1, EN ISO 12100-2 und in EN 1050 beschrieben ist, muss mit den entsprechenden Stufen des oben beschriebenen Gestaltungsprozesses übereinstimmen. Allgemein ist zu beachten, dass Gefährdungen, die in Verbindung mit der Maschine innerhalb ihrer geschätzten Einsatzzeit auftreten können, identifiziert und weitestgehend beseitigt werden müssen. Sollten weiterhin Gefährdungen bestehen bleiben, muss die Maschine so gestaltet werden, dass alle möglichen Risiken weitestgehend beseitigt werden. Sollten Risiken jedoch nicht ausgeräumt werden können, so müssen diese durch Gestaltungsmerkmale oder Benutzungseigenschaften der Maschine verringert werden, ohne dass eine Einsetzung von trennenden Schutzeinrichtungen oder Schutzvorrichtungen nötig ist. Sollte eine Verminderung der Risiken durch die Gestaltung nicht möglich sein, so müssen schützende Maßnahmen zur Verminderung der Risiken eingeleitet werden. Als abschließende Möglichkeit für den Fall, dass noch immer Risiken bestehen, muss der Konstrukteur die Benutzer über diese verbleibenden Risiken informieren und angeben, ob spezielle Schulungen notwendig sind, und spezifizieren, ob eine persönliche Schutzausrüstung erforderlich ist.</p>			

ANMERKUNG Die eigentlichen Gestaltungsvorgänge sind in den beschriebenen Stufen nicht gesondert unterteilt. Die Stufen können sich überschneiden und dürfen eventuell wiederholt werden, bis zufriedenstellende Ergebnisse erzielt wurden.

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

Der Konstrukteur muss die Gestaltungsspezifikationen (Stufe 1) in Übereinstimmung mit ergonomischen Grundsätzen erarbeiten. Um dies zu erreichen, muss der Konstrukteur spezifische ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Maschinen ermitteln. Diese müssen auf den allgemeinen ergonomischen Grundsätzen wie in Abschnitt 4 beschrieben und auf Erfahrungen mit ähnlichen, bestehenden Maschinen basieren.

Die spezifischen ergonomischen Anforderungen (Schritt 1a) beziehen sich auf die zu gestaltende Maschine. Sie können durch das Sammeln von Erfahrungen aus dem Gebrauch bestehender Maschinen und durch die Analyse technisch durchführbarer Lösungen an der zu gestaltenden Maschine, und mit Bezug zu den allgemeinen ergonomischen Grundsätzen bestimmt werden.

## 5.2.2 Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen

Der Vorentwurf (Schritt 2) befasst sich mit den Arbeitsaufgaben und den Schnittstellen der Maschine. Dazu muss der Konstrukteur:

- a) eine Analyse der Funktionen und Aufgaben, die von der Bedienperson und der Maschine auszuführen sind, erstellen. Hierbei muss der angemessenen Funktions- und Aufgabenzuweisung an Bedienperson und Maschine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden,
- b) die Arbeitsaufgabe der Bedienperson (der Bedienpersonen) beschreiben und die voraussichtlichen Tätigkeiten analysieren,
- c) einen Vorentwurf (Vorentwürfe) für die Schnittstelle der Maschine vorschlagen,
- d) den Vorentwurf (die Vorentwürfe) für die Schnittstelle des Systems Bedienperson-Maschine, anhand der spezifischen ergonomischen Anforderungen nach 5.2.1, und der allgemeinen Grundsätze nach Abschnitt 4 bewerten (siehe EN 894-1).

Bei der Analyse und Zuweisung der Funktionen und Aufgaben (Schritt 2a) sollten die Funktionen und Aufgaben, die nicht den Fähigkeiten der Bedienperson entsprechen, identifiziert und im Vorentwurf beschrieben werden.

ANMERKUNG 1 '**Funktion**' ist ein Begriff, der beschreibt, was mit einem System oder innerhalb eines Systems erzielt werden muss. '**Aufgaben**' beschreibt die gezielten Handlungen und Ausführungen, die der Bedienperson zugeteilt sind, um die Funktionen zu vollziehen. Beispiel für eine **Funktion**: die Bewegung eines Werkstücks vom Lager zur Arbeitsstelle. Drei Beispiele von entsprechenden **Aufgaben**: die manuelle Anhebung des Werkstücks oder die Anhebung des Werkstücks mit Hilfe eines mechanischen Hebezugs oder die Überwachung und Durchführung eines mechanisierten Beförderungsvorgangs des Werkstücks.

ANMERKUNG 2 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.

Maschinen müssen so gestaltet sein, dass die Gesamtheit der Tätigkeiten für die Bedienperson 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.

Für eine genauere Beschreibung der Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben siehe EN 614-2.

Die Beschreibung der Arbeitsaufgaben (Schritt 2b) sollte auf einer Analyse der Tätigkeiten an der gestaltenden Maschine oder im Falle von Neuentwicklungen an ähnlichen Maschinen basieren.

Die Beschreibung der Arbeitsaufgaben und die Analysen der damit verbundenen Tätigkeiten (Schritt 2b) helfen dem Konstrukteur, die entstehende Arbeitsbelastung einzuschätzen und festzustellen, was von der Bedienperson gefordert wird und welche Informationen die Bedienperson benötigt. Die Aufgabenbeschreibung wird außerdem für die Bewertung des Systems Bedienperson-Maschine als Ganzes benötigt (Schritt 2d).

Alternative Lösungsmöglichkeiten (Schritt 2c) können im Zusammenhang mit der Funktions- und Aufgabenanalyse und der Beschreibung der Arbeitsaufgabe erstellt werden (Schritt 2a und 2b).

Sollte sich der Vorentwurf für die Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine in der Bewertung (Schritt 2d) als nicht geeignet herausstellen, muss dieser überarbeitet und der Bewertungsprozess wiederholt werden.

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

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

### 5.2.3 Spezifizierung der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine

Bei der Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs (Stufe 3), müssen die Schnittstellen der Maschine und die Arbeitsaufgaben der Bedienperson 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,
- b) notwendige Korrekturen an den Schnittstellen ermitteln und durchführen,
- c) die Dokumentation erstellen. Die Dokumentation muss die notwendigen Benutzerangaben und Spezifikationen für Schulungsanforderungen enthalten.

Zur Bewertung (Schritt 3a) können die Hilfen und Verfahrensweisen aus den sachbezogenen 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, usw.),
- 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, usw.),
- Messung der physiologischen/psychischen Reaktionen während der Tätigkeit.

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.

Das Ergebnis dieser Bewertung lässt erkennen, ob die Konstruktion die spezifischen ergonomischen Kriterien aus 5.2.1, die allgemeinen Grundsätze wie in Abschnitt 4 dargestellt und die erforderlichen Anforderungen, die in den relevanten ergonomischen Normen beschrieben sind, erfüllt. Wenn die Konstruktion als nicht geeignet bewertet wird, muss sie überarbeitet werden.

**ANMERKUNG** Die Bewertungsergebnisse können entsprechend dem Grad ihrer Akzeptanz klassifiziert werden. Für diesen Zweck ist im Anhang A (informativ) ein 3-Zonen-Bewertungssystem beschrieben.

Sollte es nicht möglich sein, eine unter ergonomischen Gesichtspunkten annehmbare Gestaltung zu realisieren, müssen andere, ergänzende Maßnahmen getroffen werden, (siehe prEN ISO/DIS 12100-1).

Nach Vollendung des Gestaltungsprozesses muss die notwendige Dokumentation zusammen gestellt werden (Schritt 3c). Diese Dokumentation muss Angaben für die Bedienperson zum sicheren Gebrauch der Maschine enthalten (z. B. Vermeidung übermäßiger Beladung oder Risiken von Fehlfunktionen). Die Dokumentation darf Benutzerangaben, die an der Maschine angebracht sind, Benutzerhandbuch, Wartungshandbuch, Schulungshandbuch, usw. enthalten.

#### 5.2.4 Bewertung der Benutzung der Maschine

Bei der Durchführung der Gestaltung (Stufe 4) sind die Benutzungsbedingungen der Maschine vollständig beschrieben. In dieser Stufe muss während der Installation, den Probedurchläufen und dem eigentlichen Gebrauch, die Benutzung der Maschine bewertet werden und die notwendigen Einstellungen und Änderungen vorgenommen werden. Der Konstrukteur muss an den praktischen Versuchen teilnehmen und in den entsprechenden Phasen:

- a) Prüfungen mit den vorgesehenen Bedienpersonen oder deren Vertretern durchführen. Zur Bestimmung von Mängeln muss Abschnitt 4 beachtet werden.
- b) notwendige Korrekturen, Einstellungen und Modifikationen an der Maschine ermitteln und durchführen. Die Konstruktionspläne (und Bedienungsanleitungen) müssen entsprechend den Korrekturen und Modifikationen überarbeitet werden,
- c) Rückmeldungen über den praktischen Gebrauch der Maschine sind zu sammeln.

ANMERKUNG Die Bewertung kann beim Hersteller und/oder im Falle von Sondermaschinen, am eigentlichen Arbeitsplatz stattfinden.

Für die Probedurchläufe (Schritt 4a) können die Verfahren, wie in 5.2.3 beschrieben, angewendet werden.

In dieser Stufe müssen auch die Anforderungen für Tätigkeiten, wie z. B. Wartung, Wechsel von Werkzeugen, Entfernung von Arbeitsstücken und Säuberung, detailliert betrachtet werden.

Notwendige Korrekturen (Schritt 4b) beinhalten meistens eine Veränderung der Arbeitsaufgabe für die Bedienperson, Größenverstellungen an der Maschine, Überlegungen zum Einbau von unterstützender Arbeitsausrüstung, zur Ausstattung und Arbeitsumgebung (z. B. örtliche Beleuchtung).

Rückmeldungen (Schritt 4c) sind notwendig um Mängel im Gesamtsystem unter Praxisbedingungen feststellen zu können. Werden dabei Sicherheits- oder Gesundheitsrisiken festgestellt, müssen die notwendigen Korrekturen vorgenommen werden. Die Rückmeldungen sind außerdem wichtige Informationen für zukünftige Maschinen. Bedienpersonen und andere betreffende Personengruppen sollten deshalb auch weiterhin Rückmeldungen geben.

## **Anhang A** (informativ)

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

#### **A.1 Einleitung**

Das 3-Zonen-Bewertungssystem ist eine praktische Möglichkeit zur Abschätzung ergonomischer Risiken. Dabei ergeben sich ergonomische Risiken selten aus nur einer Einflussgröße. Meistens liegen ihnen mehrere Faktoren zugrunde. Dabei ist zu beachten, dass viele ergonomische Anforderungen (z. B. die in Verbindung mit psychischen Fähigkeiten) nicht durch Messungen überprüft werden können. Deshalb kann das 3-Zonen-Bewertungssystem hauptsächlich auf die physischen Aspekte der Wechselwirkung zwischen Mensch und Maschine angewendet werden.

Das Bewertungssystem ermöglicht Konstrukteuren und andere, die strukturierte und unmittelbare Risikobewertung durchzuführen zu können. Das System trägt dadurch zur Risikominderung durch konstruktive Maßnahmen bei, wie in Abschnitt 3 der prEN ISO/DIS 12100-2:2000 dargelegt. Das 3-Zonen-Bewertungssystem stellt eine Methode zur Klassifizierung ergonomischer Risiken dar. Dadurch wird die Festlegung von geeigneten, innerhalb des Gestaltungsprozesses zu ergreifenden Maßnahmen erleichtert.

#### **A.2 Bewertungssysteme im Allgemeinen**

Beim Gestalten neuer Maschinen, oder bei der Risikoeinschätzung für die Umgestaltung bestehender Maschinen, ist eine systematische Einordnung von Bewertungsergebnissen hilfreich für die Entscheidung der zu ergreifenden Maßnahmen. Dies lässt sich auf verschiedenen Wegen durchführen. Die Grundlage von Systemen zur Klassifizierung ergonomischer Risiken ist die Auswahl einiger spezieller und einiger mehr allgemeinerer Kriterien.

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

Drei Zonen erscheinen angemessen, um zwischen Ausführungen zu unterscheiden, die zu einem geringen Risiko, zu einem möglichen (der Verbesserung/Umgestaltung bedürftenden) Risiko oder zu einem hohen (erneuter Gestaltung bedürftenden) Risiko führen. Bestehende Bewertungssysteme lassen sich ohne weiteres in ein 3-Zonen-Bewertungssystem umwandeln.

Zum Beispiel:

Geringes Risiko: Die Arbeitsbelastung führt zu unerheblichen Schäden.

Mögliches Risiko: Die Arbeitsbelastung ist von einer Art und Größenordnung, dass eine beträchtliche Anzahl von Beschäftigten über kürzere oder längere Zeiträume Gesundheitsschäden erleiden könnten.

Hohes Risiko: Die Arbeitsbelastung ist von einer Art und Größenordnung, dass alle oder die meisten Beschäftigten über kürzere oder längere Zeiträume Gesundheitsschäden erleiden könnten.

Ein Hauptgrund für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems ist die Existenz mehrerer Einflussfaktoren und die Komplexität von Gefährdungen. Dadurch ist es fast unmöglich, eine einfache Ja-oder-Nein-Antwort für die Situation zu finden. Die separate Auswahl und Einschätzung von nur einem oder ein paar Faktoren ist sehr schwer.

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

Im Ergebnis der Klassifizierung von Risiken sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

**GRÜNE ZONE:** Angemessene Risikominderung nach dem Stand der Technik. Für diesen Bewertungsfaktor sind keine Maßnahmen erforderlich. Die Grüne Zone stellt eine sichere Verfahrensweise dar. Es ist wichtig zu beachten, dass eine grüne Risikoeinstufung von einem ergonomischen Faktor nicht eine grüne Einstufung für die gesamte Konstruktion sicherstellt.

**GELBE ZONE:** Bedingt akzeptabel; eine neue Risikobewertung ist notwendig. Das Risiko muss genauer bestimmt werden und eine Umgestaltung zur Folge haben. Nur falls eine Umgestaltung nicht möglich ist, müssen ergänzende Maßnahmen zur Einschränkung des Risikos getroffen werden.

**ROTE ZONE:** Nicht akzeptabel nach dem Stand der Technik; eine Umgestaltung zur Verminderung des Risikos ist notwendig.

Das Ergebnis dieser Einschätzung wird aufzeigen, ob eine Umgestaltung der Maschine notwendig ist, um innerhalb der grünen Zone eingestuft zu werden. Wenn dies nicht möglich ist, sind ergänzende Maßnahmen erforderlich, um den sicheren Gebrauch der Maschine durch die Bedienpersonen sicher zu stellen.

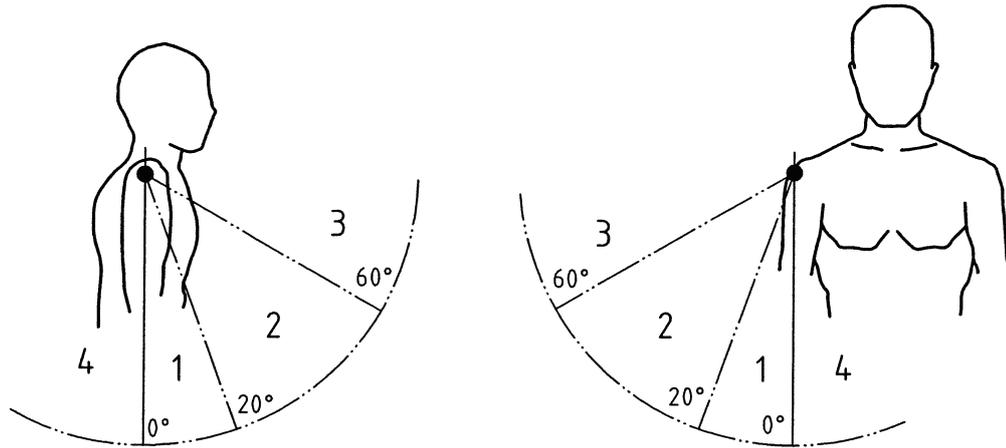


Bild A.1 — Einschätzung der Oberarmhaltung

	Statische Körperhaltung	Bewegung	
		Geringe Häufigkeit (<2/min)	Große Häufigkeit (≥2/min)
1 <sup>a</sup>	Akzeptabel	Akzeptabel	Akzeptabel
2	Bedingt akzeptabel (Schritt 2a)	Akzeptabel	Bedingt akzeptabel (Schritt 2c)
3	Nicht akzeptabel	Bedingt akzeptabel (Schritt 2b)	Nicht akzeptabel
4	Nicht akzeptabel	Bedingt akzeptabel (Schritt 2b)	Nicht akzeptabel

<sup>a</sup> Die empfohlene Arbeitshaltung ist ein herabhängender Oberarm, besonders wenn die Maschine für eine lange Zeitspanne von derselben Person bedient wird, eine statische Körperhaltung ohne angemessene Erholungszeit gefordert wird, keine Körperstützen vorhanden sind oder viele Bewegungen ausgeführt werden müssen.

#### A.4 Beispiele aus CEN-Normen zur Verdeutlichung des 3-Zonen-Bewertungssystems

Einige Beispiele sind in weiteren ergonomischen Normen gegeben z. B. EN 1005-3, prEN 1005-4 und EN 894-2.

Tabelle A.1 veranschaulicht die Wechselwirkung von Risikofaktoren und deren Komplexität bei einer maschinellen Arbeitsausführung, wie sie in einigen Europäischen Ergonomienormen enthalten sind. Die Faktoren werden als Haupt- und Ergänzungsfaktoren dargestellt. Hauptfaktoren oder Kombinationen von diesen, sind in 3 Ebenen quantifiziert und angeordnet. Dieses einfache System ist ausreichend für eine erste Klassifizierung der Risikofaktoren, unterteilt in akzeptabel, bedingt akzeptabel oder nicht akzeptabel (grün, gelb oder rot). Erfolgt eine Klassifizierung von gelb, sind eine Reihe von ergänzenden Faktoren einzubeziehen. Unsicherheit bezüglich der Hauptfaktoren lässt manchmal eine große gelbe Zone entstehen.

Tabelle A.1 — Beispiele von Haupt- und Ergänzungsfaktoren, die in Europäischen Ergonomienormen enthalten sind

Norm	Hauptfaktoren	Ergänzungsfaktoren		
		Quantitativ	Qualitativ	Individuelle Faktoren
EN 894-2 Sicherheit von Maschinen— Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen	Vertikales Sichtfeld  Horizontales Sichtfeld	Kopfbewegungen	Farbe	Kraft Körpergröße Sehschärfe Fertigkeiten Erfahrungen
prEN 1005-2 Sicherheit von Maschinen— Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen	Gewicht	Vertikale und horizontale Lage Vertikale Verschiebung Asymmetrischer Winkel Häufigkeit	Griff Zeitspanne (drei Stufen) Einhändige Tätigkeiten Zwei-Personen-Tätigkeit	Hinweis zu den Gruppen als männlich, weiblich, Alter, privater oder gewerblicher Gebrauch
EN 1005-3 Sicherheit von Maschinen— Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung	Kraft	Häufigkeit Zeitspanne Geschwindigkeit	Arbeitshaltung Beschleunigung Vibration Wechselwirkung von Mensch-Maschine Auswirkung der Schutzausrüstung Äußere Umgebung	Reduzierte Kapazität
prEN 1005-4 Sicherheit von Maschinen Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen bei der Arbeit an Maschinen	Gelenkwinkel  Zeitspanne	Bewegungshäufigkeit  Blickrichtung	Anforderungen an die Sehfähigkeit Überwachungs- und Steuerungsanforderungen  Stabilität	

## Literaturhinweise

- [1] EN 547-3, *Sicherheit von Maschinen — Körpermaße des Menschen — Teil 3: Körpermaßdaten.*
- [2] EN 894-3, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile.*
- [3] prEN 1005-1, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 1: Begriffe.*
- [4] prEN 1005-2, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen.*
- [5] EN 1005-3, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung.*
- [6] prEN 1005-4, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen bei der Arbeit an Maschinen.*
- [7] prEN 1005-5, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 5: Risikobewertung für wiederholte Handlungen mit hoher Frequenz.*
- [8] prEN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundlegenden Konzepte, allgemeinen Grundsätze für die Gestaltung — Teil 1: Grundlegende Begriffe, Methoden (Identisch mit ISO/DIS 12100-1:2000).*
- [9] prEN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundlegende Konzepte, allgemeinen Grundsätze für die Gestaltung — Teil 2: Technische Grundsätze (Identisch mit ISO/DIS 12100-2:2000) (Revision von EN 292-2:1991 und EN 292-2:1991/A1:1995).*
- [10] prEN 13861, *Sicherheit von Maschinen — Leitfaden für die Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen und die Abfassung von Ergonomie-Abschnitten in Normen.*
- [11] prEN ISO 14738, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Arbeitsplätzen an Maschinen.*
- [12] prEN ISO 15536-1, *Ergonomie — Computermodelle des Menschen und Körperschablonen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen.*
- [13] prEN ISO 15537, *Grundsätze für die Auswahl und den Gebrauch von Prüfpersonen zur Prüfung anthropometrischer Aspekte von industriellen Produkten und Gestaltungen (ISO/DIS 15537:2002).*
- [14] CEN/CENELEC *Guide 6, Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities.*

**Anhang ZA**  
(informativ)

**Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen**

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das von CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 98/37/EC, ergänzt durch die Richtlinie 98/79/EC.

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

Die Übereinstimmung mit dieser Norm ist eine Möglichkeit, die relevanten grundlegenden Anforderungen der betreffenden Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften zu erfüllen.