

Sicherheit von Maschinen
Ergonomische Gestaltungsgrundsätze
 Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze
 Deutsche Fassung EN 614-1 : 1995

DIN
EN 614-1

ICS 01.040.13; 13.110; 13.180

Deskriptoren: Ergonomie, Gestaltungsgrundsatz, Maschine, Sicherheit, Begriffe

Safety of machinery – Ergonomic design principles –

Part 1: Terminology and general principles;

German version EN 614-1 : 1995

Sécurité des machines – Principes ergonomiques de conception –

Partie 1: Terminologie et principes généraux;

Version allemande EN 614-1 : 1995

Die Europäische Norm EN 614-1 : 1995 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die Europäische Norm wurde am 10. 2. 1995 angenommen.

Nationales Vorwort

Der Inhalt dieser Europäischen Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 "Ergonomie" erarbeitet.

Deutschland war durch den Normenausschuß Ergonomie an dieser Bearbeitung beteiligt.

Für die im Anhang B zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3744	siehe E DIN EN ISO 3744	ISO 447	siehe DIN 1410
ISO/DIS 4871	siehe E DIN ISO 4871	ISO/DIS 7730	siehe E DIN ISO 7730
ISO/CD 11204	siehe E DIN EN 31204		

Nationaler Anhang (informativ)

Literaturhinweise in nationalen Zusätzen

DIN 1410	Werkzeugmaschinen – Bewegungsrichtung und Anordnung der Stellteile
E DIN EN 31204	Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten – Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten – Verfahren mit Umgebungskorrekturen (ISO/DIS 11204 : 1993); Deutsche Fassung prEN 31204 : 1993
E DIN EN ISO 3744	Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744 : 1994); Deutsche Fassung prEN ISO 3744 : 1994
E DIN ISO 4871	Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten; Identisch mit ISO/DIS 4871 : 1992
E DIN ISO 7730	Gemäßigtes Umgebungsklima – Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit; Identisch mit ISO 7730 Ausgabe 1984

Fortsetzung 11 Seiten EN

Normenausschuß Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

ICS 01.040.13; 13.080; 13.110

Deskriptoren: Sicherheit von Maschinen, Ausführung, Ergonomie, grundsätzlich, Begriffe

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 von CEN am 1995-02-10 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 Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Die Europäischen Normen bestehen 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	4.4.1 Lärm und Schwingungen	6
0 Einleitung	2	4.4.2 Thermische Emissionen	6
1 Anwendungsbereich	2	4.4.3 Beleuchtung	6
2 Normative Verweisungen	3	4.4.4 Gefahrstoffe und Strahlung	6
3 Definitionen	3	4.5 Wirkzusammenhänge im Arbeitsablauf	6
4 Allgemeine Grundsätze	3	5 Einbeziehung ergonomischer Grundsätze	
4.1 Gestaltung unter Berücksichtigung von		in den Gestaltungsprozeß	7
Anthropometrie und Biomechanik	4	5.1 Ergonomische Aufgabenstellung	7
4.1.1 Körpermaße	4	5.2 Aufstellung von Gestaltungsspezifikationen in	
4.1.2 Körperhaltung	4	Übereinstimmung mit ergonomischen Grundsätzen	7
4.1.3 Körperbewegungen	4	5.2.1 Aufstellung und Abklärung der Spezifikationen .	7
4.1.4 Körperkräfte	5	5.2.2 Erstellung eines Vorentwurfs	7
4.2 Gestaltung unter Berücksichtigung mentaler		5.2.3 Erstellung eines detaillierten Entwurfs	7
Fähigkeiten	5	5.2.4 Durchführung	7
4.3 Gestaltung von Anzeigen, Signalen und Stellteilen	5	Anhang A (informativ) Leitlinien für die Anwendung	
4.3.1 Anzeigen und Signale	5	des 3-Zonen-Bewertungssystems	9
4.3.2 Stellteile	5	Anhang B (informativ) Literaturhinweise	11
4.4 Wirkzusammenhänge mit der physikalischen			
Arbeitsumgebung	6		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 "Ergonomie" erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN betreut wird.

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

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten; entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 1995, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 1995 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

0 Einleitung

Ergonomisch gestaltete Arbeitssysteme erhöhen die Sicherheit, Wirksamkeit und Effizienz, verbessern die Arbeits- und Lebensbedingungen des Menschen und wirken nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen entgegen. Durch gute ergonomische Gestaltung werden das Arbeitssystem und die Zuverlässigkeit des Menschen innerhalb dieses Systems günstig beeinflusst.

In dieser Europäischen Norm bedeutet der Begriff "Ergonomie" ein multidisziplinäres wissenschaftliches Gebiet und dessen Anwendung. Bei der Anwendung ergonomischer Grundsätze in der Gestaltung von Arbeitssystemen ist es wichtig, die menschlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse zu berücksichtigen, wenn das Zusammenwirken zwischen Mensch, Technologie und Arbeitsumgebung untersucht wird.

Das Arbeitssystem wird von einem Konzept abgeleitet, das Operatoren, Arbeitsmittel (einschließlich Maschinen), Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung, Arbeitsablauf, Arbeitsaufgabe, Management und Organisation sowie die Wirkzusammenhänge zwischen ihnen, miteinander verbindet. Die Komplexität eines Arbeitssystems reicht von einer Werkstatt mit einem einzigen Operator, der handgeführte Arbeitsmittel verwendet, bis zu einer Fertigungsanlage und ihren Operatoren.

Arbeitsmittel sind lediglich eine Komponente des Arbeitssystems und sollten nicht isoliert betrachtet werden. Die gute Gestaltung von Arbeitsmitteln geht vom Operator aus und berücksichtigt das zu erwartende Zusammenwirken des Operators mit dem Arbeitsmittel, und wie die Arbeitsmittel sich in das System als Ganzes einfügen. Dies ist insbesondere wichtig, je größer die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Arbeitsmitteln und anderen Komponenten des Systems ist.

Die Einhaltung der von CEN/CENELEC erstellten harmonisierten Normen ermöglicht dem Hersteller, die Anforderungen der europäischen Rechtsetzung und Vereinbarungen zu erfüllen. Die in EN 292-1 und EN 292-2 enthaltenen Begriffe und allgemeinen Grundsätze geben Konstrukteuren und Herstellern eine Anleitung zum sicheren Gestalten von Maschinen für den Arbeits- und Privatbereich.

Diese Europäische Norm gehört zu einer Reihe Europäischer Normen, die spezielle Themen behandeln, die in EN 292-1 und EN 292-2 als wichtig für die Sicherheit von Maschinen erachtet werden.

1 Anwendungsbereich

In dieser Europäischen Norm sind ergonomische Grundsätze dargelegt, die während des Gestaltungsprozesses von Arbeitsmitteln, insbesondere von Maschinen, zu beachten sind. Die Grundsätze in vorliegender Europäischen Norm orientieren sich zwar an Arbeitsmitteln, die im Arbeitsbereich Anwendung finden, gelten aber auch für die im Privatbereich benutzten Arbeitsmittel.

Diese Europäische Norm gilt für das Zusammenwirken zwischen Operatoren und Arbeitsmitteln bei Einbau, Betrieb, Einrichten, Wartung, Reinigung, Reparatur oder Transport von Arbeitsmitteln und enthält die Grundsätze, die unter Berücksichtigung von Gesundheit und Sicherheit des Operators zu befolgen sind.

Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen ergonomischen Grundsätze gelten ohne Einschränkung für alle Bereiche individueller Fähigkeiten. Informationen über Abmessungen sind so zu interpretieren, daß sie für die vorgesehene Operatorengruppe 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, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation 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.

EN 292-1 : 1991

Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik

EN 292-2 : 1991

Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen

prEN 547-1 : 1991

Sicherheit von Maschinen – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Grundlagen zur Bestimmung von Abmessungen für Ganzkörper-Zugänge an Maschinenarbeitsplätzen

prEN 547-2 : 1991

Sicherheit von Maschinen – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Grundlagen für die Bemessung von Zugangsöffnungen

EN 563 : 1994

Sicherheit von Maschinen – Temperaturen berührbarer Oberflächen – Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen

prEN 894-1 : 1992

Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Operator-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen

prEN 894-2 : 1992

Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen

prEN 894-3 : 1992

Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile

prEN 1005-1 : 1993

Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe

prEN 1005-2 : 1993

Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen

prEN 1005-3 : 1993

Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Operator

Die Person (oder Personen), die mit der Installation, dem Betrieb, dem Einrichten, dem Instandhalten, der Reinigung, der Reparatur oder dem Transport von Maschinen beauftragt ist (sind) (EN 292-1).

3.2 Arbeitsaufgabe

Tätigkeit oder Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das beabsichtigte Ergebnis des Arbeitssystems zu erreichen.

3.3 Arbeitsmittel

Maschinen, Werkzeuge, Fahrzeuge, Geräte, Möbel, Einrichtungen und andere im Arbeitssystem benutzte Gegenstände.

3.4 Arbeitsbereich

Der räumliche Bereich, der einer Person oder mehreren Personen im Arbeitssystem zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe zugeordnet wird.

3.5 Arbeitsumgebung

Die physikalischen, chemischen, biologischen, organisatorischen, sozialen und kulturellen Faktoren, die eine Person in ihrem Arbeitsbereich umgeben.

3.6 Arbeitsplatz

Die Gesamtheit von Arbeitsmitteln in einem Arbeitsbereich und die dazugehörige Arbeitsumgebung bilden den Arbeitsplatz eines bestimmten Arbeitnehmers.

3.7 Arbeitssystem

Das Arbeitssystem beinhaltet das Zusammenwirken von einer oder mehreren Personen mit den Arbeitsmitteln, um die Systemaufgabe im Arbeitsbereich, in der Arbeitsumgebung, unter den durch die Arbeitsaufgaben gesetzten Bedingungen zu erfüllen.

3.8 Arbeitsgestaltung

Die Organisation sowie die zeitliche und räumliche Abfolge der Aufgabe einer Person.

3.9 Arbeitsorganisation

Das Zusammenwirken von Menschen in einem Arbeitssystem oder in mehreren Arbeitssystemen.

3.10 Arbeitsbelastung (oder äußere Einflüsse)

Die Gesamtheit der äußeren Bedingungen und Anforderungen im Arbeitssystem, die den physischen und/oder psychischen Zustand einer Person negativ verändern kann.

3.11 Arbeitsbeanspruchung (oder interne Reaktion)

Die Auswirkung der Arbeitsbelastung auf eine Person in Abhängigkeit von ihren individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten.

3.12 Arbeitsermüdung

Die örtliche oder allgemeine, nicht-pathologische Auswirkung der Arbeitsbeanspruchung, die durch Pausen vollständig aufgehoben werden kann.

3.13 Arbeitstätigkeit

Jede beliebige vom Arbeitnehmer verrichtete Tätigkeit, um das angestrebte Ergebnis des Arbeitssystems zu erreichen.

3.14 Stellteil

Der Teil des Steuersystems, der unmittelbar auf eine Handlung des Operators anspricht, z.B. wenn der Operator das Stellteil drückt (prEN 894-1 : 1992).

4 Allgemeine Grundsätze

In den folgenden Unterabschnitten werden Informationen über eine Reihe ergonomischer Faktoren gegeben, die beim Gestalten von Maschinen zu berücksichtigen sind.

Um das effiziente, gesunde und sichere Zusammenwirken von Operatoren und Arbeitsmitteln zu erreichen, sind im Gestaltungsprozeß sowohl ergonomische Grundsätze als auch sicherheitstechnische Anforderungen zu beachten.

Die Beachtung ergonomischer Grundsätze gilt nicht nur für die bestimmungsgemäße Benutzung von Arbeitsmitteln, sondern auch für deren Einbau, Einrichten, Wartung, Reinigung, Reparatur und Transport. Da einzelne konstruktive Maßnahmen einander beeinflussen können, sollten solche Wechselwirkungen im Gestaltungsprozeß berücksichtigt werden. Daher richtet sich die Gestaltung im wesentlichen auf das Zusammenwirken zwischen Operator und Arbeitsmittel und somit auf die Arbeits- und Funktionsteilung zwischen Operatoren und Arbeitsmitteln. Die Zielsetzung ist das Gestalten eines Arbeitssystems, das mit den Fähigkeiten, Grenzen und Bedürfnissen des Menschen übereinstimmt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Aufgabenanalyse im Gestaltungsprozeß.

4.1 Gestaltung unter Berücksichtigung von Anthropometrie und Biomechanik

4.1.1 Körpermaße

Arbeitsmittel sind unter angemessener Berücksichtigung der Körpermaße der vorgesehenen Operatorengruppe zu gestalten. Dabei ist insbesondere folgendes zu beachten:

- Körpermaße (statisch und dynamisch mit angemessener Kleidung und/oder persönlicher Schutzausrüstung) von Erwachsenen, Kindern und älteren Menschen;
- Bereiche für Körpermaße und Gelenkbewegungen;
- Sicherheitsabstände;
- Zugangsmaße (für Betrieb, Reparatur- und Wartungsarbeiten), beispielsweise unter Verwendung von anthropometrischen Schablonen, Modellen oder rechnergestützten Modellen.

Beim Gestalten von Arbeitsmitteln sind folgende Grundsätze zu beachten:

- a) Die Arbeitshöhe oder andere funktionsorientierte Maße von Arbeitsmitteln sind dem Operator und der Art der zu verrichtenden Arbeit anzupassen, beispielsweise durch Verstellbarkeit;
- b) die Art, der Standort und die Verstellbarkeit einer Sitzgelegenheit sind unter angemessener Berücksichtigung der Körpermaße des Operators und der von ihm auszuführenden Aufgaben vorzusehen;
- c) es ist genügend Bewegungsraum für alle Körperteile vorzusehen, um die Erfüllung der Arbeitsaufgabe in günstigen Körperhaltungen und mit günstigen Körperbewegungen zu ermöglichen; Zugang und Wechsel in der Körperhaltung sind zu erleichtern;
- d) Griffe und Pedale von Arbeitsmitteln sind in Form und Funktion der Anatomie der Hand oder des Fußes sowie den Körpermaßen der Operatorengruppe anzupassen. Die Griffe handgeführter Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß der Operator das Arbeitsmittel richtig greifen und die vorgesehenen Bewegungen ausführen kann;
- e) häufig benutzte Stellteile, Griffe und Pedale sind so anzuordnen, daß Hände und/oder Füße des Operators diese bei normaler Arbeitshaltung leicht erreichen können. Andere wichtige Stellteile, z.B. Notbefehleinrichtungen, sind so anzuordnen, daß der Operator diese leicht erreichen kann; weniger häufig benutzte Stellteile hingegen sind lediglich in Reichweite anzuordnen, sofern die Arbeitsaufgabe nichts anderes erfordert.

Um die Arbeitsmittel im Gestaltungsprozeß an die zu erwartende Operatorengruppe anzupassen, ist mindestens vom

5. bzw. 95. Perzentil auszugehen. Bei Fällen, in denen Gesundheit und Sicherheit im Vordergrund stehen, sind höhere Bereiche anzuwenden, entsprechend der Risikobeurteilung, mindestens das 1. bzw. das 99. Perzentil. Da Arbeitsmittel zur Benutzung durch Frauen und Männer gestaltet werden, ist von den jeweiligen Perzentilen für Frauen und Männer auszugehen (siehe prEN 547-1 und prEN 547-2).

Bei der Festlegung von Innenmaßen (z. B. Abmessungen für den Beinraum) ist der Wert des 95. Perzentils zugrunde zu legen. Bei Reichweiten (z. B. Reichweite des Operators) ist der Wert des 5. Perzentils zu verwenden. Bei verstellbaren Abmessungen von Arbeitsmitteln hat der verfügbare Bereich das 5. bis 95. Perzentil abzudecken.

ANMERKUNG: Unter dem Gesichtspunkt der Gesundheit, Sicherheit und Effizienz ist es im allgemeinen günstiger, beim Gestalten von Arbeitsmitteln einen möglichst großen Bereich der vorgesehenen Operatorengruppe zu berücksichtigen. Faktoren, wie etwa ausreichender Beinraum, tragen auch zum Wohlbefinden des Operators bei. Zukünftige Europäische Normen werden anthropometrische Daten über die europäische Bevölkerung sowie Hinweise über die Anwendung dieser Daten enthalten. Beim Gestalten von Arbeitsmitteln für Behinderte sind besondere Überlegungen erforderlich.

4.1.2 Körperhaltung

Die Körperhaltung des Operators bei der Arbeit darf nicht zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Beim Gestalten von Arbeitsmitteln sind folgende Grundsätze zu beachten:

- a) unnatürliche Körperhaltungen wie z.B. verdrehte und gebückte Haltungen sowie längere, zu Ermüdung führende Tätigkeiten sind zu vermeiden. Wechsel in der Körperhaltung sind zu ermöglichen;
- b) Maschinen sind vorzugsweise so zu gestalten, daß ein gelegentlicher Wechsel in der Arbeitsposition des Operators zwischen Sitzen, Stehen und Gehen ermöglicht wird. Sitzen ist im allgemeinen dem Stehen als Hauptarbeitsposition vorzuziehen;
- c) angemessene Körperhaltung und geeignete Abstützung für den Körper sind vorzusehen. Abstützung sind in Abmessung und Anordnung so auszulegen, daß unausgeglichene Körperhaltungen vermieden werden. Die Körperhaltung muß mit den Kraftanforderungen übereinstimmen. Technische Hilfsmittel sind vorzusehen, um ausreichende Hebelwirkung zu erreichen und um körperliche Überlastung zu vermeiden. Um diese Anforderung für handgeführte Arbeitsmittel zu erfüllen, ist es wichtig, durch richtige Anordnung der Griffe, Griffänderungen während der Benutzung zu vermeiden.

4.1.3 Körperbewegungen

Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß die Bewegungen des Körpers oder von Körperteilen dem natürlichen Bewegungsrhythmus entsprechen und natürlichen Bewegungsbahnen folgen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß der Operator keine häufigen oder länger andauernden Bewegungen bei extremen Gelenkwinkeln ausführt.

Beim Gestalten von Arbeitsmitteln sind folgende Grundsätze zu beachten:

- a) Bei der Benutzung von Arbeitsmitteln ist eine Zwangshaltung des Operators zu vermeiden;
- b) Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß sich wiederholende (identische) Bewegungsabläufe, die zu Beeinträchtigungen, Krankheiten oder Verletzungen führen, vermieden werden;

- c) Bewegungsabläufe mit hohen Präzisions- und Genauigkeitsanforderungen sind mit geringem Kraftaufwand auszuführen;
- d) für die manuelle Handhabung mit hohen Genauigkeitsanforderungen sind Hilfsmittel (z.B. Hebezeuge, Führungen, Anschläge) vorzusehen. Der Arbeitsbereich muß ausreichende Abmessungen für derartige Hilfsmittel aufweisen;
- e) Krafteinsatz, bei dem Drehbewegungen oder extreme Stellungen der Hand- und Armgelenke erforderlich sind, ist zu vermeiden.

4.1.4 Körperkräfte

Die Anforderungen der Arbeitsmittel an die Körperkräfte des Operators während des Einsatzes sind auf ein annehmbares Maß zu beschränken (siehe prEN 1005-1, prEN 1005-2 und prEN 1005-3). Dieses ist bei der Handhabung von Gegenständen abhängig von Gewicht, Form, Größe, Gewichtsverteilung und Lage der Gegenstände; von der Dauer und Häufigkeit des Krafteinsatzes; von der Körperhaltung des Operators (Sitzen oder Stehen) und von den Bewegungsbahnen; von den Arbeitsregeln und -methoden; sowie von bestimmten charakteristischen Eigenschaften der vorgesehenen Operatorengruppe (z.B. Geschlecht, Alter, Gesundheitszustand, Körperbau und Trainiertheit).

Beim Gestalten von Arbeitsmitteln sind folgende Grundsätze zu beachten:

- a) falls die erforderliche Kraft nicht von Muskelgruppen entsprechender Leistungsfähigkeit aufgebracht werden kann, sind mechanische Hilfsmittel bereitzustellen;
- b) länger andauernde statische Muskelanspannung (wie beispielsweise bei Haltetätigkeit der Arme und Hände über dem Kopf) ist zu vermeiden. Das Gewicht handgeführter Maschinen kann bei längerem Einsatz eine wesentliche Ursache für Muskelermüdung sein; diese Auswirkungen sollten vermindert werden, z.B. durch Abstützung der Maschinen mittels einer Aufhängevorrichtung;
- c) zur Verringerung des Kräfteinsatzes sind die Schwerkraft oder andere Mittel möglichst unterstützend zu nutzen;
- d) Stellteile, Griffe und Pedale an Arbeitsmitteln sind so zu gestalten, zu wählen und anzuordnen, daß der erforderliche Krafteinsatz niedrig ist, sofern die Anwendung dieses allgemeinen Grundsatzes keine negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Sicherheit des Operators hat;
- e) je nach Kraftanforderung, Größe, Form und Lage der Stellteile ist eine ungleichmäßige Belastung des Körpers und der Gliedmaßen zu vermeiden. Ist häufiger und lang andauernder Einsatz erforderlich, so ist dieser im Sitzen auszuführen;
- f) im Hinblick auf die Handhabungsanforderungen ist das Gewicht handgeführter Arbeitsmittel so zu verteilen, daß ein angemessenes Gleichgewicht erreicht wird.

4.2 Gestaltung unter Berücksichtigung mentaler Fähigkeiten

Mit steigendem Automatisierungsgrad technischer Systeme nehmen die körperlichen Anforderungen an den Operatoren ab und die Anforderungen an seine mentalen Fähigkeiten (Aufnahme und Verarbeitung von Informationen) zu. Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß die kognitiven Fähigkeiten des Operators berücksichtigt werden und dadurch erreicht wird, daß die Gesundheit und Sicherheit des Operators sowie die Systemeffizienz nicht nachteilig beeinflusst werden.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß ihre Benutzung die mentalen Fähigkeiten der vorgesehenen Operatoren weder überlastet noch unterfordert;
- b) die zur Ausführung der Arbeitsaufgabe erforderlichen Informationen sind so darzustellen, daß der Operator sie leicht aufnehmen kann;
- c) die Informationen sind für den Operator so darzustellen, daß dieser sie leicht verstehen und in Handlungen umsetzen kann, z.B. indem ihm sowohl ein schneller Überblick über das gesamte Arbeitssystem ermöglicht wird als auch Informationen in bezug auf einzelne Parameter zur Verfügung gestellt werden;
- d) bei wechselwirkenden Systemen ist widerspruchsfreie Zuordnung und Funktion von Sinnbildern, Symbolen und Befehlseinrichtungen sicherzustellen.

4.3 Gestaltung von Anzeigen, Signalen und Stellteilen

4.3.1 Anzeigen und Signale

Anzeigen und Signale sind so zu gestalten, auszuwählen und anzuordnen, daß sie mit den charakteristischen Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung und der auszuführenden Aufgabe übereinstimmen (siehe prEN 894-1 und prEN 894-2).

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Anzeigen und Signale sind so zu gestalten, daß klare und eindeutige Wahrnehmung sichergestellt ist. Dies gilt in besonderem Maße für Gefahrenanzeigen und -signale.
Dabei sind besonders Intensität der Anzeige, Signaldauer, Farbe, Form, Größe, Kontrast sowie Abheben vom optischen oder akustischen Hintergrund in Betracht zu ziehen.
Bei Alarmsignalen verstärkt sich die Wirkung, wenn optische und akustische Signale zusammenwirken;
- b) um ein Informationsüberangebot zu vermeiden, sind Anzahl und Art der Anzeigen und Signale auf das zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe notwendige Minimum zu beschränken;
- c) Anzeigen und Signale sind so zu gestalten, daß dem Operator klare und eindeutige Informationen zur Verfügung gestellt werden. Unnötige Informationen sind zu vermeiden;
- d) Anzeigen und Signale sind so anzuordnen, daß eine sichere, eindeutige und schnelle Orientierung und Erkennung ermöglicht wird. Dabei sind die Wichtigkeit und Häufigkeit einzelner Informationen sowie die Notwendigkeit der Rückkopplung innerhalb der Arbeitsaufgabe zu berücksichtigen. Form und Inhalt dieser Rückkopplung müssen eindeutig und dem Operator bekannt sein;
- e) Ausmaß- und Richtungsänderung der dargestellten Information haben den Ausmaß- und Richtungsänderungen der zugrundeliegenden Meßgrößen zu entsprechen.

4.3.2 Stellteile

Stellteile und deren Funktion sind so zu gestalten, auszuwählen und anzuordnen, daß sie den physiologischen Merkmalen (insbesondere den Bewegungsmöglichkeiten) der Körperteile (Hände, Finger, Füße oder andere Körperteile) entsprechen, die zu ihrer Betätigung eingesetzt werden. Dabei sind auch Geschwindigkeits-, Genauigkeits- und Kraftanforderungen zu berücksichtigen. Die angemessene Gestaltung von Stellteilen kann zur Vermeidung menschlicher Fehler führen und/oder deren Auswirkungen auf ein Minimum reduzieren (siehe prEN 894-3).

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Art, Gestaltung und Anordnung der Stellteile müssen der Stellaufgabe entsprechen;
- b) Stellteile sind so zu gestalten und anzuordnen, daß die Gefahren für Gesundheit und Sicherheit der Operatoren auf ein Minimum reduziert werden, unter Berücksichtigung von Unfallgefahren, Betätigungshäufigkeit usw. Bei handgeführten Maschinen sind wichtige Stellteile so anzuordnen, daß der Operator sie betätigen kann, ohne die Griffe loszulassen;
- c) Stellwege und -widerstände sind in Abhängigkeit der Stellaufgabe und der physiologischen Gegebenheiten der Operatoren zu wählen, auf der Grundlage von biomechanischen und anthropometrischen Daten;
- d) die Funktion von Stellteilen muß leicht erkennbar sein, um Verwechslungen zu vermeiden und um diese von anderen, ähnlichen oder benachbarten Stellteilen zu unterscheiden;
- e) die Anordnung und Bewegung der Stellteile, ihre Wirkung und die damit verbundene Funktions- und/oder Anzeigeninformation haben sich sinnfällig zu entsprechen;
- f) Stellteile, insbesondere Einschaltvorrichtungen sind so zu gestalten, auszuwählen und anzuordnen, daß unbeabsichtigte Betätigung vermieden wird;
- g) beim Wechsel des Operators von einer Maschine zu einer anderen ähnlichen Typs und ähnlicher Funktion sind die Stellteile möglichst genauso anzuordnen, um Verwechslungen zu vermeiden und die Anzahl der Fehler zu verringern;
- h) Schalttafeln sind in bezug auf Form, Lage und Verriegelung so zu gestalten, daß vorhersehbare menschliche Stellfehler vermieden werden;
- i) die Anzahl der Stellteile ist, in Übereinstimmung mit den anderen Anforderungen, auf ein Minimum zu beschränken. Stellteile sind so anzuordnen, daß sicheres, eindeutiges und aufgabengerechtes Stellen erreicht wird. Um dies zu erreichen, sind beispielsweise die Stellsequenz, die Wichtigkeit und die Häufigkeit einzelner Stellbewegungen zu berücksichtigen.

4.4 Wirkzusammenhänge mit der physikalischen Arbeitsumgebung

Beim Gestalten von Arbeitsmitteln sind die Auswirkungen aller Emissionen von Arbeitsmitteln auf den Operator oder auf die Arbeitsumgebung zu berücksichtigen, in Übereinstimmung mit dem Verfahren, wie es in EN 292-1 und EN 292-2 festgelegt ist.

4.4.1 Lärm und Schwingungen

Die beim Betrieb von Arbeitsmitteln auftretenden Schallemissionen und Schwingungen sind auf ein Minimum zu reduzieren, um Beeinträchtigungen von Gesundheit und Sicherheit der Operatoren zu vermeiden und um deren Wohlbefinden zu erreichen.

Gestaltungsmethoden sollten insbesondere darauf gerichtet sein, Emissionen an ihrer Entstehungsstelle so zu reduzieren, daß die verbleibenden Emissionswerte im Vergleich zu anderen Maschinen ähnlichen Typs niedrig sind.

4.4.2 Thermische Emissionen

Die beim Betrieb von Arbeitsmitteln auftretenden thermischen Emissionen sind durch konstruktive Maßnahmen auf ein Mindestmaß zu reduzieren, um Beeinträchtigungen von Gesundheit und Sicherheit der Operatoren zu vermeiden und um deren Wohlbefinden zu erreichen.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Die erforderliche physikalische Arbeitsbelastung des Operators;
- b) die thermischen Eigenschaften der erforderlichen Kleidung;
- c) die für den Operator zu erwartende Wärmebelastung;
- d) die Temperatur von berührbaren Oberflächen (siehe EN 563).

4.4.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung muß die zur Ausführung der Arbeitsaufgabe notwendigen Anforderungen erfüllen. Falls die Aufgabenanalyse ergibt, daß die Normalbeleuchtung unzureichend ist, so ist eine Zusatzbeleuchtung vorzusehen, z.B. für Umstellung oder Einrichten. Diese ist so zu gestalten, daß der Operator nicht gezwungen ist, eine unnatürliche Haltung einzunehmen. Bei verstellbarer Beleuchtung sind die entsprechenden Vorrichtungen so anzubringen, daß sie für den Operator leicht bedienbar sind und für ihn keine Gefahren entstehen.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Flimmererscheinungen sind zu vermeiden;
- b) Blendungen und zu hohe Leuchtintensität sind 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.

4.4.4 Gefahrstoffe und Strahlung

Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß bei ihrem Betrieb frei werdende Gefahrstoffe und gefährliche Strahlung angezeigt und durch geeignete Vorrichtungen abgeführt bzw. abgeschirmt werden, um eine Gesundheitsgefährdung des Operators zu vermeiden.

4.5 Wirkzusammenhänge im Arbeitsablauf

Die Art und Weise wie Arbeitsmittel zu betätigen sind, sowie die Funktionsteilung zwischen Operator und Arbeitsmittel, sind von besonderer Bedeutung im Hinblick auf die Wirkzusammenhänge zwischen diesen verschiedenen Elementen.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- a) Die verschiedenen Bestandteile von Arbeitsmitteln sind so auszulegen, daß eine möglichst effiziente Erfüllung der Arbeitsaufgabe sowie Gesundheit, Sicherheit und Wohlbefinden des Operators erreicht werden. Zum Beispiel ist der Abstand zwischen den Teilen der Arbeitsmittel so auszulegen, daß der notwendige Durchgang für Personen und Material vorhanden ist und die erforderliche Beobachtungsmöglichkeit erhalten bleibt;
- b) Transportsysteme für Hilfseinrichtungen und Materialien sind so zu gestalten, daß Gefahren auf ein Minimum reduziert werden;
- c) Arbeitsmittel sind so anzuordnen, daß Gefahren für den Operator, die von benachbarten Arbeitsmitteln ausgehen, vermieden werden;
- d) bei der Zuordnung einer Anzeige zu einem entsprechenden Stellteil muß bei Betätigung dieses Stellteils sichergestellt sein, daß der Operator von dieser Anzeige eine klare und eindeutige Information an seinem Standort erhält; dabei sollte insbesondere die Kompatibilität zwischen Anzeige und Stellteil beachtet werden;
- e) der Arbeitsrhythmus des Operators darf nicht mit dem Takt einer halbautomatischen oder automatischen Maschine oder einer Transportanlage verbunden sein. Die Unabhängigkeit des Operators kann durch Puffer, Füllvorrichtungen, Roboter usw. sichergestellt werden;

f) handgeführte Arbeitsmittel sind so zu gestalten, daß sie in Abmessungen, Gewicht, günstiger Gewichtsverteilung und Form der Anatomie der Hand entsprechen und dem Operator beim Benutzen der Maschine natürliche Bewegungsabläufe ermöglichen;

g) insbesondere bei handgeführten Arbeitsmitteln ist die Benutzung durch Rechts- und Linkshänder zu berücksichtigen;

h) sofern dem Konstrukteur im voraus wichtige Umweltfaktoren bei der vorhergesehenen Benutzung der Maschinen bekannt sind, hat er diese zu berücksichtigen.

5 Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozeß

Die Gestaltung von Arbeitsmitteln läßt sich unter Verwendung von Systemmodellen als methodischer Prozeß beschreiben. Grundlegende Aufgaben wie Zielsetzung, Festlegung der Anforderungen und Bewertung sind Bestandteile dieses Prozesses. Dabei werden grundlegende konstruktive und menschliche Faktoren gleichermaßen berücksichtigt.

Der Gestaltungsprozeß erfolgt in der Regel in vier Hauptstufen:

1. Aufstellung und Abklärung der Spezifikationen;
2. Erstellung eines Konstruktionsentwurfs (oder mehrerer Entwürfe);
3. Erstellung des detaillierten Konstruktionsentwurfs;
4. Durchführung.

In der ersten Stufe werden die zugeordneten Systemspezifikationen aufgestellt und erläutert, mit dem Ziel, eine Liste der erfüllbaren Anforderungen zu erstellen. In der zweiten Stufe entwickelt der Konstrukteur die ursprünglichen Ideen systematisch bis zu dem Punkt weiter, an dem entschieden wird, welches Konzept (oder Konzepte) für die weitere Bearbeitung geeignet ist (sind). In der dritten Stufe führt der Konstrukteur die Entwicklung der vorgeschlagenen Entwürfe fort, bis ein einzelner Entwurf ausgewählt und die Erstellung detaillierter Konstruktionsdaten vorgenommen werden kann. In der vierten Stufe legt der Konstrukteur die letzten Einzelheiten fest und erstellt die endgültige Ausführung. Operatoren sind so früh wie möglich an dem Gestaltungsprozeß zu beteiligen.

5.1 Ergonomische Aufgabenstellung

Die ergonomischen Aufgaben während des Gestaltungsprozesses sind in Übereinstimmung mit Tabelle 1 auszuführen. In jeder Stufe des Gestaltungsprozesses werden Kombinationen dieser Aufgaben durchgeführt. Dabei sollte die Tiefe der Analyse der erreichten Gestaltungsstufe entsprechen.

5.2 Aufstellung von Gestaltungsspezifikationen in Übereinstimmung mit ergonomischen Grundsätzen

5.2.1 Aufstellung und Abklärung der Spezifikationen

Das Gestalten von Arbeitsmitteln ist von den für den Arbeitsablauf vorgegebenen organisatorischen Zielen abhängig. Dabei ist das zu gestaltende Arbeitsmittel ein fester Bestandteil dieses Arbeitsablaufs. Die ursprünglich entwickelten Lösungsvorschläge für das gestaltungstechnische Problem werden anhand der technischen Anforderungen bewertet. Um die durch die Einbeziehung ergonomischer Grundsätze entstehenden Vorteile zu nutzen, sind bereits in dieser frühen Entwicklungsphase die Anforderungen der Operatoren zu berücksichtigen (siehe Stufen 1 und 2, Tabelle 1).

5.2.2 Erstellung eines Vorentwurfs

Bei den ursprünglich vorgegebenen Anforderungen der Operatoren ist folgendes zu berücksichtigen:

- Das Ergebnis einer Analyse der Operatorentätigkeiten an weiterzuentwickelnden Maschinen oder, im Falle neuer Maschinen, an ähnlichen Maschinen;
- die Zuordnung von Funktionen an Arbeitsmittel und Operatoren;
- die Arbeitsaufgaben, die der Operator an dem Arbeitsmittel ausführen soll (im allgemeinen);
- die Wechselwirkung zwischen Operatoren und Arbeitsmitteln.

Die Spezifikationen sind gemäß den in Abschnitt 4 "Allgemeine Grundsätze" festgelegten ergonomischen Prinzipien zu bewerten. Die Bewertungsergebnisse sind nach dem Grad ihrer Akzeptanz zu klassifizieren, beispielsweise durch Verwendung eines Bewertungssystems wie das 3-Zonen-Modell (siehe Anhang A). Falls Anforderungen an Operatoren außerhalb der ergonomisch annehmbaren Grenzen liegen, ist die Überarbeitung des Konstruktionsentwurfs erforderlich (siehe Stufen 3 bis 9, Tabelle 1). Läßt sich ein vernünftiger, aus ergonomischer Sicht annehmbarer Kompromiß zwischen technischen und ergonomischen Anforderungen nicht erreichen, so sind andere Maßnahmen zu ergreifen, wie etwa Hinweise für die Operatoren über die bestmögliche Handhabung der Arbeitsmittel.

5.2.3 Erstellung eines detaillierten Entwurfs

Diese Stufe sieht die tiefergehende Weiterentwicklung der gewählten Konstruktionslösung sowie die Festlegung detaillierter Gestaltungsdaten vor (siehe Stufen 3 bis 9, Tabelle 1). Um sicherzustellen, daß bei der detaillierten Gestaltung sowohl die Anforderungen der Konstrukteure als auch die der Operatoren in höchstem Maße berücksichtigt wurden, ist auf Abschnitt 4 dieser Norm Bezug zu nehmen. Dabei sind auch Faktoren wie Zufriedenheit am Arbeitsplatz und organisatorische Belange zu beachten.

Hierbei ist eine Aufgabenanalyse durchzuführen, um so die optimale Schnittstelle zwischen Operator und Arbeitsmittel festzulegen und diese in die Gestaltung einzubeziehen.

ANMERKUNG: Eine Aufgabenanalyse ermöglicht dem Konstrukteur die genaue Festlegung der von dem Operator erwarteten Tätigkeiten. Außerdem kann er aufgrund der Aufgabenanalyse darüber entscheiden, welche Informationen dem Operator zur Verfügung gestellt werden sollten.

Der detaillierte Entwurf ist schrittweise bis zu dem Punkt weiterzuentwickeln, an dem die endgültige Konstruktionslösung mit genauen Spezifikationen für das Arbeitsmittel vorliegt. Nach Fertigstellung der Konstruktionslösung ist die notwendige Dokumentation für das Arbeitsmittel zu erstellen. Diese Dokumentation muß üblicherweise Hinweise für den Operator über eine angemessene, ergonomische Benutzung des Arbeitsmittels enthalten.

5.2.4 Durchführung

Die Durchführung von praktischen Versuchen unter Mitwirkung der Operatoren wird empfohlen, um festzustellen, ob die Gestaltung durch weitere Bearbeitung noch verbessert werden kann (siehe Nr 10 und 11, Tabelle 1). Praktische Versuche unter Verwendung von maßstäblichen Modellen oder Modellen im Maßstab 1 : 1 der Arbeitsmittel können Hinweise auf mögliche Gestaltungsfehler geben und dem Konstrukteur die Möglichkeit geben, Verbesserungen auf der Grundlage von Erfahrungen der Operatoren durchzuführen. Solche Ver-

suche sind auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll, da somit spätere Änderungen des in die Fertigung gehenden Modells vermieden werden können. Die Bewertung von Dokumentationsentwürfen (einschließlich der Bedienungsanleitungen) kann ebenfalls in praktischen Versuchen unter Mitwirkung der Operatoren erfolgen, wobei die Änderungen dann auf der Grundlage von Reaktionen der Operatoren vorgenommen werden. Nach Beendigung dieser praktischen Versuche und nach Berücksichtigung der für die Gestaltung der Maschine gewonnenen Erkenntnisse – falls

nicht für diese Maschine, dann für zukünftige Maschinen gleichen Typs – können die verbleibenden Gestaltungsdetails fertiggestellt und die endgültige Dokumentation erstellt werden.

ANMERKUNG: Es ist empfehlenswert, Arbeitsmittel und Dokumentation nach einer bestimmten Betriebsdauer, beispielsweise nach einem Jahr, erneut einer Bewertung zu unterziehen.

Tabelle 1: Ergonomische Aufgabenstellung im Gestaltungsprozeß

Nr	Ergonomische Aufgabenstellung	Aufgabenbeschreibung
1	Feststellung und Erläuterung der technischen Daten	Feststellung des Beitrags, den Ergonomie zum Erreichen eines effizienten, sicheren und gesunden Systems zu leisten hat.
2	Feststellung der Operatorengruppe	Festlegung der spezifischen Merkmale der Operatoren, die das Arbeitsmittel benutzen werden.
3	Durchführung einer Aufgabenanalyse	Festlegung der Funktionsteilung zwischen Operator und Arbeitsmittel. Festlegung der von den Operatoren auszuführenden Aufgaben (z. B. Betätigung von Stellteilen, Bestückung der Maschine). Aufgliederung der Aufgaben in ihre einzelnen Bestandteile, um für jeden Operator eine Betätigungsfolge innerhalb einer bestimmten Zeitspanne festzulegen (z. B. Beobachten des Zeigerausschlags; Einstellen eines Stelleils auf den Sollwert). Die Analyse der derzeitigen Operator-Tätigkeiten können dabei von Nutzen sein, z. B. durch Simulation und Untersuchung ähnlicher Arbeitssituationen. Operatoren können in dieser Stufe einen wichtigen Beitrag leisten.
4	Festlegung der erforderlichen ergonomischen Daten	Festlegung der zur Bewertung eines bestimmten Entwurfs notwendigen ergonomischen Daten, anhand der Aufgabenanalyse. Das Beispiel in Stufe 3 könnte auf die Notwendigkeit weiterer Erfordernisse bei der Gestaltung von Zeigern hinweisen (z. B. Lesbarkeit, Genauigkeit und Anordnung), bei der Anordnung von Zeigern und Stellteilen (die dem Operator bei der Arbeit eine effiziente und natürliche Körperhaltung ermöglicht) und bei der Gestaltung von Stellteilen (Begrenzung der vom Operator einzusetzenden Körperkräfte, Vermeidung von unbeabsichtigter Betätigung). Die ergonomischen Grundsätze, die bei Erstellung der erforderlichen Daten zu berücksichtigen sind, werden in Abschnitt 4 aufgeführt.
5	Erstellung der erforderlichen Dokumentation	Festlegung der Informationen, die in der Dokumentation für den Operator aufzuführen sind, z. B. Wartungshandbücher, Bedienungsanleitungen.
6	Festlegung der Schulungsanforderungen	Berücksichtigung der Ergebnisse der Aufgabenanalyse, um spezielle Schulungsanforderungen der Operatoren des Arbeitsmittels sowie Auswirkungen auf Sicherheit, Kosten usw. festzustellen (z. B. Verwendung eines Simulators für Schulungszwecke, um menschliche Fehlhandlungen zu vermeiden).
7	Auswahl der Bewertungsmethode	Festlegung der Bewertungsmethoden für die aus Stufe 4 erhaltenen Ergebnisse im Vergleich zu den Anforderungen des jeweiligen Entwurfs, z. B. Anwenden von Normen, rechnergestützten Gestaltungsmethoden, Simulation der Arbeitsaufgabe und -umgebung.
8	Bewertung des gewählten Entwurfs	Anwendung der in Stufe 7 ausgewählten Methoden, um festzustellen, ob die ergonomischen Anforderungen des Entwurfs innerhalb annehmbarer Grenzen liegen (aufgrund der in Stufe 4 ermittelten Daten).
9	Bewertung der Ergebnisse der Analyse	Entscheidung, ob ein annehmbarer Kompromiß zwischen konstruktionstechnischen und ergonomischen Anforderungen erzielt wurde; falls nicht, Abwägen, ob Stufen 3 bis 7 teilweise oder ganz in einem überarbeiteten Entwurf wiederholt werden sollten.
10	Bewertung unter Mitwirkung der Operatoren	Verwendung maßstäblicher oder 1 : 1-Modelle des Arbeitsmittels oder von Teilen des Arbeitsmittels oder Anwendung von Simulatoren, um den Entwurf zusammen mit den Operatoren zu bewerten und um möglicherweise vorkommende Tätigkeiten zu erkennen. Dabei sollte auch die Dokumentation bewertet werden.
11	Bewertung der Ergebnisse aus praktischen Versuchen unter Mitwirkung der Operatoren und Änderung des Entwurfs	Erneute Bewertung des Entwurfs, um Änderungen einzuarbeiten, die sich bei den praktischen Versuchen ergeben haben, und gegebenenfalls Wiederholen von Stufen 3 bis 10.

Anhang A (informativ)

Leitlinien für die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems

Dieser Anhang beschreibt das 3-Zonen-Bewertungssystem und seine Anwendung, einschließlich eines praktischen Beispiels.

A.0 Einleitung

Im Rahmen der Europäischen Normengebung auf dem Gebiet der Ergonomie wurde CEN/TC 122/WG 2 "Ergonomische Gestaltungsgrundsätze" mit Zustimmung von CEN/TC 114 "Sicherheit von Maschinen" damit beauftragt, ein 3-Zonen-Bewertungssystem zu erstellen. Zweck des Bewertungssystems ist die Schaffung eines gemeinsamen Systems zur Bewertung von Entwürfen, die es Konstrukteuren und anderen ermöglichen, die Risikobewertung strukturiert und unmittelbar durchzuführen. Dieses Bewertungssystem trägt zur Risikoverringerung durch konstruktive Maßnahmen bei, wie in Abschnitt 3 der EN 292-2 dargelegt.

Das 3-Zonen-Bewertungssystem stellt eine Methode zur Einstufung ergonomischer Risikofaktoren dar. Dadurch wird die Festlegung von geeigneten, innerhalb des Gestaltungsprozesses zu ergreifenden Maßnahmen erleichtert.

A.1 Bewertungssysteme im allgemeinen

Beim Gestalten neuer Arbeitsmittel oder bei der Beurteilung der Eigenschaften bereits bestehender Arbeitsmittel ist eine systematische Einordnung von Feststellungen hilfreich. Dies läßt sich auf verschiedenen Wegen durchführen. Grundlage der Systeme zur Klassifizierung von Arbeitsumgebungsfaktoren ist die Auswahl einiger spezieller und einiger mehr allgemeiner Kriterien. Bei der Abschätzung von Arbeitsumgebungsfaktoren oder von Eigenschaften eines im Gestaltungsprozeß befindlichen Arbeitsmittels ist es sinnvoll, die Feststellungen so einzuordnen, daß dem Konstrukteur die Entscheidung über die zu ergreifenden Maßnahmen erleichtert wird. Bewertungssysteme erleichtern dem Konstrukteur die Einordnung der Feststellungen nach festgelegten Kriterien.

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

A.2 Das 3-Zonen-Bewertungssystem

Die drei Zonen werden wie folgt definiert:

GRÜN (NIEDRIGES RISIKO, EMPFEHLENSWERT):

Das Risiko einer Erkrankung oder Verletzung ist vernachlässigbar oder auf einem für alle in Frage kommenden Operatoren annehmbaren niedrigen Niveau.

GELB

(MÖGLICHES RISIKO, NICHT EMPFEHLENSWERT):

Für die in Frage kommenden Operatoren besteht insgesamt oder teilweise ein nicht vernachlässigbares Risiko einer Erkrankung oder Verletzung.

ROT (HOHES RISIKO, ZU VERMEIDEN):

Das Risiko einer Erkrankung oder Verletzung ist offensichtlich, und es ist nicht annehmbar, die in Frage kommenden Operatoren diesem Risiko auszusetzen.

A.3 Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems

Aufgrund der Risikoeinstufung sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- GRÜNE ZONE: Maßnahmen sind nicht erforderlich.
- GELBE ZONE: Es erfolgt eine weitere Risikoabschätzung sowie eine Analyse unter Berücksichtigung anderer, damit verbundener Risikofaktoren. Daraufhin sind so bald wie möglich Maßnahmen zur erneuten Gestaltung oder, falls dies nicht möglich ist, andere Maßnahmen zur Risikobeherrschung zu ergreifen.
- ROTE ZONE: Maßnahmen zur Risikominderung sind erforderlich.

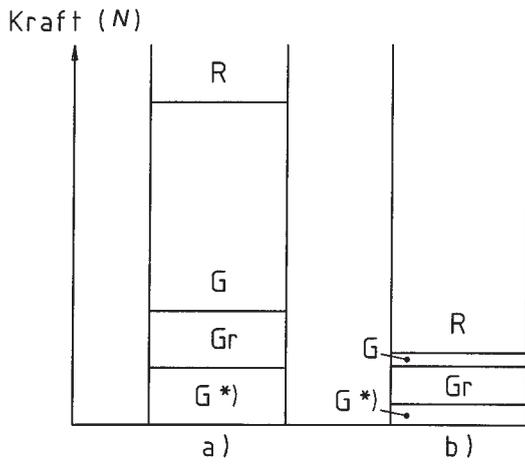
Somit sollte der Konstrukteur die Eigenschaften des Arbeitsmittels anhand einer Reihe von Kriterien (siehe EN 292-1, Tabelle 2), die in Übereinstimmung mit dem 3-Zonen-Bewertungssystem stehen, überprüfen. Das Ergebnis dieser Beurteilung gibt Hinweise darauf, ob eine erneute Gestaltung des Arbeitsmittels erforderlich ist, damit es in den "grünen Bereich (niedriges Risiko)" eingestuft werden kann; falls dies nicht möglich ist, sind andere Maßnahmen erforderlich, um sicherzustellen, daß die Operatoren das Arbeitsmittel so verwenden, daß sie dabei einem niedrigen Risiko ausgesetzt sind. Solche andere Maßnahmen können Hinweise über die bestimmungsgemäße Verwendung des Arbeitsmittels sein, ebenso wie Anweisungen, daß nur besonders geschulte Operatoren das Arbeitsmittel betätigen sollten oder Anweisungen über die maximale Dauer, die ein Operator das Arbeitsmittel benutzen sollte oder andere besondere Bedingungen. Unter manchen Umständen ist es vielleicht nicht möglich, die Ausführung so zu gestalten (einschließlich der Hinweise über die Verwendung oder der anderen oben genannten Maßnahmen), daß eine geringe Risikoaussetzung für den Operator sichergestellt ist. In solchen Fällen ist es überaus wichtig, daß dem jeweiligen Operator eindeutige Warnhinweise gegeben werden.

Es ist ebenfalls wichtig, bereits in der Gestaltungsphase zu berücksichtigen, daß die Umgebung, in der das Arbeitsmittel verwendet wird, die Einstufung in die grüne, gelbe oder rote Zone beeinflussen kann.

A.4 Ein Beispiel zur Verdeutlichung des 3-Zonen-Bewertungssystems

Betätigung von Pedalen:

Bild A.1 zeigt die Anwendung des 3-Zonen-Bewertungssystems bei zwei verschiedenen Arten von Pedalen. Diese Pedale sind in Bild A.2 dargestellt.

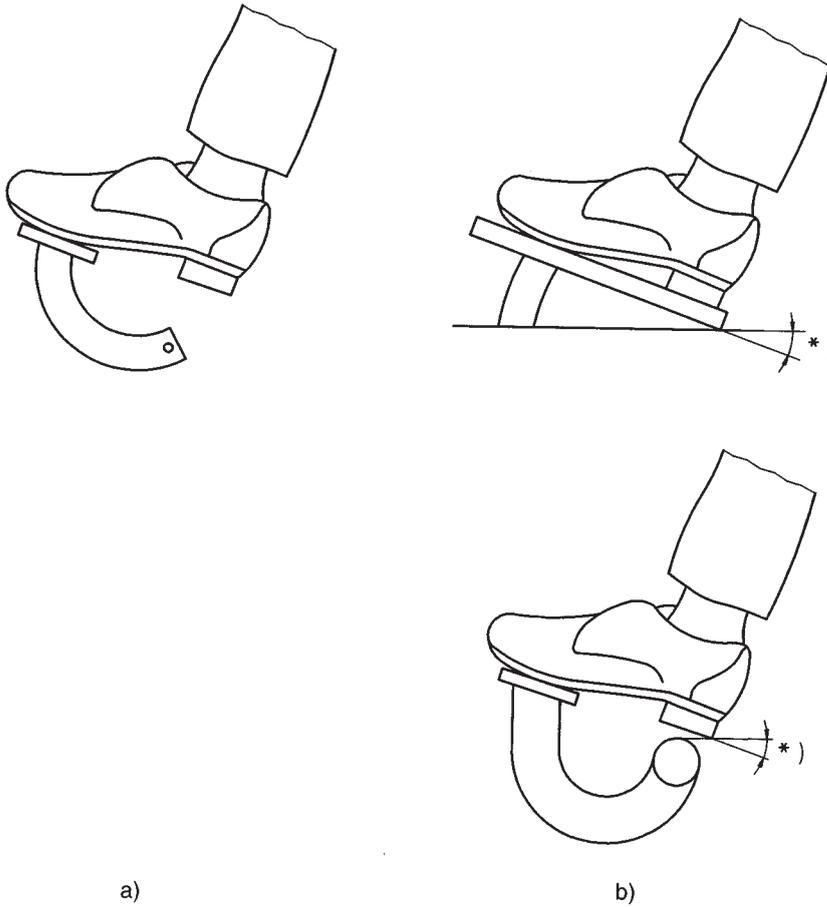


Legende:

- a) Pedalbetätigung mit Beinbewegung (z.B. Bremse)
- b) Pedalbetätigung mit Fußbewegung
- Gr: GRÜNE ZONE
- G: GELBE ZONE
- R: ROTE ZONE

Bild A.1: Kraftaufwand für zwei verschiedene Arten von Pedalen

*) Unterhalb der grünen Zone befindet sich eine gelbe bis rote Zone, je nach Gewicht des Beins/Fußes. Zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit muß in der grünen Zone der optimale Widerstand zur Vermeidung unbeabsichtigter Betätigung des Pedals angegeben werden.



Legende:

- a) Pedalbetätigung mit Beinbewegung (z. B. Bremse)
- b) Pedalbetätigung mit Fußbewegung

*) 15 bis 20°

Bild A.2: Pedalbetätigung mit Fußbewegung und Pedalbetätigung mit Beinbewegung

Anhang B (informativ)

Literaturhinweise

- EN 27243 : 1993 Warmes Umgebungsklima – Ermittlung der Wärmebelastung des arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index (wet bulb globe temperature) (ISO 7243 : 1989)
- EN 27726 Umgebungsklima – Instrumente und Verfahren zur Messung physikalischer Größen (ISO 7726 : 1985)
- EN 28662-1 : 1992 Handgehaltene motorbetriebene Maschinen – Messung mechanischer Schwingungen am Handgriff – Teil 1: Allgemeines (ISO 8622-1 : 1988)
- EN 28996 Ergonomie – Bestimmung der Wärmeerzeugung im menschlichen Körper (ISO 8996 : 1990)
- EN 60073 : 1993 Codierung von Anzeigegeräten und Bedienteilen durch Farben und ergänzende Mittel (IEC 73 : 1991)
- EN 60447 : 1993 Bedienungsgrundsätze für die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI) (IEC 447 : 1993)
- ENV 25349 Mechanische Schwingungen – Leitfaden zur Messung und Beurteilung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen (ISO 5349 : 1986)
- ENV 26385 : 1990 Prinzipien der Ergonomie in der Auslegung von Arbeitssystemen
- prEN 61310-1 Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale
- ISO 447 : 1984 Werkzeugmaschinen – Bewegungsrichtung der Bedienteile
- ISO 2631-1 : 1985 Bewertung der Einwirkung von Ganzkörperschwingungen auf den Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- ISO 2631-2 : 1989 Bewertung der Einwirkung von Ganzkörperschwingungen auf den Menschen – Teil 2: Dauer- und stoß-induzierte Schwingungen in Gebäuden (1 bis 80 Hz)
- ISO 2631-3 : 1985 Bewertung der Einwirkung von Ganzkörperschwingungen auf den Menschen – Teil 3: Bewertung der Einwirkung von vertikalen z-Achsen-Ganzkörperschwingungen im Frequenzbereich von 0,1 bis 0,63 Hz
- ISO 3744 : 1994 Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen durch Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene
- ISO 7933 : 1989 Warmes Umgebungsklima – Analytische Bestimmung und Beurteilung der Wärmebelastung durch Berechnung der erforderlichen Schweißrate
- ISO/DIS 4871 : 1994 Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (Überarbeitung von ISO 4871 : 1984)
- ISO/DIS 7730 : 1992 Gemäßigtes Umgebungsklima – Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (Überarbeitung von ISO 7730 : 1984)
- ISO/CD 11204 : 1993 Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten – Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten – Verfahren mit Umgebungskorrekturen
- Hans W. Jürgens, Ivar A. Aune; Internationaler anthropometrischer Datenatlas¹⁾
- Ursula Pieper; IVSS: Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit: Sektion Maschinensicherheit; Beurteilungsliste zum Klassifizieren von Maschinen nach ergonomischen Grundsätzen – Herausgegeben von der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Dynamostraße 7–9, 68165 Mannheim

¹⁾ Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund;
Bezug: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Postfach 10 11 10, 27511 Bremerhaven