

	Sicherheit von Maschinen Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für die Benutzung von mobilen Maschinen Deutsche Fassung prEN 14386:2002, Text Deutsch, Englisch	DIN EN 14386
ICS 13.110; 13.180	Entwurf Safety of machinery — Ergonomic design principles for the operability of mobile machinery; German version of prEN 14386:2002, text in German, English Sécurité des machines — Principes ergonomiques de conception pour l'operabilité de machines mobiles; Version allemande du prEN 14386:2002, texte en allemand, anglais 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 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 europäische Norm-Entwurf wurde von der Arbeitsgruppe 10 „Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für die Benutzung von mobilen Maschinen“ des Technischen Komitees CEN/TC 122 „Ergonomie“ (Sekretariat Deutschland) erarbeitet. Für Deutschland war an der Bearbeitung dieses Norm-Entwurfes der Arbeitsausschuss 10 „Arbeitswissenschaftliche Leitsätze“ im Normenausschuss Ergonomie beteiligt. Fortsetzung Seite 2 und 39 Seiten prEN und 39 Seiten Englische Fassung Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.	Einsprüche bis 2002-05-31

Für die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen und Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

EN 292-1	siehe DIN EN 292-1
EN 292-2 + A1:1995	siehe DIN EN 292-2:1995-06
EN 457	siehe DIN EN 457
EN 547-1	siehe DIN EN 547-1
EN 563	siehe DIN EN 563
EN 614-1	siehe DIN EN 614-1
EN 614-2	siehe DIN EN 614-2
EN 894-1	siehe DIN EN 894-1
EN 894-2	siehe DIN EN 894-2
EN 894-3	siehe DIN EN 894-3
EN 1070	siehe DIN EN 1070
EN ISO 7730	siehe DIN EN ISO 7730
EN 12096	siehe DIN EN 12096
EN 60447	siehe DIN EN 60447
ISO 447	siehe DIN 1410
ISO 4196	siehe DIN ISO 4196
EN ISO 5353	siehe DIN EN ISO 5353
ISO 7000	siehe DIN 40101-2

Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für die Benutzung von mobilen Maschinen

Sécurité des machines — Principes ergonomiques de conception pour l'opérabilité de machines mobiles

Safety of machinery — Ergonomic design principles for the operability of mobile machinery

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Allgemeine ergonomische Gestaltungsgrundsätze	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze unter Berücksichtigung von Anthropometrie und Biomechanik	8
4.3 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich der Arbeitsaufgaben.....	8
4.4 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich Anzeigen, Signalen und Stellteilen	8
4.5 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich der physikalischen Arbeitsumgebung	8
5 Gestaltung von Arbeitsplätzen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Arbeitsraum	9
5.3 Tätigkeit des Operators im Sitzen	11
5.4 Tätigkeit des Operators im Stehen.....	12
5.5 Gestaltung des Zugangssystems.....	13
6 Gestaltung von Signalen, Anzeigen und Stellteilen	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Funktionen	17
6.3 Anordnung.....	18
6.4 Signale und Anzeigen.....	18
6.5 Stellteile.....	20
7 Geistige Arbeitsbelastung	23
8 Sichtmöglichkeiten	23
8.1 Allgemeines	23
8.2 Sichtmöglichkeiten nach außen	24
8.3 Spiegel und andere Sichthilfen.....	25
8.4 Fenster	26
9 Umgebungsfaktoren	26
9.1 Allgemeines	26
9.2 Beleuchtung.....	26
9.3 Thermische Umgebung	28
9.4 Belüftung.....	29
9.5 Lärm.....	29
9.6 Schwingungen.....	29
10 Anwenderinformationen	31
Anhang A (informativ) Verfahren zur Bewertung des Umfangs der Sichtmöglichkeiten	32
Anhang B (informativ) Strategie für die Planung der Arbeitsbeleuchtung	33
Anhang C (informativ)	34
Anhang D (informativ) Abmessungen für Fahrerhäuser	35
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang dieses Dokumentes mit EG-Richtlinien	37
Literaturhinweise	38

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14386) wurde vom CEN /TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

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.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Die Anhänge A bis D dienen lediglich der Information.

Einleitung

Ergonomisch gestaltete mobile Maschinen erhöhen die Sicherheit, Wirksamkeit und Effizienz, verbessern die Arbeitsbedingungen des Menschen und wirken nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen entgegen. Eine gute ergonomische Gestaltung übt deshalb auf das gesamte Arbeitssystem und auf die Zuverlässigkeit des Menschen innerhalb dieses Systems einen günstigen Einfluss aus.

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, Technik und Arbeitsumgebung untersucht wird.

Diese Norm behandelt allgemeine Gesichtspunkte für die Ergonomie der Benutzung von mobilen Maschinen. Die Norm sollte durch Normen (des Typs C) für unterschiedliche Maschinentypen ergänzt werden.

Bei der Auslegung und Herstellung von Maschinen muss der Hersteller die in der Maschinenrichtlinie festgelegten grundlegenden Anforderungen für die Sicherheit und Gesundheit erfüllen. Der Hersteller muss die Gefährdungen durch die Maschine bewerten und diese Gefährdungen auch über die Gebrauchsdauer der Maschine berücksichtigen.

Diese Europäische Norm ist eine von mehreren Ergonomie-Normen für die Sicherheit von Maschinen.

Diese Norm wurde als harmonisierte Norm im Sinne der Maschinenrichtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften erarbeitet.

Diese Norm enthält unterschiedliche Arten der Information, die bei der Gestaltung der ergonomischen Gesichtspunkte mobiler Maschinen zu berücksichtigen und anzuwenden sind. Einige Abschnitte liefern eine allgemeine Anleitung, die bei der Gestaltung mobiler Maschinen zu berücksichtigen ist. Andere Abschnitte enthalten eine stärker spezifische Anleitung für die Gestaltung und Anforderungen, die für die aktuelle Technik von Bedeutung sind. Deshalb sind die Abschnitte oft in Form von Empfehlungen (sollte) oder Anforderungen (muss, ist zu) gehalten, für die bestimmte festgelegte Umstände die Bedingung darstellen.

Diese Europäische Norm ist eine Typ B-Norm, wie in EN 1070 angegeben.

Die Festlegungen in diesem Dokument können durch eine Typ C-Norm ergänzt oder modifiziert werden.

ANMERKUNG Für Maschinen, die unter den Anwendungsbereich einer Typ C-Norm fallen und die nach den Festlegungen dieser Typ C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Die Festlegungen der Typ C-Norm haben Vorrang gegenüber den Festlegungen dieser Typ B-Norm.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die ergonomischen Grundsätze fest, die im Gestaltungsprozess für mobile Maschinen zu befolgen sind; besonders betont werden die Punkte, in denen sich mobile Maschinen von ortsfesten Maschinen unterscheiden.

Die in dieser Europäischen Norm angegebenen Gestaltungsgrundsätze gelten für Maschinen, die entweder im Stehen oder im Sitzen oder in beiden Stellungen bedient werden.

Diese Europäische Norm gilt für das Fahren mobiler Maschinen. Durch Fußgänger gesteuerte und in der Hand gehaltene Maschinen sind nicht in die Norm einbezogen. Diese Europäische Norm legt die ergonomischen Anforderungen für den Operator (wie er durch diese Norm definiert ist) fest und gilt nicht unbedingt für andere Arbeitskräfte, deren Anwesenheit auf der mobilen Maschine zur Durchführung anderer Aufgaben erforderlich sein kann (z. B. Sortierer auf einer Kartoffelerntemaschine).

Diese Europäische Norm gilt für die Wechselwirkungen zwischen einem Operator und der mobilen Maschine beim Betreiben oder Fahren der Maschine und stellt die Prinzipien heraus, die bei voller Berücksichtigung der Gesundheit und Sicherheit des Operators zu befolgen sind. Die Installation, das Einstellen, die Instandhaltung, die Reinigung und die Reparatur mobiler Maschinen sind nicht in die Norm einbegriffen.

Grundlegende Begriffe und allgemeine ergonomische Leitsätze für die Gestaltung von Maschinen werden in EN 292-1, EN 292-2, EN 614-1 und EN 614-2 behandelt.

ANMERKUNG 1 EN 614-1 liefert einen Rahmen für die Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in das Gestaltungsverfahren, die bei der Gestaltung aller Arten von Maschinen berücksichtigt werden müssen. Dieser Rahmen kann den Konstrukteuren dabei helfen, die in dieser Norm spezifisch auf mobile Maschinen gerichteten zusätzlichen Grundsätze zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 2 EN 614 2 liefert Grundsätze der Gestaltung der Arbeitsaufgabe in Wechselwirkung mit der Gestaltung von Maschinen. Ziel ist die Gestaltung einer Maschine, die mit den Fähigkeiten, Grenzen und Bedürfnissen des Menschen vereinbar ist. Folglich erfordert dies im Prozess der Gestaltung eine Analyse der Arbeitsaufgabe.

Dieses Dokument gilt nicht für Maschinen, die hergestellt wurden, bevor CEN dieses Dokument veröffentlichte.

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 datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen 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 281 (DIN 15160-2), *Kraftbetriebene Flurförderzeuge mit Fahrersitz — Regeln für die Ausführung und Anordnung der Pedale.*

EN 292-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie.*

EN 292-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen.*

EN 457, *Sicherheit von Maschinen — Akustische Gefahrensignale — Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung.*

EN 547-1, *Sicherheit von Maschinen — Körpermaße des Menschen — Teil 1: Grundlagen zur Bestimmung von Abmessungen für Ganzkörper-Zugänge an Maschinenarbeitsplätzen.*

EN 563, *Sicherheit von Maschinen — Temperaturen berührbarer Oberflächen — Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen.*

EN 614-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze.*

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

EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen.*

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

EN 894-3, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile.*

EN 1070, *Sicherheit von Maschinen — Terminologie.*

EN ISO 7730, *Gemäßigtes Umgebungsklima — Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit.*

EN 12096, *Mechanische Schwingungen – Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten.*

EN 60447, *Bedienungsgrundsätze für die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI).*

ISO 447, *Machine tools — Direction of operation of controls.*

ISO 4196, *Graphical symbols — Use of arrows.*

ISO 5353, *Earth-moving machinery, and tractors and machinery for agriculture and forestry — Seat index point.*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment — Index and Synopsis.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 614-1, EN 1070 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1

Zugang

Vorgang

- a) des Aufsteigens auf eine mobile Maschine oder der Absteigens von dieser, und/oder
- b) das Einsteigen in eine Kabine einer mobilen Maschine oder das Aussteigen aus dieser

3.2

Zugangssystem

Zugangssystem besteht aus allen Bestandteilen (z. B. Stufen, Handzugriffe, Plattformen (Auftritte), Türdurchgänge usw.), die vom Operator der mobilen Maschine zum Erreichen und Verlassen seines Arbeitsplatzes genutzt werden

3.3

Kabine (Fahrerhaus)

Umschließung des Steuerstandes des Operators bei normaler Betriebsstellung zu dessen Schutz vor physischen Einwirkungen wie hohen oder tiefen Temperaturen, Lärm, Staub oder Niederschlägen

3.4

Fahrer

Operator, der für die Fortbewegung der mobilen Maschine verantwortlich ist

3.5

Handgriff

Handzugriff, der nur eine Lage der Hand des Operators ermöglicht

3.6**Handzugriff**

jede Vorrichtung, an der sich der Operator zur Unterstützung des Zugangs festhalten kann

3.7**Handlauf**

Handzugriff, der mehr als eine Lage der Hand des Operators ermöglicht und der Hand das Gleiten längs des Handlaufs in andere Stellungen möglich macht

3.8**integriertes Beleuchtungssystem (einer Maschine)**

Beleuchtungssystem, bestehend aus einer oder mehreren Lampen und/oder Leuchten mit den zugehörigen mechanischen und elektrischen Steuervorrichtungen, das einen ständigen Teil der Maschine bildet und dafür ausgelegt ist, eine Beleuchtung in und/oder an der Maschine zu liefern

3.9**Leiter**

Anordnung von zwei oder mehr Stufen oder Sprossen (einschließlich des Auftritts am oberen Ende der Stufen) mit einem Anstiegswinkel zur Horizontalen zwischen 50° und 90°

3.10**Operator**

Person (oder Personen), die mit der Installation, dem Betrieb, dem Einrichten, dem Instandhalten, der Reinigung, der Reparatur oder dem Transport der Maschine beauftragt ist (sind)

3.11**Steuerstand des Operators bei normaler Betriebsstellung**

Ort oder die Orte auf der mobilen Maschine, von dem aus der Operator einige oder alle Funktionen der Maschine steuert

3.12**Sitzindexpunkt (SIP)**

Punkt auf der zentralen senkrechten Ebene des Sitzes, wie in ISO 5353 definiert, der als Bezugspunkt für das Sitzen und andere Maße verwendet wird. Er kann als annähernd gleich dem Schnittpunkt der theoretischen Drehachse zwischen Rumpf und Oberschenkeln des Menschen mit der zentralen senkrechten Ebene, die durch die Zentrallinie des Sitzes verläuft, angesehen werden

ANMERKUNG ISO 5353 legt fest, dass der SIP mit Bezug auf die Maschine festgelegt ist und sich nicht mit dem Sitz durch dessen Einstellbereich und/oder Schwingungsbereich bewegt.

3.13**Treppe**

Anordnung von zwei oder mehr Stufen (einschließlich des Auftritts am oberen Ende der Stufen) mit einem Anstiegswinkel zur Horizontalen, der kleiner als 50° ist

3.14**Arbeitsbeleuchtung**

Lampen, Leuchten, sonstige Lichtquellen und zugehörige Vorrichtungen, die an der Maschine angebracht sind, um die Gegenstände außerhalb des Arbeitsbereiches und die Umgebung für den Operator bei seiner Arbeit sichtbar zu machen

4 Allgemeine ergonomische Gestaltungsgrundsätze

4.1 Allgemeines

Bei der Anwendung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze auf die Gestaltung mobiler Maschinen müssen die menschlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse berücksichtigt werden. Eine gute ergonomische Gestaltung wird den Komfortmangel, die Ermüdung und die psychologische Belastung, denen der Operator ausgesetzt ist, verringern. Ergonomisch gut gestaltete mobile Maschinen verbessern deren Benutzbarkeit wie auch die Zuverlässigkeit des Menschen im Mensch-Maschine-System und wirken der Möglichkeit nachteiliger Auswirkungen der Arbeit auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen entgegen. Die interaktive Software zwischen Operator und Steuer- oder Regelsystem muss benutzerfreundlich sein.

Eine gute Gestaltung beginnt mit der Betrachtung des Operators und berücksichtigt, auf welche Weise die Wechselwirkung zwischen Operator und mobiler Maschine erwartet wird. Sie berücksichtigt auch die Wechselwirkungen im Mensch-Maschine-System einschließlich der Umgebung, in der gearbeitet wird. Die Gestaltung der mobilen Maschine wird davon abhängen, welche Teilpunkte der Gesamtaufgabe dem Operator zufallen und welche Teilpunkte der Gesamtaufgabe durch die Maschine oder deren Teilsysteme erledigt werden. Ein Überblick der Wechselwirkungen zwischen den Körper- und Maschinenmaßen vom ergonomischen Standpunkt aus ist in Tabelle D.1 dargestellt.

Damit eine wirkungsvolle, Gesundheit und Sicherheit berücksichtigende Wechselwirkung zwischen den Operatoren und der mobilen Maschine erreicht werden kann, müssen während des Gestaltungsprozesses sowohl ergonomische Grundsätze als auch Anforderungen an die technische Sicherheit berücksichtigt werden.

Die Gestaltung einer mobilen Maschine muss ein Prozess sein, der folgende Stufen enthält:

- die Erarbeitung der Gestaltungsziele, der Arbeitsaufgaben und einer folgerichtigen Wechselwirkung zwischen Maschine und Operator;
- die Zuordnung der Funktionen und Aufgaben;
- die Spezifikation der Arbeitsaufgaben und der Hardware;
- die Zuweisung von Arbeitsaufgaben an die Operatoren.

Durch Befolgen des in EN 614-2 beschriebenen stufenweisen Vorgehens kann der Konstrukteur:

- die Entscheidungen bezüglich der Gestaltung auf der Grundlage der relevanten Informationen treffen;
- die Entscheidungen allen am Gestaltungsprozess beteiligten Personen verständlich machen;
- die Folgen der bei der Gestaltung getroffenen Entscheidung für die vom Menschen ausgeübten Tätigkeiten voraussagen;
- so früh wie möglich prüfen, ob die Entscheidungen angemessen sind.

Gestaltung ist ein iteratives Verfahren, bei dem der Übergang zwischen den einzelnen Stufen nicht eindeutig sein muss.

Wenn es nicht möglich ist, einen vernünftigen Kompromiss zwischen den ergonomischen und den technischen Anforderungen zu erreichen, der innerhalb ergonomisch vertretbarer Grenzen bleibt, müssen andere Maßnahmen durchgeführt werden, wie die Unterweisung des Operators über die bestmögliche Weise, in der er die Geräte handhaben kann.

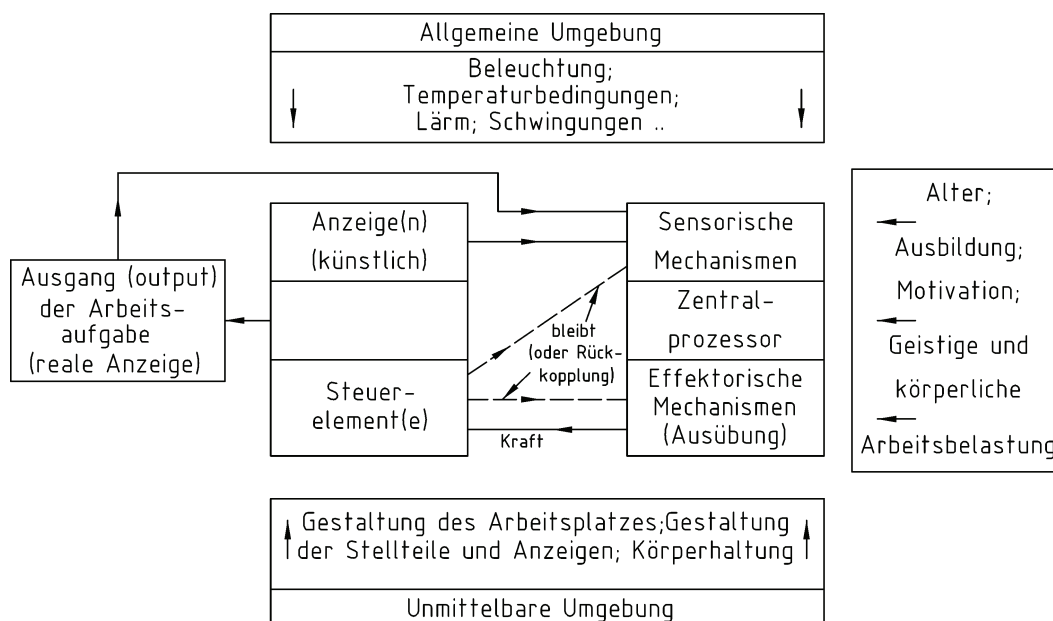


Bild 1 — Diagrammdarstellung der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Maschine mit den Faktoren, die die Leistung des Menschen und die der Maschine beeinflussen

4.2 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze unter Berücksichtigung von Anthropometrie und Biomechanik

Mobile Maschinen sind unter angemessener Berücksichtigung der Körpermaße der zu erwartenden Operatorengruppe bei Berücksichtigung folgender Punkte zu gestalten:

- anthropometrische Daten;
- Bereiche für Körpermaße und Gelenkbewegungen;
- Bewegungen der Körperteile;
- Körperhaltungen;
- Körperkraft (muskuläre Arbeitsbelastung und energetische Arbeitsbelastung);
- Sicherheitsabstände;
- Zugangsmaße.

Angaben zu den anthropometrischen Gesichtspunkten der europäischen Bevölkerung finden sich in EN 614-1, EN 547-1 bis EN 547-3 und EN ISO 14738. Biomechanische Gesichtspunkte werden in EN 1005-1 bis EN 1005-4 behandelt. Durch die Gestaltung ist die Erfordernis des Arbeitens in unveränderter (statischer) Körperhaltung zu begrenzen.

4.3 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich der Arbeitsaufgaben

Zur Gestaltung der Arbeitsaufgabe gehört die Analyse und Spezifikation der Funktionen und deren Zuordnung an die Maschine oder den Operator als Teil des Gestaltungsprozesses; ihr Ziel ist, zur optimalen Funktion der Arbeitssysteme beizutragen. Deshalb werden bei einer guten Gestaltung ergonomische Grundsätze befolgt und wird die Gestaltung der Arbeitsaufgabe einbezogen, wobei die Zusammenhänge zwischen der Benutzung der Maschine und der vorgesehenen Operatorengruppe besonders beachtet werden. Grundsätze einer guten ergonomischen Gestaltung der Arbeitsaufgabe sind in EN 614-2 angegeben.

Aufgaben der Informationsverarbeitung beim Arbeiten mit/an der mobilen Maschine sind nach EN 614-1 und EN 614-2 so zu gestalten, dass sowohl Unterforderung als auch Überbelastung vermieden werden, dass für die Arbeitsaufgabe wesentliche Informationen rechtzeitig zur Verfügung stehen, dass die wesentlichen Informationen leicht verständlich dargestellt werden und dass alle Sinnbilder, Symbole und Befehlseinrichtungen sowohl in ihrer Darstellung als auch in ihrer Funktion widerspruchsfrei sind.

4.4 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich Anzeigen, Signalen und Stellteilen

Die Hauptquelle der optischen und anderen Informationen für den Operator mobiler Maschinen sind die Eindrücke, die er aus der Umgebung und von der mobilen Maschine empfängt. Bei der Entscheidung über den Ort und die Gestaltung von Anzeigen, Signalen und Stellteilen sollte dies berücksichtigt werden.

Anzeigen und Signale sind auf eine Weise zu gestalten, zu wählen und anzuordnen, dass sie mit den charakteristischen Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung und der auszuführenden Aufgabe übereinstimmen. Grundsätze einer guten ergonomischen Gestaltung von Anzeigen, Signalen und Stellteilen finden sich in EN 894-1 bis EN 894-3.

4.5 Ergonomische Gestaltungsgrundsätze hinsichtlich der physikalischen Arbeitsumgebung

Bei der Gestaltung mobiler Maschinen sind die Auswirkungen aller möglichen Emissionen (z. B. Lärm, Schwingungen, Abgase), die für den Operator oder die Arbeitsumgebung eintreten können, nach dem in EN 292-1 und EN 292-2 beschriebenen Verfahren zu berücksichtigen.

Bei der Gestaltung der thermischen Bedingungen der mobilen Maschine ist die thermische Behaglichkeit entsprechend EN ISO 7730 sicherzustellen.

Im Freien arbeitende mobile Maschinen erfordern im Allgemeinen einen Steuerstand für den Operator. In diesem Fall sind Fenster, Eingangs- und Ausgangseinrichtungen, Scheibenwischer und im erforderlichen Fall eine Klimaanlage vorzusehen.

Die Arbeitsbeleuchtung und die Beleuchtung müssen die Anforderungen erfüllen, die für den Operator zur Ausführung der Arbeitsaufgaben erforderlich sind. Wenn die Beleuchtung aus der Umgebung unzureichend ist, ist eine geeignete Arbeitsbeleuchtung und integrierte Beleuchtung zu schaffen. Diese sind so zu gestalten, dass der Operator keine unnatürlichen Körperhaltungen einnehmen muss (siehe EN 292-1 und EN 292-2, EN 614-1, EN 60598 und EN 1837).

5 Gestaltung von Arbeitsplätzen

5.1 Allgemeines

Wenn ein Arbeitsplatz innerhalb eines Fahrerhauses liegt, muss dieses so gestaltet, gebaut und/oder ausgerüstet sein, dass der Operator gute Arbeitsbedingungen hat und er gegen vorhersehbare Gefährdungen geschützt ist (z. B. übermäßige Kälte oder Hitze, Wind, Lärm und Schwingungen, unzureichende Sichtmöglichkeiten usw.).

Bei den meisten mobilen Maschinen ist für den Operator während der Arbeit eine sitzende Arbeitsstellung einer stehenden vorzuziehen. Das Sitzen ist die stabilste Arbeitsstellung für die Betätigung der Ausrüstung und der Stellteile. Bei einigen mobilen Maschinen kann für bestimmte Arbeitsaufgaben das Stehen bei der Arbeit vorzuziehen sein, z. B. wenn der Operator die Maschine häufig verlassen muss oder wenn die Maschine auf ebenem Boden ohne vieles Abbiegen über kurze Entfernungen gefahren wird.

5.2 Arbeitsraum

5.2.1 Allgemeines

Der Arbeitsraum im Steuerstand des Operators muss so gestaltet sein, dass die Körpermaße des Operators (im gegebenen Fall einschließlich Bekleidung und Helm) und die Anforderungen der Arbeitsaufgabe berücksichtigt werden. Zur Steuerung der mobilen Maschine ist ausreichender Raum für die Bewegungen des Kopfes, Rumpfes sowie der Arme und Beine erforderlich. Dem Operator muss es möglich sein, sowohl im Sitzen als auch im Stehen seine Arme frei zu bewegen und den Oberkörper in einem hindernisfreien Raum zu drehen.

5.2.2 Beinraum

Folgende Anforderungen sind für den Beinraum zu berücksichtigen:

- Breite des Raums für Füße und Beine;
- Tiefe des Beinraums in Kniehöhe;
- Tiefe des Beinraums für die Füße;
- Breite des Raums für Füße und Beine für den Zugang zu einem festen Sitz.

ANMERKUNG Die für die Berechnung ausreichender Räume erforderlichen Angaben sind in EN ISO 14738 zu finden.

5.2.3 Anforderungen an die Arbeitshöhe im Sitzen

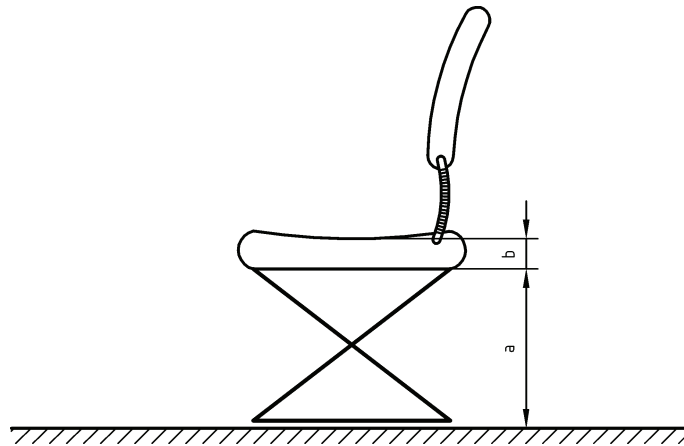
Der Mindestabstand D zwischen dem tragenden Boden für die Grundfläche des Sitzes und dem Kopfschutzpolster oder Kabinendach kann wie folgt bestimmt werden:

$$D = a + b + c + d + e + f \text{ (in mm)} \quad (1)$$

Dabei ist:

- a* die Dicke der Sitzplatte (siehe Bild 2);
- b* die Höhe der Sitzaufhängung (siehe Bild 2);
- c* die senkrechte Verstellbarkeit des Sitzes;
- d* die Hälfte des senkrechten Spiels der Sitzaufhängung;
- e* der Abstand zwischen der Oberfläche der Sitzfläche und der Kopfoberfläche eines Mannes, der mit seinem Körperbau dem 95. Percentil angehört;
- f* ein Freiraum für Bewegungen beim Holpern des Fahrzeugs, Platz für den Helm usw.

Die Werte für *a* bis *f* hängen von der Art der Maschinengruppe ab und sind in Sicherheitsnormen des Typs C anzugeben.



Legende

- a* Höhe der Sitzaufhängung
- b* Dicke der Sitzplatte

Bild 2 — Dicke der Sitzplatte und Höhe der Sitzaufhängung

5.2.4 Anforderungen an die Arbeitshöhe im Stehen mit oder ohne Abstützen

Beim Fahren einer mobilen Maschine im Stehen muss die Arbeitshöhe für die Durchführung von Aufgaben geeignet sein, die durchschnittliche Anforderungen an die Sichtmöglichkeiten und mittlere Präzision verlangen.

ANMERKUNG Die für die Berechnung ausreichender Räume erforderlichen Angaben sind in EN ISO 14738 zu finden.

5.2.5 Armfreiraum und Grenzflächen der Reichweite

Es sind folgende grundsätzliche Anforderungen für den Armfreiraum zu berücksichtigen:

- bevorzugter Arbeitsfreiraum (Höhe): Zentralpunkt ist die Ellbogenhöhe, Reichweite vom Sitz bis zur Schulterhöhe;
- maximaler Arbeitsfreiraum (Höhe): von 50 mm unterhalb des Sitzes bis in Augenhöhe;
- bevorzugte Breite des Arbeitsfreiraums;
- maximale Breite des Arbeitsfreiraums;
- bevorzugte Tiefe für die Arbeit mit nicht gestützten Armen (beim Greifen nach Hebeln);
- bevorzugte Tiefe für die Arbeit mit gestützten Armen (beim Halten eines Lenkrades);
- maximaler Arbeitsfreiraum.

ANMERKUNG Die für die Berechnung ausreichender Räume erforderlichen Angaben sind in EN ISO 14738 zu finden.

Beim Rückwärtsfahren mit einer mobilen Maschine mit nicht drehbarem Sitz muss genügend Freiraum für die Armbewegung vorhanden sein, so dass der nicht lenkende Arm hinter die Rückenlehne gelegt werden kann.

5.2.6 Sichtbereich

Bei der Gestaltung der waagerechten Arbeitsbereiche sind der Sichtbereich und die erforderlichen Bewegungen von Auge, Kopf und Rumpf zu berücksichtigen.

Wenn die Arbeitsaufgabe häufige Handhabungen und Beobachtungen ohne Bewegungen von Kopf und Rumpf erfordert, muss die Gestaltung die erforderliche Informationsaufnahme innerhalb eines Gesichtsfeldes von 30° ermöglichen.

Wenn die Arbeitsaufgabe häufige Handhabungen und Beobachtungen einschließlich gelegentlicher Handhabungen und Beobachtungen mit Bewegung des Kopfes, aber ohne Bewegung des Rumpfes erfordert, muss die Gestaltung die erforderliche Informationsaufnahme innerhalb eines Gesichtsfeldes von 55° ermöglichen.

Wenn die Arbeitsaufgabe gelegentliche Beobachtungen und leichte Handhabungen einschließlich des Drehens des Kopfes und Rumpfes erfordert, muss die Gestaltung die erforderliche Informationsaufnahme innerhalb eines Gesichtsfeldes von 110° ermöglichen.

Die erforderlichen Angaben über optimale und erforderliche waagerechte und senkrechte Gesichtsfelder sind in EN ISO 14738 und EN 894-2 zu finden. Siehe auch Abschnitt 8.

5.3 Tätigkeit des Operators im Sitzen

5.3.1 Gestaltung und Einstellbarkeit des Sitzes

Sitze müssen unter ausreichender Beachtung der Art der Arbeitsausführung der Maschine gestaltet werden. In den meisten Fällen muss die Lage des Sitzes die richtige Bedienung der Stellteile ermöglichen. Wenn die mobile Maschine keine Aufhängungsvorrichtung hat, ist die Schaffung einer Sitzaufhängung zu erwägen. Zur Körperhaltung des Operators siehe 9.6.2.3.

Im Allgemeinen müssen Sitze

- leicht einstellbar sein, damit sie für Operatoren unterschiedlicher Körpergröße (vom 5. bis zum 95. Perzentil der europäischen arbeitenden Bevölkerung) passen;
- mit einer Rückenlehne ausgestattet sein, um die Lendenwirbelsäule fest abzustützen, ohne ein erforderliches Drehen des Rumpfes, z. B. beim Rückwärtsfahren) einzuschränken;
- eine Sitztiefe aufweisen, bei der kein Druck auf die Kniekehlen und die unteren Teile der Oberschenkel des Operators (auch bei geringer Körpergröße) ausgeübt wird;
- mit einem Sitzkissen ausgestattet sein, das für ein bequemes Sitzen eines Operators des 95. Perzentils breit genug ist und ihm ermöglicht, sich auf dem Kissen zu bewegen;
- Bewegungen und Veränderungen der Körperhaltung während des Sitzens ermöglichen;
- eine schädliche Exposition gegen Schwingungen und Holpern verhindern;
- mit einem Kissen aus wärmeisolierendem Material ausgestattet sein, das einen Luftdurchtritt ermöglicht und ausreichend Reibung ausübt, um ein Weggleiten zu verhindern;
- in der Gebrauchsanweisung ein eigenes Wartungsprogramm haben.

In entsprechenden Fällen sollten Sitze

- so gestaltet sein, dass sie länger dauerndes Arbeiten mit Blickrichtung nach unterschiedlichen Seiten unterstützen, z. B. rückwärts neigbar, wenn die Arbeit den Blick nach oben erfordert, seitlich drehbar, wenn nach seitwärts gearbeitet wird, und in der entsprechenden Stellung verriegelbar sein;
- mit geeignet angebrachten höhenverstellbaren Armlehnen ausgestattet sein, die die Armbewegungen nicht behindern;
- bei Ausstattung mit einem Sicherheitsgurt dem Operator die Durchführung aller Aufgaben ermöglichen;
- mit einer Beheizung des Sitzes und der Rückenlehne ausgestattet sein;
- schwenkbar sein, um Zutritt und Aussteigen zu erleichtern.

Alle Sitze sollten mit drei grundlegenden Einstellvorrichtungen versehen sein: senkrecht, nach vorn und hinten und für die Neigung der Rückenlehne. Wenn der Sitz mit einer Aufhängung versehen ist, ist eine Vorrichtung zur Gewichts Anpassung unabhängig von der senkrechten Einstellbarkeit von wesentlicher Bedeutung.

Alle Einstellvorrichtungen für Sitze müssen:

- gut erkennbar und mit klaren und leicht verständlichen Gebrauchsanweisungen versehen sein;
- vom Operator im Sitzen leicht zugänglich sein;
- ohne großen Kraftaufwand bequem benutzbar sein;
- stabil und zuverlässig sein;
- jedes Verletzungsrisiko für Hände und Finger ausschließen.

Der Bezugspunkt für alle Sitzmaße und anderen damit zusammenhängenden Maße (z. B. Ort der Steuerelemente) ist der Sitzindexpunkt (SIP).

5.3.2 Sitzaufhängung

Es ist wichtig, dass entsprechend den dynamischen Merkmalen der auszurüstenden mobilen Maschine die Sitzaufhängungen sorgfältig ausgewählt werden. Um bei der Schwingungsdämpfung wirkungsvoll zu sein, müssen Sitzaufhängungen so gewählt werden, dass sie die Kriterien (Akzeptanzniveaus) erfüllen, die in den für eine Maschinengruppe spezifischen einschlägigen Normen festgelegt sind (siehe Anhang C).

ANMERKUNG Die Nichteinhaltung dieser Normen kann zur Verstärkung der Schwingungen des Fahrerhauses und zum Anschlagen der Aufhängung nach oben und unten an die Stopp-Puffer führen.

Die Mindestdicke der Sitzplatte, die Höhe des Aufhängungssystems und sein Spiel hängen von den Schwingungsmerkmalen der Umgebung ab, die der Sitz verringern soll. Je niedriger die Schwingungsfrequenz ist, umso größer ist das erforderliche Spiel der Aufhängung.

ANMERKUNG Der Abstand zwischen der Grundfläche der Sitzaufhängung und der Oberfläche der Sitzplatte beträgt bei einem kompakten Sitz 100 mm bis 150 mm und bei einem üblichen aufgehängten Sitz 180 mm bis 350 mm. Das Spiel der Aufhängung zwischen den Endpunkten liegt im Bereich zwischen 30 mm (einige kompakte Sitze) und maximal 150 mm.

5.4 Tätigkeit des Operators im Stehen

Bei der Gestaltung eines Arbeitsplatzes für einen stehenden Operator muss eine sichere Stellung auf der mobilen Maschine einschließlich einer Abstützung für diesen vorgesehen sein. Die Grundplatte muss groß genug sein, um eine stabile stehende Stellung während der Bewegung der Maschine zu ermöglichen. Die Abstützung für den übrigen Körper kann als „Anlehnen des Gesäßes an die Wandplatte“ gestaltet werden, als Handlauf oder als Halteschienen an der Seite des Operators. Die Ortswahl für diese Abstützungen muss für jede Art von Maschine bewertet werden.

Für einen stehenden Operator dürfen die Steuerelemente nur für die Betätigung mit der Hand konstruiert sein, außer der Kontrollvorrichtung für die Anwesenheit des Operators (Totmannsknopf). Lage und Gestaltung der Steuerelemente und Anzeigen müssen die gleichen sein, wie sie für einen sitzenden Operator beschrieben werden.

5.5 Gestaltung des Zugangssystems

5.5.1 Allgemeines

Die für das Zugangssystem einer spezifischen mobilen Maschine erforderlichen Bauteile werden hauptsächlich von der Größe der Maschine und der Art der Arbeiten, für deren Ausführung sie konstruiert ist, abhängen. Zum Beispiel wird der Operator sich bei einigen Maschinen bücken müssen, wenn er die Maschine betritt (ähnlich wie man in einen Pkw einsteigt), und an anderen großen Maschinen wird er eine beträchtliche Höhe hinaufsteigen müssen. Um für die Gestaltung und Formgebung einer besonderen Maschine eine praktische Lösung zu liefern, muss der Konstrukteur all die vielfältigen Faktoren berücksichtigen, die zu einem ergonomisch guten Zugangssystem beitragen. Ein Zugangssystem mit guter Ergonomie ist für alle Arten und Größen mobiler Maschinen wichtig, aber besonders wichtig, wenn der Operator häufig die Maschine betreten und aus ihr aussteigen muss.

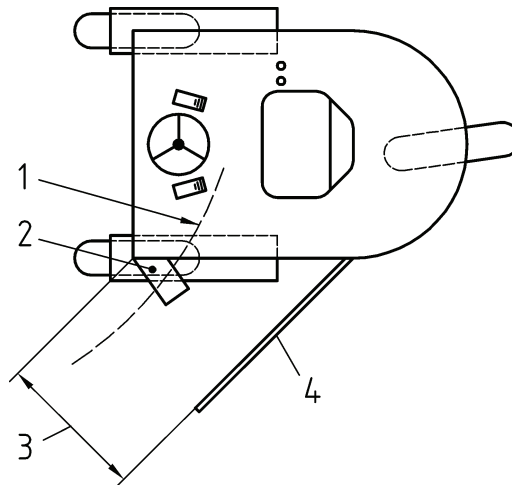
Die Gestaltung des Zugangssystems für Höhen oberhalb 300 mm muss es dem Operator ermöglichen, beim Aufsteigen und Absteigen einen Dreipunktkontakt für Hände und Füße einzunehmen. Wenn der Operator sich auf der Maschine bewegen muss (einschließlich der Bewegungen im Fahrerhaus), muss der Konstrukteur diese Forderung berücksichtigen, und einen leichten Zugang für den Operator vorsehen und die Sicherheitsanforderungen erfüllen. Das kann bedeuten, dass das Dreipunkt-Kontaktprinzip auf andere Teile des Zugangssystems (z. B. Gehwege) erweitert werden muss. Die Konstrukteure müssen berücksichtigen, dass das Zugangssystem manchmal schlüpfrig sein kann (durch Regen, Schnee, Eis, Schlamm), oder dass die mobile Maschine manchmal auf geneigtem Gelände geparkt werden muss.

Die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilen des Zugangssystems (z. B. Stufen, Handzugriffe, Türeingänge, Auftritte) sind durch den Konstrukteur zu berücksichtigen. Dies wird besonders wichtig sein, wenn der Operator einen Dreipunktkontakt einnehmen muss.

Ein Operator wird oft beim Zugang etwas in den Händen tragen müssen (z. B. Werkzeuge, Ersatzteile oder Gasflaschen). Der Konstrukteur muss berücksichtigen, wie der Operator dies durchführen und dabei ständig den Dreipunktkontakt aufrecht erhalten kann. Die Lösungen für das Problem werden bei unterschiedlichen Maschinentypen anders sein – in einigen Fällen wird das Anbringen geeigneter Brüstungen an strategischen Punkten zweckmäßig sein, aber bei anderen Maschinen kann es erforderlich sein, einen Aufzug einzubauen, mit dem die Gegenstände gehoben oder gesenkt werden können.

Die Bauteile des Zugangssystems müssen so angeordnet werden, dass sie eine ununterbrochene natürliche Gehstrecke vom Boden zur Mitte des Zutritts zur Plattform oder des Eintritts ins Fahrerhaus bilden und nicht eine Reihe von „Trittsteinen“. Der Einbau von Wendungen um 90° in die Gehstrecke sollte vermieden werden.

Treppen, Leitern und Einzelstufen sind so anzuordnen, dass sie etwa im rechten Winkel auf die Zugangsstrecke auftreffen (siehe Bild 3).



Legende

- 1 Zugangsstrecke
- 2 Stufe
- 3 effektive Türöffnung (Breite)
- 4 Tür

Bild 3 — Schematisches Diagramm des Teils einer mobilen Maschine, das die Zugangsstrecke zeigt

5.5.2 Treppen und Leitern

5.5.2.1 Allgemeines

Wenn der Operator einer mobilen Maschine mehr als 300 mm angehoben werden muss bei Verwendung eines Zugangsweges, eine oder mehrere Stufen oder ein leicht höhenverstellbares Fahrerhaus bzw. eine entsprechende Plattform angebracht werden. Für eine Zugangsweg, der selten benutzt wird und aus technischen Gründen die Anwendung der optimalen empfohlenen Stufenhöhe verhindert ist, ist ein Abstand von 550 mm vom Boden bis zur Oberseite der ersten Stufe vertretbar. Leitern sollten nicht als Teil eines häufig benutzten Zugangssystems verwendet werden, z. B. zum Fahrerhaus.

Wenn der Operator mehr als 550 mm angehoben werden muss, müssen eine oder mehrere Stufen angebracht werden. Bei einigen mobilen Maschinen, die auf Gelände arbeiten, das tiefe Furchen oder hohe Hindernisse aufweist, ist die Ausstattung mit einer Leiter oder Treppenleiter zu erwägen, die

- a) vom Operator vor dem Starten der Maschine mittels hydraulischer, pneumatischer oder sonstiger Energie zusammengeklappt werden kann, oder
- b) sich bei Anstoß an ein Hindernis automatisch einzieht.

Es muss gleich leicht sein, eine mobile Maschine zu betreten und zu verlassen.

5.5.2.2 Anstiegswinkel

Eine Treppe mit einem Anstiegswinkel zur Waagerechten unter 50° ist einer Leiter vorzuziehen, kann jedoch praktisch nicht durchführbar sein. Eine Leiter mit einem Anstiegswinkel zur Waagerechten von 50° bis 75° ist einer steileren Neigung vorzuziehen. Wenn Anstiegswinkel von 75° bis 90° unvermeidbar sind, ist zu sichern, dass der Höhenabstand der Stufen nicht dazu führt, dass der Operator beim Auf- oder Absteigen mit dem Knie gegen die Leiter anstößt.

5.5.2.3 Stufenbreite und -tiefe

Die Trittfläche der Stufe muss es einem Operator mit großen Füßen ermöglichen, beide Füße gleichzeitig auf die Stufe zu stellen. Die Schaffung breiter Stufen hat auch den Vorteil, dass der Operator entweder mit dem linken oder dem rechten Fuß auf die Stufe auftreten kann und nicht überlegen muss, welchen Fuß er als Nächstes bewegen muss. Empfohlen werden nicht weniger als 400 mm. Die Tiefe der Trittfläche und der Freiraum für die Füße sollten mindestens 215 mm betragen.

Hinter der Stufe ist ausreichend Freiraum vorzusehen unter Berücksichtigung von Operatoren mit großen Füßen, die für die von der Maschine auszuführenden Arbeiten geeignete Fußbekleidung (z. B. Stiefel) tragen. Um den Umfang des erforderlichen Freiraums abzuschätzen, ist die größte Fußgröße und das Tragen des schwersten Typs von Schuhen oder Stiefeln für den besonderen Fall einzubeziehen (siehe EN 547-1 und EN ISO 7250). Bei Leitern mit schmaler Sprossentiefe muss das gemeinsame Maß der Sprossentiefe und des Freiraums für die Füße hinter der Sprosse mindestens 215 mm betragen.

Die Oberseite der Stufe muss eben und jederzeit rutschsicher sein. In der Gestaltung der Trittfläche ist ein geeigneter Ablauf vorzusehen und das Risiko ist auf ein Mindestmaß herabzusetzen, dass sich Wasser, Eis, Schlamm oder andere Bruchstücke auf ihr sammeln. Bei Leitern, wo die Sprossen als Handzugriffe verwendet werden können, ist ein elliptischer Querschnitt anzuwenden, um eine relativ ebene Kontaktfläche für die Füße zu schaffen und scharfe Ecken oder Kanten für die Hände zu vermeiden.

5.5.2.4 Stufenhöhe

Die Höhe zwischen aufeinander folgenden Stufen sollte gleichmäßig gehalten werden, wobei die letzte „Stufe“ beim Besteigen der mobilen Maschine die Plattform am oberen Ende ist. Die Stufenhöhe sollte 200 mm bis 300 mm betragen.

5.5.3 Handzugriffe

5.5.3.1 Allgemeines

Die Größe und Lage der im Fahrerhaus oder am Arbeitsplatz einer besonderen mobilen Maschine erforderlichen Handzugriffe kann nur bei der individuellen Konstruktion der Maschine bewertet werden. Handläufe und Handgriffe müssen so angeordnet und gestaltet sein, dass die Benutzer angeregt werden, mit dem Gesicht zum Fahrerhaus abzusteiigen, außer wenn das Zugangssystem eine Treppe ist. Handzugriffe sind dort anzuordnen, wo sie leicht zu ergreifen sind und sie Ausgang und Eingang nicht behindern.

Handläufe sind bei Leitern mit einem Anstiegswinkel über 75° nicht anwendbar. Bei Leitern mit einem Anstiegswinkel unter 75° sowie bei Treppen sind Handläufe an beiden Seiten der Leiter oder Treppe anzubringen. Die Neigung der Handläufe muss die gleiche sein wie der Anstiegswinkel der Treppe oder Leiter. Der senkrechte Abstand von den Stufen zum Handlauf muss mindestens 1100 mm betragen. Die Breite zwischen den Handläufen muss es einem männlichen Operator mit Schulterbreite des 95. Percentils ermöglichen, zwischen den Handläufen zu gehen, ohne seinen Körper zu drehen.

Der Übergang von den Stufen zur Plattform oder zum Fahrerhaus darf dem Operator keine Schwierigkeiten bereiten. Bei waagerechten Plattformen oder Stegen ist ein Handlauf anzubringen, um den Zugang zu unterstützen und das Herabstürzen des Operators von der mobilen Maschine zu verhindern.

5.5.3.2 Länge des Handzugriffs

Handgriffe, die nur eine einzige Griffelage ermöglichen, sind schwieriger zu benutzen als Handläufe, weil die endgültige Lage der Hand recht genau vorgeschrieben ist. Handläufe, die eine Bewegung an ihnen entlang ermöglichen, sind leichter, sicherer und bequemer zu benutzen. Sie ermöglichen auch das Bewegen der Hand an ihnen entlang, wenn der Operator etwas braucht, um sich daran festzuhalten.

Bei mobilen Maschinen, bei denen sich die Tür des Fahrerhauses am oberen Ende des Zugangsweges befindet, ist die waagerechte Weiterführung der Handläufe an beiden Seiten der Treppe zu berücksichtigen. Die Höhe der Oberseite dieser weitergeführten Handläufe, gemessen vom Fußboden des Fahrerhauses, muss der Schulterhöhe des 95. Percentils der Operatorgruppe gleich sein.

5.5.3.3 Durchmesser des Handzugriffs

Der optimale Durchmesser für Handzugriffe ist 25 mm bis 30 mm. Diese Maße gelten nicht für die Maße der als Handzugriff benutzten Leitersprossen, aber die Konstrukteure können darin eine nützliche Anleitung für die Festlegung der für die Sprossen verwendeten Ellipsengröße finden. Der Abstand von der Umfangslinie der Handzugriffe zu allen anderen Flächen muss mindestens 70 mm betragen, wenn das mögliche Tragen von Handschuhen vorausgesetzt wird.

5.5.4 Türdurchgänge, Durchgänge und Türen

5.5.4.1 Größe und Form

Die Leichtigkeit des Zugangs hängt von der Höhe und Breite der Türdurchgänge und Durchgänge ab. Bei rechteckigen Türdurchgängen sollte die Breite mindestens 600 mm betragen. Wenn eine rechteckige Türform aufgrund von Einschränkungen seitens der Gestaltung der mobilen Maschine nicht verwendbar ist, muss die Breite des Türdurchgangs oberhalb Hüfthöhe über 500 mm betragen. Die Mindestbreite an der Türschwelle und in Fußbodenniveau entlang des Zugangsweges muss die gleiche sein, die für die Stufenbreite festgelegt ist (siehe 5.5.2.3). Die empfohlenen Maße für Türdurchgänge sollten auch für die gesamte Wegstrecke zum Fahrersitz gelten. Es ist wichtig, daran zu denken, dass die tatsächliche Türöffnung nicht unbedingt das Gleiche ist wie die Türgröße. Wenn beispielsweise die gesamte Seite eines Fahrerhauses als Tür verwendet wird, ist das kritische Maß vom Gesichtspunkt des Zugangs aus der Abstand vom Rahmen des Fahrerhauses bis zur Türinnenseite (effektive Türöffnung, siehe Bild 3).

5.5.4.2 Anordnung der Türöffnung

Die beste Anordnung der Türöffnung wird durch eine komplexe Wechselwirkung vieler Faktoren, wie Lage der Tür und Anordnung der Stufen, bestimmt.

5.5.4.2.1 Schwingtüren

Es sind alle wesentlichen Wechselwirkungen zu berücksichtigen und zur Bestimmung der besten Anordnung ist eine Praxisbewertung durchzuführen (z. B. ob es besser ist, dass die Türangel links oder rechts angebracht wird).

Türen sollten so aufgehängt sein, dass mögliche nachteilige Schwerkraftwirkungen auf die zum Öffnen und Schließen erforderliche Kraft auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden. Es ist die Erfordernis von Vorrichtungen zum Öffnen und/oder Schließen der Tür (z. B. Gaszylindern) zu erwägen, um hohen Kraftaufwand, der sonst unter bestimmten Umständen erforderlich ist (z. B. wenn die mobile Maschine auf abfallendem Boden steht), optimal zu verringern.

Es ist auch zu erwägen, ob die Tür sich nach außen vom Fahrerhaus weg öffnen soll oder in dieses hinein. Die endgültige Auswahl wird von zahlreichen Faktoren abhängen, es wird jedoch eine Praxisbewertung empfohlen, um festzustellen, welche Variante für den Operator am leichtesten und sichersten ist.

5.5.4.2.2 Gleittüren

Es sind alle wesentlichen Wechselwirkungen zu berücksichtigen und zur Festlegung der besten Formgebung ist eine Praxisbewertung durchzuführen.

Es ist die Erfordernis von Vorrichtungen zum Öffnen und/oder Schließen der Tür (z. B. Gaszylindern) zu erwägen, um hohen Kraftaufwand, der sonst unter bestimmten Umständen erforderlich ist (z. B. wenn die mobile Maschine auf abfallendem Boden steht), optimal zu verringern.

5.5.4.2.3 Notausgänge

Für die Benutzung im Notfall sind alternative Mittel des Verlassens der mobilen Maschine vorzusehen. Wenn ein Ausgang nur im Notfall zu benutzen ist (z. B. eine Luke), muss dessen Größe den Anforderungen von EN 547-1 entsprechen.

5.5.5 Der Zugangsweg

Zwischen dem Eintritt in den Arbeitsbereich oder das Fahrerhaus und dem Sitz oder dem Arbeitsort des Operators muss ein freier Zugangsweg vorhanden sein, in den Stellteile und andere Hindernisse nicht hineinragen sollten, da deren Vorhandensein den Zugang schwierig gestaltet und eine Stolpergefährdung darstellen kann.

Der Raum direkt oberhalb des Zugangsweges sollte frei von Stellteilen und anderen hineinragenden Geräten sein, die den Operator veranlassen würden, den Oberkörper bei Betreten oder Verlassen des Fahrerhauses zu drehen oder zu beugen. Stellteile, die unbeabsichtigt bewegt werden können, wenn sie beim Zugang berührt werden, müssen mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen sein, die ein zufälliges Betätigen ausschließt.

Man findet oft Hebel und andere Hindernisse auf Fußbodenniveau in dem Raum zwischen dem Sitz und den von Hand zu bedienenden Steuerelementen. Die Entfernung der Hebel und anderen Hindernisse aus diesem Raum über dem Fußboden verbessert die Leichtigkeit des Zugangs. Der Zugang wird auch durch größere Zwischenräume zwischen dem Sitz und den Handsteuerungen des Operators verbessert. Die relative Lage des Sitzes gegenüber diesen Handsteuerungen ist eine wichtige Variable, die den Komfort beim Fahren beeinflusst, und diese Überlegung muss Vorrang vor Erwägungen über die Einfachheit des Zugangs haben.

Für den Zutritt kann der Zwischenraum zwischen Sitz und Handsteuerungen durch folgende Maßnahmen vergrößert werden:

- a) Unterbringung der Handsteuerungen an einem Gestell, das vom Sitz wegbewegt werden kann, wenn der Operator diesen verlässt; oder
- b) Ausstattung mit einem Sitz mit Drehmechanismus, der dem Operator ermöglicht, vor Verlassen des Sitzes seine Knie aus dem Raum unter den Handsteuerungen wegzudrehen.

6 Gestaltung von Signalen, Anzeigen und Stellteilen

6.1 Allgemeines

Der Operator muss in der Lage sein, aus der Fahrstellung heraus alle für die Funktion der Maschine erforderlichen Stellteile zu betätigen, außer denen für Funktionen, die nur mittels außerhalb der Fahrstellung liegender Stellteile sicher eingeschaltet werden können.

Die Anforderungen an das Bedienen der Einrichtungen und Steuersysteme während des Betriebs der mobilen Maschine und deren Aufgabendurchführung sind durch die Konstrukteure zu bewerten (siehe auch 4). Der Bedarf des Operators an Informationen aus der äußeren Umgebung während des Betriebs ist in die Bewertung einzubeziehen.

Beim Fahren einer mobilen Maschine wird sich die Aufmerksamkeit des Operators hauptsächlich auf den Bereich und die Arbeitssituation vor ihm richten. Es steht weniger visuelle Aufmerksamkeit für das Bedienen der Einrichtungen und Steuersysteme zur Verfügung. Deshalb müssen die wichtigen Betriebseinrichtungen und Stellteile an einer mobilen Maschine sich auf wenige einfache und gut sichtbare Signale und Anzeigen beschränken und bei deren Betätigung sollten auch andere Sinnesorgane einbezogen werden.

Bei mobilen Maschinen ist der optimale Sichtbereich für die Beobachtung der Umgebung durch den Operator auszuwählen. Deshalb dürfen Einrichtungen und Stellteile nicht im Zentrum des normalerweise empfohlenen Sichtbereichs angeordnet werden.

Während des Fahrens und möglicherweise bei Bedienoperationen an einer mobilen Maschine wird der Operator oft Schwingungen und Stößen ausgesetzt sein, die die Genauigkeit der Bewegungen und der Sichteindrücke vermindern. Deshalb müssen bei der Gestaltung von Stellteilen und Signalen Schwingungen berücksichtigt werden.

Die Wahl der Anordnung und der Gestaltung der hauptsächlich betriebseinrichtungen und Stellteile ist von großem Einfluss auf die Genauigkeit und Geschwindigkeit des Betriebs der Maschine. Es ist der in EN 894-1 bis EN 894-3 beschriebene Gesamtauswahlprozess für Anzeigen und manuell zu bedienende Stellteile an der Maschine anzuwenden. Anzeigen und Stellteile an mobilen Maschinen sind nach den in EN 614-1 beschriebenen allgemeinen ergonomischen Grundsätzen zu gestalten, auszuwählen und zu konstruieren.

6.2 Funktionen

6.2.1 Allgemeines

Die Funktionen der Stellteile und Anzeigen müssen rational sein und klar angezeigt werden. Wenn die Funktion nicht unmittelbar klar ist, muss sie leicht erkennbar sein, um Verwirrungen zu vermeiden, und von der Funktionsweise anderer zugehöriger oder benachbarter Stellteile und Betriebseinrichtungen unterscheidbar sein.

6.2.2 Graphische Symbole

Graphische Symbole sind aus ISO 7000 auszuwählen. Falls in ISO 7000 kein geeignetes Symbol zur Verfügung steht, ist dieses nach IEC 80416-1 zu gestalten. Bei Verwendung von Pfeilen im graphischen Symbol ist ISO 4196 zu berücksichtigen.

6.2.3 Kontrollvorrichtung für die Anwesenheit des Operators (Totmannsknopf)

Wenn diese Kontrollvorrichtung vorhanden ist, sollte sie für passiven Betrieb gestaltet sein. Im Falle einer aktiv zu betätigenden Kontrollvorrichtung (z. B. Pedal, Knopf) muss deren Ortswahl und die zur Bedienung erforderliche Kraft so gestaltet werden, dass sie den allgemeinen ergonomischen Anforderungen entspricht; so kann sie schnell und genau (siehe EN 418) und ohne nachteilige statische Belastung bedient werden. Wenn die Kontrollvorrichtung im Sitzmechanismus untergebracht ist, darf sie die Leistung der Sitzaufhängung nicht beeinträchtigen.

6.3 Anordnung

Anzeigen und Stellteile müssen wie in EN 894-1 bis EN 894-3 beschrieben angeordnet werden.

Die Konstruktion von Stellteilen, Steuervorrichtungen und Anzeigen ist so zu gestalten, dass ein sicherer, zweifelsfreier und aufgabenorientierter Betrieb sichergestellt wird. Die zu berücksichtigenden Hauptfaktoren sind die Abfolge der Bedienung, die Vorrangstufen, die Bedeutung und die Häufigkeit der betrieblichen Operationen. Für das Fahren mobiler Maschinen erforderliche Anzeigen müssen so angeordnet sein, dass sie bei der Bedienung der Steuervorrichtung sichtbar bleiben.

6.4 Signale und Anzeigen

6.4.1 Allgemeines

Es muss vom Standort des Operators aus möglich sein, die Informationen seitens der Instrumente, Anzeigen und Signale wahrzunehmen. 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 EN 894-1 und EN 894-2).

Dabei sind besonders die Intensität der Anzeige, Signaldauer, Farbe, Größe, Kontrast sowie Abheben vom optischen oder akustischen Hintergrund, der sich mit dem Arbeitsplatz ändert, zu beachten.

Bei Alarmsignalen verstärkt sich die Wirkung, wenn optische und akustische Signale zusammenwirken.

Wenn die mobile Maschine für den Betrieb bei Tageslicht und in der Nacht vorgesehen ist, ist die sichere Signalüberwachung in einer dunklen Umgebung zu berücksichtigen. Die Instrumente müssen beleuchtet sein und die Beleuchtungsstärke muss so einstellbar sein, dass die Symbole sowohl tagsüber als auch in der Nacht ablesbar sind. Sie müssen so gestaltet und angeordnet sein, dass störende Reflexionen in den Fenstern vermieden werden. Beim Betrieb in einer sehr hellen Umgebung müssen die Wandverkleidungen aus mattem Material bestehen, das Reflexionen verhindert.

6.4.2 Optische Signale

Der Konstrukteur muss die Wichtigkeit und den Umfang der Nutzung der Anzeigen und Signale während des Betriebs bewerten. Dann ist der am häufigsten genutzten und/oder der wichtigsten Anzeige der höchste Vorrang innerhalb der natürlichen Sichtlinie des Operators zu geben.

Der Sichtbereich des Operators ist begrenzt. Bei mobilen Maschinen ist dem Bedürfnis des Operators für uneingeschränkte Sicht auf die Umgebung während des Fahrens normalerweise der höchste Vorrang bei der Gestaltung der Maschine einzuräumen. Deshalb ist es möglich, dass optische Anzeigen an mobilen Maschinen außerhalb der Zone angeordnet werden müssen, die normalerweise für die Erfassung optischer Signale an statischen Maschinen empfohlen wird. Anzeigen sollten jedoch so zentral wie möglich innerhalb des Sichtbereichs des Operators in einem Bereich angeordnet werden, der häufig durch den Blick erfasst wird. Das könnte vor dem Operator unterhalb des Fensterbereichs mit Richtung aufwärts auf den Operator erfolgen.

Es sind zwei unterschiedliche Typen von Aufgaben der Sichterfassung zu unterscheiden: Aufgaben der Erkennung und Aufgaben der Überwachung.

Sowohl für Aufgaben der Erkennung als auch für Aufgaben der Überwachung sind drei Zonen abnehmender Wirksamkeit der Erkennung optischer Signale festgelegt:

- A: Empfohlene Zone Diese Zone ist, wo immer möglich, zu verwenden
- B: Vertretbare Zone Diese Zone darf verwendet werden, wenn die empfohlene Zone nicht verwendet werden kann
- C: Ungeeignete Zone Diese Zone sollte nicht gewählt werden

Bei Aufgaben der Erkennung muss der Operator durch das System gewarnt werden (z. B. durch Aufleuchten oder ein akustisches Alarmsignal). Optische Signale, die den Operator warnen sollen, müssen so nahe wie möglich dem Hauptzentrum der Aufmerksamkeit angeordnet werden. Die Wirksamkeitszonen für die Erkennung optischer Signale sind in Bild 4 dargestellt.



Vertikales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe

Horizontales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe

S Sehachse, Richtung ist vorgegeben durch externe Arbeitsanforderungen

Bild 4 — Entdeckungsaufgaben

Bei Aufgaben der Überwachung sucht der Operator aktiv nach den Informationen. Für Aufgaben der Überwachung können Anzeigen rings um eine Sichtlinie angeordnet werden, die sich in einem Winkel unterhalb der Waagerechten befindet, wovon bekannt ist, dass dies für den Operator bequemer ist (Bild 5).



Vertikales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe

Horizontales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe

S_N Normale Sehachse, 15° bis 30° unter der Horizontalen

Bild 5 — Überwachungsaufgaben

Es wird normalerweise empfohlen, Sichtanzeigen nicht außerhalb der „empfohlenen“ oder der „vertretbaren“ Zone anzuordnen, außer wenn geeignete Hilfsmittel, z. B. zusätzliche akustische Anzeigen oder andere Vorrichtungen, die keine großen Veränderungen in der Körperhaltung des Operators erfordern, vom Konstrukteur vorgesehen wurden. Die „ungeeignete“ Zone sollte nur für Anzeigen verwendet werden, die für den sicheren Betrieb nicht entscheidend sind. Siehe EN 894-2.

Die Größe des farbempfindlichen zentralen Gesichtsfeldes ist geringer als die des für weißes Licht empfindlichen Feldes. An mobilen Maschinen sollten farbige Signale nur verwendet werden, wenn es möglich ist, sie in der „vertretbaren“ Zone unterzubringen. Siehe EN 61310-1 und EN 61310-2.

Der Betrieb mobiler Maschinen kann im Freien oder in Gebäuden, auf ebenem oder holprigem Boden, im Sonnenlicht oder im Dunklen erfolgen. Die wichtigsten Umgebungsfaktoren, die die Fähigkeit des Operators zur klaren Erkennung optischer Signale und Anzeigen beeinträchtigen, sind Beleuchtung, Sonnenlicht und Schwingungen. Eine besondere Sorgfalt ist der Gestaltung von Anzeigen zu widmen, die diese möglichen nachteiligen Wirkungen ausgleichen.

Das Licht aus der Umgebung kann Reflexe auf Anzeigen bewirken. Deshalb muss die Gestaltung das Risiko von Reflexionen durch ausgleichende Maßnahmen wie geneigte Stellung von Anzeigen, Verwendung nicht reflektierender Oberflächen für die Anzeigen oder die Verwendung eines Fahrerhauses mit reflexionshemmenden Fenstern verringern.

Schwingungen können die Leistungsfähigkeit beim Ablesen beeinflussen und die Ablesefehler und die Ablesedauer erhöhen. Ausgleichende Maßnahmen werden in EN 894 Teil 2 vorgeschlagen. Anzeigen sind starr am Fahrzeug zu befestigen, so dass die Resonanz auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird.

6.4.3 Akustische Signale

Zu allgemeinen Empfehlungen zu akustischen Signalen siehe EN 894-2 und EN 981.

Bei mobilen Maschinen können akustische Signale für sicherheitsbezogene oder vordringliche Aufgabenstellungen vorzuziehen sein, weil der Operator sein Sehen in erster Linie dazu verwendet, die Umgebung während des Betriebs zu beobachten. Akustische Signale sollten jedoch nicht bei mobilen Maschinen verwendet werden, die in lärmreicher Umgebung benutzt werden sollen.

Die Töne für die Gestaltung akustischer Signale können in Intensität, Frequenz, Klangfarbe oder in der Dauer der Abstände zwischen den Einzeltönen unterschiedlich sein. Die Anzahl der akustischen Signale ist zu begrenzen, um Verwirrung zu verhindern. Für jede Maschine ist es wichtig, zu erwägen, welches Signal am geeignetsten sein wird.

Um die Ablenkung anderer Arbeitskräfte zu vermeiden, die in der Nähe mobiler Maschinen arbeiten, müssen akustische Signale so verwendet werden, dass sie beim Durchfahren anderer Arbeitsplätze ein Mindestmaß an Störungen verursachen. Es ist jedoch wichtig, dass die Signalstärke von anderen Geräuschquellen unterschieden werden kann. Um die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken, können kurze wiederholte Töne (wie akustische Anzeigen mit zwei unterschiedlichen Tönen) empfohlen werden, da sie sogar in lärmintensiver Umgebung leicht erkannt werden. Wenn akustische Signale als Alarmsignale verwendet werden, ist auf die Anforderungen von EN 457 zu achten.

6.4.4 Tastbare Anzeigen/Steuerelemente

Zu allgemeinen Empfehlungen zu tastbaren Anzeigen/Steuerelementen siehe EN 894-2.

Wenn bei mobilen Maschinen mehrere Steuerelemente zur Durchführung des Betriebes verwendet werden, muss der Konstrukteur daran denken, den Tastsinn des Operators zur Erkennung von Steuerelementen auszunutzen. Das wird bei der Erkennung des Steuerelements in Situationen unterstützend wirken, in denen das Sehen des Operators auf die Umgebung eingestellt sein muss, z. B. beim Fahren oder beim Betrieb eines Krans. Die Empfindlichkeit für tastbare Anzeigen ist besonders hoch in den Händen, und deshalb müssen die Steuerungen in den meisten Fällen für die Benutzung mit den Händen gestaltet sein und innerhalb der Reichweite des Operators liegen. Beispielsweise könnte ein Handsteuerelement mit einem kugelförmigen Knauf ausgestattet sein, quadratisch sein oder gekörntes Oberflächenmaterial aufweisen. Stellknöpfe können unterschiedliches gekörntes Oberflächenmaterial haben oder unterschiedlicher Form sein.

6.5 Stellteile

6.5.1 Allgemeines

Die Anzahl der Stellteile muss auf ein Mindestmaß begrenzt werden, um Verwirrung und Fehler des Operators zu verhindern. Stellteile müssen leicht zu erkennen und geeignet gekennzeichnet sein. Zu mittels des Operators zu bedienenden Stellteilen siehe 6.5.4.

Handsteuerelemente, Lenkvorrichtungen und Pedale der Ausstattung müssen der funktionellen Anatomie der Hand bzw. des Fußes sowie den Körpermaßen der Operatorengruppe entsprechen. Im Allgemeinen sollten Pedale eine rutschhemmende Oberfläche aufweisen, außer für bestimmte Anwendungen (z. B. das Gaspedal), wo dies nicht zu empfehlen ist.

Bei mobilen Maschinen wird der Freiraum vor dem Operator oft knapp sein. Es ist jedoch wichtig, sicherzustellen, dass der Abstand zwischen den einzelnen Stellteilen für deren wirksame Bedienung optimal ist. Zum Beispiel muss die Lage eines Lenkrades so gestaltet sein, dass ein Operator der Population P 95 beim Zugang zum Sitz in dessen ebener Stellung leicht mit den Knien unterhalb der Steuersäule vorbeikommen kann. Zu wenig Abstand kann zu Fehlsteuerungen führen.

Bei Betrieb im Stehen sind handbetriebene Stellteile zu verwenden.

Für ein übliches Lenkrad wird ein optimaler Durchmesser als Differenz der Reichweite und der Unterarmlänge eines kleinwüchsigen Operators bestimmt, dann wird dieser Durchmesser entsprechend dem Winkel der Lenksäule angepasst. Die Dicke des Lenkradgriffes muss sowohl einen lockeren als auch einen kraftvollen Zugriff ermöglichen. Für den Normalfall werden 25 mm bis 35 mm empfohlen.

6.5.2 Position

Stellteile sind so anzuordnen, dass der Operator sie sicher, mit der erforderlichen Schnelligkeit und zweifelsfrei bedienen kann. Es muss ihm möglich sein, sie in einer bequemen Körperhaltung zu bedienen, ohne Kopf oder Rumpf drehen und ohne die Muskeln von Hals und Schulter statisch anspannen zu müssen.

Häufig benutzte Stellteile, Griffe und Pedale müssen für die Hände und/oder Füße des Operators bei dessen normaler Betriebsstellung leicht erreichbar angeordnet werden. Andere wichtige Stellteile, z. B. Anhaltevorrichtungen für den Notfall, müssen ebenfalls für den Operator leicht erreichbar sein, während weniger häufig benutzte Stellteile so angeordnet werden können, dass der Operator nach ihnen greifen kann, außer wenn deren Funktion es anders erfordert.

Während des Fahrens und des Betriebs der mobilen Maschine sollten die Körpergelenke vorzugsweise in neutraler Lage haltbar sein. Die Greifhöhen oder anderen funktionellen Maße der Ausrüstung müssen für den Operator und die Art der durchzuführenden Arbeit passend sein, z. B. durch Verstellbarkeit.

Von Hand betriebene Stellteile müssen leicht erreichbar und greifbar sein, innerhalb Armreichweite unterhalb der Schulterhöhe sowie vollständig sichtbar liegen. Ständig oder häufig benutzte Stellteile sind in optimaler Reichweite unterzubringen. Die von Hand betriebenen Stellteile sollten vorzugsweise entsprechend einer Änderung der Sitzstellung eingestellt werden können.

Ein Lenkrad muss einstellbar sein oder in einem optimalen Winkel aus der Waagerechten zum Operator stehen. Ein Lenkrad mit Griff oder Speichen sollte in einer mehr der Waagerechten nahen Lage angeordnet werden.

Mit dem Bein oder mittels der Fußgelenke betätigte Pedale müssen so angeordnet sein, dass sie sicher und mit geringem Irrtumsrisiko bedient werden können, und sollten so angebracht sein, dass der Winkel zwischen Unterschenkel und Fuß des Operators während des Betriebs der Maschine 70° bis 110° beträgt. Für die Einrichtung der Pedale ist nach EN 281 vorzugehen. Die Lage von Stellteilen darf die Sitzaufhängung nicht beeinträchtigen.

6.5.3 Bewegungsrichtung

Die Bewegungsrichtung von Hand betriebener Stellteile im Verhältnis zum gesteuerten Bauteil muss logisch sein und ISO 447, EN 60447 und EN 894-2 entsprechen. Die Betätigungsrichtung des Stellteils ist im Zusammenhang mit der Richtung der Reaktionen der angeschlossenen Systeme und/oder der Bewegungen an den Anzeigen zu betrachten (EN 894-2 und EN 894-3).

6.5.4 Anforderungen an die Körperkraft

Wenn ein größerer Kraftaufwand erforderlich ist oder für selten benutzte Funktionen ohne Anforderungen an die Genauigkeit werden mit dem Fuß betätigte Stellteile (z. B. Pedale) empfohlen. Pedale können auch eingesetzt werden, wenn das Risiko der Überforderung der Hände besteht. Wenn Pedale so gestaltet sind, dass der Fuß ständig auf ihnen ruht, muss das Pedal einen hohen Betätigungswiderstand (Anspruchswiderstand) aufweisen, um eine sofortige Reaktion zu verhindern.

Die Anwendung von Kraft der Hände und Arme auf Stellteile muss möglich sein, ohne dass Drehbewegungen oder extreme Stellungen der Gelenke von Hand und Arm erforderlich sind.

Bewegungen, die hohe Präzision und Genauigkeit erfordern, müssen mit geringem Kraftaufwand betätigt werden können und über Stellteile für die Hand oder die Finger erfolgen.

Der Spielraum von Stellteilen und deren Betätigungswiderstand sind nach der Art der Steuerungsaufgabe und unter Berücksichtigung der Kraft des Körpergliedes des Operators zu wählen.

An einer mobilen Maschine häufig benutzte Stellteile sollten mit einem optimalen Betätigungswiderstand konstruiert werden. Empfohlene Widerstandswerte für unterschiedliche Typen von Betriebsvorrichtungen und Stellteilen sind in Tabelle 1 angegeben. Zu weiteren Angaben über empfohlene Kraftgrenzen siehe EN 1005-3.

Tabelle 1 — Empfohlene Widerstandswerte für Steuerungen unterschiedlicher Typen

Empfohlener Widerstand gegen das Einschalten	Optimal (N)
Mit den Fingern betriebene Steuerung	2 bis 5
Nach vorn/hinten betätigte Handsteuerungen	5 bis 15
Seitwärts betätigte Handsteuerungen	5 bis 15
Lenkrad	5 bis 20
Mit dem Bein betätigte Pedale (Kuppeln/Bremsen)	45 bis 90
Mit dem Fußgelenk betätigte Pedale (Gaspedal)	20 bis 30
Mit den Fingerspitzen betätigte Knöpfe	2

Die Notwendigkeit der Abstützung für den Körper als Gegenwirkung für die auf das Stellteil angewendete Kraft ist zu erwägen.

Häufig benutzte Stellteile müssen mit einem geringen Widerstand konstruiert werden, um die Entwicklung einer Ermüdung zu verhindern.

6.5.5 Ansprechgeschwindigkeit der Steuersysteme

Zu allgemeinen Empfehlungen zur Ansprechgeschwindigkeit der unterschiedlichen Bestandteile der Steuersysteme siehe EN 894-1 bis EN 894-3. Bei mobilen Maschinen erhöht die Geschwindigkeit der Maschine beim Fahren das Unfallrisiko. Deshalb müssen die unterschiedlichen Bestandteile der Steuersysteme bei deren Betätigung schnell reagieren. Beides gilt sowohl für die Auslösung eines Signals als auch für die Betätigung eines Stellteils.

6.5.6 Genauigkeit

Bei mobilen Maschinen kann der Grad der Genauigkeit der Betätigung von Stellteilen durch Schwingungseinflüsse eingeschränkt werden. Deshalb müssen die Steuerungen mit geringen Ansprüchen an ein genaues Betätigen konstruiert werden, wenn es nicht eine besondere Maßnahme anders erfordert.

Wenn die Ansprüche an Genauigkeit und/oder Geschwindigkeit hoch sind, sind mit der Hand oder den Fingern zu betätigende Stellteile (z. B. rotierende Hebel (Joystick) oder eine Steuerung auf der Armlehne) gegenüber Steuerungen mit der Hand oder dem Arm vorzuziehen. Die Benutzung der Hand oder der Finger ermöglicht das Stützen des Arms auf eine Armlehne und verringert so das Risiko der Entwicklung von Schulter-Nacken-Beschwerden. Zusätzlich erbringen Steuerungen mit der Hand oder den Fingern eine größere Genauigkeit und Geschwindigkeit.

7 Geistige Arbeitsbelastung

Die geistige Arbeitsbelastung ist das Ergebnis einer komplexen Wechselwirkung von persönlichen, technischen, organisatorischen und sozialen Faktoren. So müssen bei der Gestaltung mobiler Maschinen persönliche, technische und organisatorische Faktoren und deren Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Eine angemessene Gestaltung der Umgebungsbedingungen kann die Intensität der geistigen Arbeitsbelastung durch Schaffung optimaler Bedingungen für die Wahrnehmung und die Verarbeitung der Informationen vermindern (z. B. geeignete Beleuchtung, Lärmverminderung).

Mobile Maschinen müssen so gestaltet werden, dass die Funktion ihrer Mobilität nicht dazu führt, dass der Operator Anforderungen an die Verstandesleistung (Wahrnehmung und Verarbeitung von Informationen) ausgesetzt ist, die zu geringerer Sicherheit oder gesundheitlichen Auswirkungen führen.

Zu ergonomischen Grundsätzen im Zusammenhang mit der geistigen Arbeitsbelastung siehe ISO 10075-2 und EN 614-2.

Bei der Gestaltung mobiler Maschinen sind besonders folgende Punkte zu berücksichtigen:

- zusätzliche Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Operators durch die Bewegung der Maschinenfunktionen, einschließlich durch in der Umgebung befindliche mobile Maschinen/Gegenstände/Personen, müssen auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden;
- der Einfluss der klimatischen Bedingungen auf die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit, das Wachheitsniveau usw.;
- eine Aufgabe zu hoher Komplexität könnte bedeuten, dass der Operator in einer gegebenen Zeiteinheit zu viele Entscheidungen treffen muss. Wenn die Komplexität der Aufgabe für die vorgesehene Operatorengruppe zu hoch ist, sollten Systeme zur Erleichterung von Entscheidungen vorgesehen werden. Eine zu geringe Vielgestaltigkeit sollte vermieden werden, da sie zu Monotonie oder Übersättigung führen kann;
- wenn zwei oder mehr Aufgaben, die eine aufmerksame Kontrolle verlangen, gleichzeitig durchgeführt werden müssen, sind die Grenzen der Verarbeitungsfähigkeit bald erreicht. Es sollte eine aufeinander folgende Erledigung von Aufgaben vorgesehen werden;
- die Schaffung von Kommunikationsmöglichkeiten kann dabei helfen, bei kritischen Entscheidungen eine soziale Unterstützung zu bieten. Die Gestaltung von Aufgabe und Ausrüstung muss Gelegenheiten für die erforderlichen oder mindestens für bestimmte soziale(n) Wechselwirkungen sicherstellen;
- durch die Gestaltung des Systems sind die Folgen von Fehlern der menschlicher Leistung auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Die Reaktion des Systems sollte fehlertolerant sein, z. B. nicht zu dramatischen Folgen führen, obgleich ein Fehler des Operators eindeutig ist. Dadurch wird die Belastung des Operators verringert. Die Systeme müssen deshalb eine Bestätigung entscheidender Handlungen mit Angabe ihrer möglichen Folgen fordern, bevor sie ausgeführt werden. Falls möglich, sollte die zuletzt ausgeführte Handlung des Operators rückgängig zu machen sein.

8 Sichtmöglichkeiten

8.1 Allgemeines

Das Ausmaß der Sichtmöglichkeiten innerhalb der Maschine und nach außen muss angemessen sein, damit für den Operator keine ermüdende Belastung der Augen oder unnötige geistige Arbeitsbelastung entsteht, z. B. durch Mangel an für die Sicherheit wesentlichen optischen Informationen. Die Sicht innerhalb der Maschine muss es dem Operator ermöglichen, die Stellteile leicht und zuverlässig zu betätigen und die optischen Anzeigen zu lesen.