

DIN EN ISO 12100-2



ICS 01.040.13; 13.110

Ersatz für
DIN EN 292-2:1995-06

**Sicherheit von Maschinen –
Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze –
Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)
Deutsche Fassung EN ISO 12100-2:2003**

Safety of machinery –
Basic concepts, general principles for design –
Part 2: Technical principles (ISO 12100-2:2003)
German version EN ISO 12100-2:2003

Sécurité des machines –
Notions fondamentales, principes généraux de conception –
Partie 2: Principes techniques (ISO 12100-2:2003)
Version allemande EN ISO 12100-2:2003

Gesamtumfang 40 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Documents

Document Sharing Hub



Die Europäische Norm EN ISO 12100-2:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gerätesicherheitsgesetzes.

Diese Norm beinhaltet die Deutsche Fassung des von der aus Vertretern von CEN, CENELEC, ISO und IEC gebildeten Expertengruppe „Überarbeitung von EN 292 — ISO/TR 12100“ unter Federführung des Technischen Komitees 114 „Sicherheit von Maschinen, Geräten und Anlagen“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm EN ISO 12100-2.

Kurz vor der Veröffentlichung wurde aus formellen Gründen die Federführung an das ISO/TC 199 „Sicherheit von Maschinen“ übertragen.

Für Deutschland war der Ausschuss NASG GA 1.0 „Allgemeine Grundsätze und Terminologie“ des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) an der Bearbeitung beteiligt.

DIN 31000/VDE 1000:1979-03 gilt weiterhin für technische Erzeugnisse außerhalb des Anwendungsbereiches der vorliegenden Norm.

Die in Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen wurden als DIN-EN-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 292-2:1995-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Verweisungen.
- b) Einbeziehung technischer Leitsätze hinsichtlich der Beweglichkeit und des Hebens.
- c) Ergänzung technischer Schutzmaßnahmen (z. B. zur Anwesenheitsmeldung, aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen).

Frühere Ausgaben

DIN EN 292-2:1995-06

Beginn der Gültigkeit

EN ISO 12100-2:2003 wurde am 9. Juni 2003 angenommen.

Deutsche Fassung

**Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine
Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze
(ISO 12100-2:2003)**

Safety of machinery – Basic concepts, general principles
for design – Part 2: Technical principles (ISO 12100-
2:2003)

Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes
généraux de conception – Partie 2: Principes techniques
(ISO 12100-2:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Juni 2003 angenommen.

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

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

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



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Inhärent sichere Konstruktion	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Berücksichtigung von geometrischen Faktoren und physikalischen Aspekten	5
4.3 Berücksichtigung des allgemeinen technischen Wissens zur Konstruktion von Maschinen.....	6
4.4 Auswahl geeigneter Technologien.....	7
4.5 Anwenden des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wechselwirkung zwischen Bauteilen	7
4.6 Vorkehrungen für die Standsicherheit.....	7
4.7 Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit.....	8
4.8 Beachten ergonomischer Grundsätze	8
4.9 Verhüten elektrischer Gefährdung	9
4.10 Vermeiden von Gefährdungen durch pneumatische und hydraulische Ausrüstungen.....	9
4.11 Anwenden von Maßnahmen zur inhärent sicheren Konstruktion von Steuerungen.....	10
4.12 Minimieren des Ausfalls von Sicherheitsfunktionen.....	15
4.13 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Zuverlässigkeit der Ausrüstung	16
4.14 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Mechanisierung oder Automatisierung von Belade- (Beschickungs-)/Entlade-(Entnahme-)arbeiten.....	16
4.15 Begrenzen der Gefährdungsexposition durch Schaffung von Einricht- und Wartungsstellen außerhalb von Gefährdungsbereichen	16
5 Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Auswahl und praktische Anwendung von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen.....	17
5.3 Anforderungen an die Konstruktion von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen.....	23
5.4 Technische Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Emissionen	25
5.5 Ergänzende Schutzmaßnahmen.....	26
6 Benutzerinformation	28
6.1 Allgemeine Anforderungen	28
6.2 Platzierung und Art der Benutzerinformation	28
6.3 Signale und Warneinrichtungen	29
6.4 Kennzeichnungen, Zeichen (Piktogramme), schriftliche Warnhinweise.....	29
6.5 Begleitunterlagen (insbesondere Betriebsanleitung)	30
Anhang ZA (informativ) Übereinstimmung zwischen ISO-Normen und Europäischen Normen	33
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie(Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen)	35
Literaturhinweise	36

Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 12100-2:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Safety of machinery“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2004 zurückgezogen werden.

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

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

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

Dieses Dokument ersetzt ISO/TR 12100-2:1992 und EN 292-2:1991 welche technisch überarbeitet worden sind.

Diese Norm ist das Ergebnis der Überarbeitung von EN 292:1991/ISO/TR 12100:1992, die von einer aus Experten von ISO, CEN, IEC und CENELEC bestehenden Arbeitsgruppe vorgenommen wurde.

Die Norm besteht aus folgenden zwei Teilen unter dem Haupttitel *„Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze“*

- Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie; stellt die grundlegende Gesamtmethodologie dar, die zu befolgen ist, wenn Maschinen konstruiert und Sicherheitsnormen für Maschinen erarbeitet werden, und enthält die grundsätzliche Terminologie für das dieser Arbeit zugrunde liegende Denkmodell;
- Teil 2: Technische Leitsätze; gibt Hinweise darüber, wie dieses Denkmodell mit verfügbaren Techniken angewandt werden kann.

Anerkennungsnotiz

 Der Text von ISO 12100-2:2003 wurde vom CEN als EN ISO 12100-2:2003 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Der Hauptzweck von ISO 12100 besteht darin, Konstrukteuren einen Gesamtüberblick und einen Leitfaden zu geben, um ihnen die Herstellung von Maschinen zu ermöglichen, die für ihre bestimmungsgemäße Verwendung sicher sind. Sie liefert auch eine Strategie für die Erarbeitung von Normen.

Der Begriff der Sicherheit von Maschinen betrachtet die Fähigkeit einer Maschine, ihre vorgesehene(n) Funktion(en) während ihrer Lebensdauer auszuführen, wobei das Restrisiko hinreichend verringert wurde.

Die vorliegende Norm bildet die Grundlage für eine Normenreihe, die folgende Struktur besitzt:

- **Typ-A-Normen** (Sicherheitsgrundnormen) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf Maschinen angewandt werden können;
- **Typ-B-Normen** (Sicherheitsfachgrundnormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von Schutzeinrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen verwendet werden können:
 - Typ-B1-Normen für bestimmte Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm);
 - Typ-B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Einrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen);
- **Typ-C-Normen** (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Diese Norm ist eine Typ-A-Norm.

Die Thematik zahlreicher Abschnitte bzw. Unterabschnitte dieser Norm wird auch, in detaillierterer Weise, in weiteren Typ-A- oder in Typ-B-Normen behandelt.

Wenn eine Typ-C-Norm von einer oder mehreren Festlegungen abweicht, die im Teil 2 dieser Norm oder in einer Typ-B-Norm behandelt werden, dann hat die Typ-C-Norm Vorrang.

Es wird empfohlen, diese Norm in Ausbildung und Handbücher einzubeziehen, um den Konstrukteuren die grundlegende Terminologie und allgemeine Konstruktionsverfahren zu vermitteln.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt technische Leitsätze fest, um Konstrukteure dabei zu unterstützen, sichere Maschinen zu konstruieren.

ISO 12100-2 ist dafür vorgesehen, bei der Betrachtung der Lösung für ein spezifisches Problem zusammen mit ISO 12100-1 verwendet zu werden. Die beiden Teile von ISO 12100 können unabhängig von weiteren Dokumenten oder als Grundlage für die Erarbeitung weiterer Typ-A-, bzw. Typ-B- oder Typ-C-Normen verwendet werden.

Diese Norm behandelt keine Schäden an Haustieren, Eigentum oder Umwelt.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60204-1:1997, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*.

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm Dokuments gelten die Begriffe aus ISO 12100-1:2003.

4 Inhärent sichere Konstruktion

4.1 Allgemeines

Inhärent sichere Konstruktion ist der erste und wichtigste Schritt im Prozess der Risikominderung, da es hierbei wahrscheinlich ist, dass die inhärenten Schutzmaßnahmen für die spezifische Maschine wirksam bleiben. Dagegen hat die Erfahrung gezeigt, dass selbst gut konzipierte technische Schutzmaßnahmen versagen oder umgangen werden können und dass die Benutzerinformation eventuell nicht befolgt wird.

Inhärent sichere Konstruktion wird erreicht, indem Gefährdungen vermieden oder Risiken vermindert werden durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen der Maschine selbst und/oder Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen und der Maschine.

 **ANMERKUNG** In Abschnitt 5 werden technische und ergänzende Schutzmaßnahmen zum Erreichen der Ziele zur Risikominderung für den Fall angegeben, dass die inhärent sichere Konstruktion nicht ausreicht (siehe 3-Stufen-Methode in ISO 12100-1:2003, Abschnitt 5).

4.2 Berücksichtigung von geometrischen Faktoren und physikalischen Aspekten

4.2.1 Geometrische Faktoren

Solche Faktoren können z. B. sein:

- äußere Gestaltung der Maschine, sodass vom Steuerstand aus eine größtmögliche direkte Einsehbarkeit der Arbeits- und Gefährdungsbereiche erreicht wird, z. B. indem nicht einsehbare Stellen verringert und, sofern erforderlich, Einrichtungen für die indirekte Sicht (z. B. Spiegel) unter Berücksichtigung des menschlichen Sehvermögens ausgewählt und angeordnet werden; dies gilt besonders dann, wenn der sichere Betrieb eine ständige direkte Kontrolle durch die Bedienperson erforderlich macht, z. B.:
- im Bewegungs- und Arbeitsbereich von fahrbaren Maschinen;
- in Bewegungszonen von angehobenen Lasten oder von Fahrkörben / Arbeitsbühnen von Personenhebezeugen;
- im Kontaktbereich des Werkzeugs von handgehaltenen oder handgeführten Maschinen mit dem zu bearbeitenden Material;

Die Konstruktion der Maschine muss der Bedienperson ermöglichen, vom Hauptsteuerstand aus sicherzustellen, dass sich in den Gefährdungsbereichen keine gefährdeten Personen aufhalten.

- Gestaltung und Anordnung der mechanischen Bauteile; Gefährdungen durch Quetschen und Scheren werden z. B. dadurch vermieden, indem der Mindestabstand zwischen den sich bewegenden Teilen so vergrößert wird, dass der betreffende Körperteil sicher in den Zwischenraum gelangen kann, oder indem der Zwischenraum so verkleinert wird, dass kein Körperteil hineingelangen kann (siehe ISO 13852, ISO 13853, ISO 13854);
- Vermeidung scharfer Kanten und Ecken, vorstehender Teile; soweit der Verwendungszweck es zulässt, dürfen zugängliche Teile von Maschinen keine scharfen Kanten, spitzen Winkel, rauen Oberflächen oder vorstehenden Teile haben, die Verletzungen verursachen können, sowie keine Öffnungen, in denen sich Körperteile oder Kleidungsstücke „fangen“ könnten; besonders bei Blechen müssen Kanten entgratet, gebördelt oder geformt werden; offene Enden von Rohren, die eine „Falle“ darstellen könnten, müssen verschlossen werden;
- äußere Gestaltung der Maschine, damit eine angemessene Arbeitsposition und Zugänglichkeit der Stellteile (Bedienteile) erreicht wird.

4.2.2 Physikalische Aspekte

Solche Aspekte können z. B. sein:

- Begrenzen der Betätigungskraft auf einen ausreichend niedrigen Wert, damit das betätigte Teil keine mechanische Gefährdung hervorruft;
- Begrenzen der Masse und/oder der Geschwindigkeit der beweglichen Elemente und demzufolge ihrer kinetischen Energie;
- Begrenzen der Emissionen durch Einwirken auf die Eigenschaften ihrer Quelle:
 - Maßnahmen zur Lärminderung an der Quelle (siehe ISO/TR 11688-1);
 - Maßnahmen zur Verringerung von Schwingungen an der Quelle, umfassen z. B. Umverteilung oder Erhöhung der Masse und Veränderung von Prozessparametern, z. B. Frequenz und/oder Amplitude von Bewegungen (für handgehaltene und handgeführte Maschinen siehe CR 1030-1);
 - Maßnahmen zur Verringerung der Emission von Gefahrstoffen, umfassen z. B. die Verwendung von weniger gefährlichen Stoffen oder die Anwendung von weniger Staub erzeugenden Verfahren;
 - Maßnahmen zur Verringerung der Emission von Strahlung, umfassen z. B. Vermeiden der Anwendung von gefährdenden Strahlenquellen, Begrenzen der Strahlungsstärke auf das für die ordnungsgemäße Funktion der Maschine erforderliche geringstmögliche Niveau, Konstruktion der Quelle mit einem auf das Ziel gerichteten Strahl, Vergrößern des Abstandes zwischen der Quelle und der Bedienperson oder Fernsteuerung der Maschine.
 - Maßnahmen zur Verringerung der Emission von nichtionisierender Strahlung sind in 5.4.5 angegeben (siehe auch EN 12198-1 und -3).

4.3 Berücksichtigung des allgemeinen technischen Wissens zur Konstruktion von Maschinen

Dieses allgemeine technische Wissen kann aus den technischen Spezifikationen zur Konstruktion (z. B. Normen, Konstruktionsregeln, Berechnungsregeln) gewonnen werden. Diese sollten angewendet werden, um Folgendes zu behandeln:

a) mechanische Beanspruchungen, z. B.:

- Begrenzung der Beanspruchung durch richtige Berechnung, Herstellungsverfahren und Verbindungsmethoden, z. B. verschraubte oder verschweißte Bauteile;
- Begrenzung der Beanspruchung durch Vermeidung von Überlastung (z. B. Schmelzsicherungen, Druckbegrenzungsventile, Sollbruchstellen, Drehmomentbegrenzer);
- Vermeidung von Materialermüdung bei Teilen unter wechselnder Beanspruchung (besonders zyklische Beanspruchungen);
- statisches und dynamisches Auswuchten von rotierenden Teilen;

b) Werkstoffe und deren Eigenschaften, z. B.:

- Beständigkeit gegen Korrosion, Alterung, Abrieb und Verschleiß;
- Härte, Dehnbarkeit, Sprödigkeit;
- Homogenität;
- Toxizität;
- Entflammbarkeit;

c) Emissionswerte für:

- Lärm;
- Schwingungen;
- Gefahrstoffe;
- Strahlung.

Wenn die Zuverlässigkeit besonderer Bauteile oder Baugruppen für die Sicherheit erheblich ist (z. B. Seile, Ketten, Zubehör für das Anheben von Lasten oder Personen), müssen die Werte für Beanspruchungen mit geeigneten Arbeitskoeffizienten multipliziert werden.

4.4 Auswahl geeigneter Technologien

Durch die Auswahl der Technologien für die jeweiligen Anwendungen können eine oder mehrere Gefährdungen beseitigt oder Risiken vermindert werden, z. B.:

- a) bei Maschinen, die zum Einsatz in explosionsgefährdeten Atmosphären vorgesehen sind:
 - voll pneumatische oder hydraulische Steuerungen und Antriebselemente;
 - "eigensichere" elektrische Ausrüstungen (siehe EN 50020);
- b) für bestimmte zu verarbeitende Erzeugnisse, wie z. B. Lösemittel: Einrichtung, die sicherstellt, dass die Temperatur weit unterhalb des Flammpunktes bleibt;
- c) alternative Ausrüstungen zum Vermeiden hoher Geräuschpegel, z. B.:
 - elektrische anstelle pneumatischer Ausrüstungen;
 - unter besonderen Bedingungen Ausrüstungen zum Schneiden mit Wasser anstelle mechanischer Ausrüstungen.

4.5 Anwenden des Prinzips der mechanisch zwangsläufigen Wechselwirkung zwischen Bauteilen

Falls ein sich bewegendes mechanisches Bauteil zwangsläufig ein anderes Bauteil entweder durch direkte Berührung oder über starre Teile mitbewegt, dann sind diese Bauteile zwangsläufig (oder positiv) miteinander verbunden. Ein Beispiel dafür ist das zwangsläufige Öffnen von Schalteinrichtungen in einem elektrischen Stromkreis (siehe IEC 60947-5-1 und ISO 14119:1998, 5.7).

ANMERKUNG Wenn ein mechanisches Bauteil durch seine eigene Bewegung einem anderen Bauteil gestattet, sich frei zu bewegen (z. B. durch Schwerkraft, durch Federkraft), handelt es sich nicht um eine mechanisch zwangsläufige Wechselwirkung zwischen den Bauteilen.

4.6 Vorkehrungen für die Standsicherheit

Maschinen müssen so konstruiert sein, dass sie ausreichend standsicher sind, um unter den festgelegten Bedingungen ihres Einsatzes sicher verwendet werden zu können. Zu berücksichtigende Faktoren sind:

- Form des Fundamentes;
- Masseverteilung, einschließlich Ladung;
- dynamische Kräfte, die durch die Bewegung von Maschinenteilen, von der Maschine selbst oder von Teilen, die von der Maschine gehalten werden, verursacht werden und die zu einem Kippmoment führen können;
- Schwingungen;

- Schwankungen des Masseschwerpunktes;
- Eigenschaften der Auflagefläche im Falle von Verfahrbewegungen oder Aufbau an unterschiedlichen Einsatzorten (z. B. Bodenbeschaffenheit, Neigungen);
- äußere Kräfte (z. B. Winddruck, manuelle Kräfte).

Die Standsicherheit muss in sämtlichen Lebensdauerphasen der Maschine beachtet werden, einschließlich Handhabung, Verfahrbewegung, Aufbau, Betrieb, Außerbetriebnahme und Demontage.

Weitere Schutzmaßnahmen zur Standsicherheit sind als technische Schutzmaßnahmen in 5.2.6 angegeben.

4.7 Vorkehrungen für die Instandhaltbarkeit

Bei der Konstruktion einer Maschine müssen folgende Faktoren für die Instandhaltbarkeit berücksichtigt werden:

- Zugänglichkeit unter Berücksichtigung der Umgebung und der menschlichen Körpermaße, einschließlich der Maße der Arbeitsbekleidung und der verwendeten Werkzeuge;
- leichte Handhabung unter Berücksichtigung der menschlichen Fähigkeiten;
- Begrenzung der Anzahl von besonderen Werkzeugen und Ausrüstungen.

4.8 Beachten ergonomischer Grundsätze

4.8.1 Ergonomische Grundsätze müssen bei der Konstruktion von Maschinen berücksichtigt werden, um psychische oder körperliche Belastung(en) und Stress der Bedienperson zu vermindern. Diese Grundsätze müssen bei Konstruktionsbeginn der Maschine beachtet werden, wenn der Bedienperson und der Maschine Funktionen zugeordnet werden (Automatisierungsgrad).

ANMERKUNG Damit wird auch die Leistung und Zuverlässigkeit beim Betrieb der Maschine erhöht, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in allen Phasen des Einsatzes der Maschine vermindert.

Berücksichtigt werden müssen die Körpergrößen der zu erwartenden Benutzer, der Kraftaufwand und die Körperhaltungen, der Bewegungsumfang, die Frequenz sich wiederholender Tätigkeiten (siehe ISO 10075 und ISO 10075-2).

Sämtliche Elemente der „Mensch-Maschine“-Schnittstelle wie Stellteile, Signal- oder Datenanzeigen müssen so konstruiert werden, dass sie leicht verständlich sind, um eine klare und eindeutige Wechselwirkung zwischen Bedienperson und Maschine zu ermöglichen.

Siehe EN 614-1, ISO 6385, EN 13861 und IEC 61310-1.

Die Aufmerksamkeit des Konstrukteurs ist besonders auf folgende ergonomische Aspekte zu richten:

4.8.2 Vermeiden von beanspruchenden Körperhaltungen und Bewegungen bei Benutzung der Maschine (z. B. durch Schaffen von Möglichkeiten zum Anpassen der Maschine an verschiedene Bedienpersonen).

4.8.3 Konstruktion von Maschinen, besonders von handgehaltenen und beweglichen Maschinen, die leicht betrieben werden können. Dabei sind die menschliche Kraft, die Betätigung von Stellteilen und die Anatomie von Hand, Arm und Bein zu berücksichtigen.

4.8.4 Möglichst weitgehendes Vermeiden von Lärm, Schwingungen und thermischen Wirkungen (z. B. extreme Temperaturen).

4.8.5 Vermeiden einer Verknüpfung zwischen dem Arbeitsrhythmus der Bedienperson und dem automatischen Ablauf von Arbeitszyklen.

4.8.6 Schaffen von örtlicher Beleuchtung auf oder in der Maschine zum Ausleuchten des Arbeitsplatzes und der Einstell-, Einricht- und häufig benutzten Instandhaltungsbereiche, wenn aufgrund der Konstruktionsmerkmale der Maschine und/oder deren trennender Schutzeinrichtungen die Umgebungsbeleuchtung nicht mehr ausreicht.

Flackern, Blenden, Schattenbildung und Stroboskopeffekte müssen vermieden werden, falls sie ein Risiko herbeiführen können. Falls die Lage der Beleuchtungsquelle eingestellt werden muss, darf deren Anbringungsort zu keinem Risiko für die die Einstellung vornehmenden Personen führen.

4.8.7 Auswahl, Anordnung und Kennzeichnen von Stellteilen, sodass

- sie deutlich sichtbar und erkennbar und, sofern erforderlich, zweckdienlich gekennzeichnet sind

(siehe 6.4);

- sie ohne Zögern oder Zeitverlust und eindeutig sicher betätigt werden können (z. B. vermindert eine einheitliche Gestaltung von Stellteilen die Möglichkeit für Fehler, wenn eine Bedienperson von einer Maschine zu einer anderen ähnlichen Typs wechselt, die nach dem gleichen Betriebsschema arbeitet);
- deren Anordnung (für Drucktasten) und Stellwege (für Hebel und Handräder) mit der jeweiligen Steuerwirkung übereinstimmen (siehe IEC 61310-3);
- deren Betätigung nicht zusätzliche Risiken verursachen kann.

Siehe auch EN 894-3.

Ist ein Stellteil für mehrere verschiedene Steuervorgänge konstruiert und ausgeführt, insbesondere wenn keine Eins-zu-Eins-Übereinstimmung besteht (z. B. bei Verwendung von Tastaturen), muss der jeweilige Steuervorgang unmissverständlich angezeigt und gegebenenfalls bestätigt werden.

Stellteile müssen unter Berücksichtigung der ergonomischen Grundsätze so angeordnet werden, dass deren Gestaltung, Bewegungsrichtung und Betätigungswiderstand mit dem vorgesehenen Steuervorgang kompatibel sind. Die Belastungen aufgrund der notwendigen oder vorhersehbaren Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (z. B. Schuhe, Handschuhe) müssen in Betracht gezogen werden.

4.8.8 Auswahl, Konstruktion und Anordnung von Anzeigen, Skalen, Displays, sodass:

- sie den Parametern und spezifischen Merkmalen der menschlichen Wahrnehmung angepasst sind;
- angezeigte Informationen ohne Schwierigkeiten wahrgenommen, erkannt und interpretiert werden können, d. h., dass sie lange genug angezeigt werden und hinsichtlich der Anforderungen der Bedienpersonen und der bestimmungsgemäßen Verwendung klar, eindeutig und verständlich sind;
- die Bedienperson in der Lage ist, sie vom Steuerstand aus wahrzunehmen.

4.9 Verhüten elektrischer Gefährdung

Für die Konstruktion elektrischer Ausrüstungen von Maschinen gibt IEC 60204-1:1997 allgemeine Festlegungen, besonders in Abschnitt 6 für den Schutz gegen elektrischen Schlag. Für Anforderungen bezogen auf spezifische Maschinen siehe entsprechende IEC-Normen (z. B. Reihen von IEC 61029, IEC 60745, IEC 60335).

4.10 Vermeiden von Gefährdungen durch pneumatische und hydraulische Ausrüstungen

Pneumatische und hydraulische Ausrüstungen von Maschinen müssen so konstruiert sein, dass:

- der maximale Nenndruck in den Kreisläufen nicht überschritten werden kann (z. B. durch Druckbegrenzer);
- sich keine Gefährdungen aus Druckstößen, Druckanstiegen oder Druck- beziehungsweise Vakuumverlusten ergeben;
- Undichtigkeiten oder Bauteilversagen nicht zu Gefährdungen durch Herausspritzen von Flüssigkeiten oder durch plötzliche gefährdende Bewegung von Schläuchen (Peitschen) führen;
- Druckluftbehälter, Druckausgleichsbehälter oder ähnliche Druckbehälter (z. B. in Hydrospeichern) mit den Ausführungsvorschriften für derartige Bauteile übereinstimmen;

- sämtliche Ausrüstungsteile, besonders Rohre und Schläuche, gegen schädliche äußere Einflüsse geschützt werden;
- Druckluftbehälter und ähnliche Druckbehälter (z. B. in Hydrospeichern) möglichst automatisch druckentlastet werden, sobald die Maschine von der Energiezufuhr getrennt wird (siehe 5.5.4), und, falls das nicht möglich ist, Maßnahmen für die Energietrennung, lokale Druckentlastung und Druckanzeige vorgesehen werden (siehe auch ISO 14118:2000, Abschnitt 5);
- sämtliche Bauteile, die nach der Trennung der Maschine von der Energieversorgung unter Druck bleiben, mit deutlich erkennbaren Ablassseinrichtungen und einem Warnschild versehen sind, das auf die Notwendigkeit einer Druckentlastung dieser Teile hinweist, bevor Einricht- oder Instandhaltungsarbeiten an der Maschine vorgenommen werden.

Siehe auch ISO 4413 und ISO 4414.

4.11 Anwenden von Maßnahmen zur inhärent sicheren Konstruktion von Steuerungen

4.11.1 Allgemeines

Die Konstruktionsmaßnahmen für Steuerungen müssen so gewählt werden, dass ihr sicherheitsbezogener Beitrag zu einer ausreichenden Risikominderung führt (siehe ISO 13849-1).

Die ordnungsgemäße Konstruktion von Maschinensteuerungen kann unvorhersehbares und potenziell gefährdendes Maschinenverhalten vermeiden.

Typische Ursachen für gefährdendes Maschinenverhalten sind:

- ungeeignete Konstruktion oder (zufällige oder vorsätzliche) Modifizierung der Steuerungslogik;
- vorübergehender oder ständiger Defekt der Steuerung oder Ausfall eines oder mehrerer Bauteile der Steuerung;
- Abweichung oder Ausfall der Energieversorgung der Steuerung;
- ungeeignete Auswahl, Konstruktion und Anordnung von Steuereinrichtungen.

Typische Beispiele für gefährdendes Maschinenverhalten sind:

- unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf (siehe ISO 14118);
- ungesteuerte Geschwindigkeitsänderung;
- Ausfall von Einrichtungen zum Anhalten von sich bewegenden Teilen;
- Herabfallen oder Wegschleudern eines sich bewegenden Teiles der Maschine oder eines von der Maschine gehaltenen Werkstückes;
- Maschinenfunktionen als Ergebnis der Unwirksamkeit (Umgehen oder Ausfall) von nicht trennenden Schutzeinrichtungen.

Um gefährdendes Maschinenverhalten zu vermeiden und Sicherheitsfunktionen zu erreichen, muss die Konstruktion der Steuerung mit den in diesen Unterabschnitten 4.11 und 4.12 angegebenen Grundsätzen und Verfahren übereinstimmen. Diese Grundsätze und Verfahren müssen entsprechend den Gegebenheiten einzeln oder in Kombination angewendet werden (siehe ISO 13849-1 und IEC 60204-1:1997, Abschnitte 9 bis 12).

Steuerungen müssen so konstruiert werden, dass es der Bedienerperson ermöglicht ist, Eingriffe sicher und einfach vorzunehmen. Dies erfordert eine oder mehrere der folgenden Lösungen:

- systematische Analyse der START- und STOP-Bedingungen;