

DIN EN ISO 16090-1



ICS 25.080.01

Ersatz für
DIN EN 12417:2009-07,
DIN EN 13128:2009-09 und
DIN EN 14070:2009-07

**Werkzeugmaschinen-Sicherheit –
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen –
Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO 16090-1:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 16090-1:2018**

Machine tools safety –
Machining centres, Milling machines, Transfer machines –
Part 1: Safety requirements (ISO 16090-1:2017);
German version EN ISO 16090-1:2018

Sécurité des machines-outils –
Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert –
Partie 1: Exigences de sécurité (ISO 16090-1:2017);
Version allemande EN ISO 16090-1:2018

Gesamtumfang 183 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2019-12-01.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Anforderungen und Festlegungen.

Die ISO 16090-1 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 39 „Maschine tools“, Unterkomitee SC 10 „Safety“ und durch das Technische Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SNV (Schweiz) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 122-10-04 AA „Sicherheit – Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren“ im DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM), der maßgeblich an der Erarbeitung dieses Dokuments mitgewirkt hat und auch für die deutsche Übersetzung sorgte.

Die von ISO/TC 39/SC 10 in Zusammenarbeit mit CEN/TC 143 erarbeiteten internationalen Normen gelten insbesondere für Werkzeugmaschinen und ergänzen entsprechende Typ-A- und Typ-B-Normen zur allgemeinen Sicherheit (zur Erklärung der Typ-A-, Typ-B-, und Typ-C-Normen siehe ISO 12100:2010, Einleitung).

Diese Norm beschreibt den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz an Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen und Transfermaschinen. Sie dient als Typ-C-Norm der Ausfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des Anhangs I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Die Norm DIN EN ISO 16090-1 zieht die folgenden Normen zurück:

- DIN EN 12417:2009-07
- DIN EN 13128:2009-09
- DIN EN 14070:2009-07

Aufgrund des negativen Assessments des HAS-Consultants, der diese Norm im Hinblick auf die Maschinenrichtlinie geprüft hat, werden die oben genannten Normen weiterhin im Amtsblatt der Europäischen Union bis auf Weiteres verbleiben und somit die Vermutungswirkung erfüllen.

Für die in Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen angegebenen internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 230-5:2000	siehe DIN ISO 230-5:2004-07
ISO 3744	siehe DIN EN ISO 3744
ISO 3746:2010	siehe DIN EN ISO 3746:2011-03
ISO 4413:2010	siehe DIN EN ISO 4413:2011-04
ISO 4414:2010	siehe DIN EN ISO 4414:2011-04
ISO 4871	siehe DIN EN ISO 4871
ISO 6385	siehe DIN EN ISO 6385
ISO 11161:2007	siehe DIN EN ISO 11161:2008-01
ISO 11202:2010	siehe DIN EN ISO 11202:2010-10
ISO 11204:2010	siehe DIN EN ISO 11204:2010-10

ISO 12100:2010	siehe DIN EN ISO 12100:2011-03
ISO 13849-1:2015	siehe DIN EN ISO 13849-1:2016-06
ISO 13849-2	siehe DIN EN ISO 13849-2
ISO 13850:2015	siehe DIN EN ISO 13850:2016-05
ISO 13855:2010	siehe DIN EN ISO 13855:2010-10
ISO 13856-1	siehe DIN EN ISO 13856-1
ISO 13856-2	siehe DIN EN ISO 13856-2
ISO 13857:2008	siehe DIN EN ISO 13857:2008-06
ISO 14119:2013	siehe DIN EN ISO 14119:2014-03
ISO 14120:2015	siehe DIN EN ISO 14120:2016-05
ISO 14122-1	siehe DIN EN ISO 14122-1
ISO 14122-2	siehe DIN EN ISO 14122-2
ISO 14122-3	siehe DIN EN ISO 14122-3
ISO 14122-4	siehe DIN EN ISO 14122-4
ISO 14738	siehe DIN EN ISO 14738
ISO 15641	siehe DIN EN ISO 15641
ISO 19085-1	siehe DIN EN ISO 19085-1
ISO 19353	siehe DIN EN ISO 19353
ISO 23125:2015	siehe DIN EN ISO 23125:2015-04

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12417:2009-07, DIN EN 13128:2009-09 und DIN EN 14070:2009-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Vorgängerdokumente DIN EN 12417, DIN EN 13128 und DIN EN 14070 wurden in diesem Dokument zusammengeführt und die Maschinen nach Bauarten 1 bis 4 typisiert;
- b) statt der in DIN EN 12417, DIN EN 13128 und DIN EN 14070 benutzten Kategorien zur Definition von Sicherheitsfunktionen ist der erforderliche Performance Level nach DIN EN ISO 13849-1 für die relevanten Sicherheitsfunktionen definiert;
- c) Liste der Sicherheitsfunktionen wurde erweitert und dem Stand der Technik angepasst;
- d) die technischen Sicherheitsanforderungen an die Maschinen wurden dem Stand der Technik angepasst;
- e) es wurde die sichere Betriebsart Servie definiert und beschrieben;
- f) die Vorschriften zur Geräuschemessung wurden überarbeitet;
- g) die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13128: 2001-07, 2007-03, 2009-09
DIN EN 12417: 2001-12, 2007-03, 2009-07
DIN EN 14070: 2004-01, 2009-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 230-5:2004-07, *Prüfregeln für Werkzeugmaschinen — Teil 5: Bestimmung der Geräuschemission (ISO 230-5:2000)*

DIN EN ISO 3744, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene*

DIN EN ISO 3746:2011-03, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746:2010); Deutsche Fassung EN ISO 3746:2010*

DIN EN ISO 4413:2011-04, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile (ISO 4413:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4413:2010*

DIN EN ISO 4414:2011-04, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010*

DIN EN ISO 4871, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten*

DIN EN ISO 6385, *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen*

DIN EN ISO 11161:2008-01, *Sicherheit von Maschinen — Integrierte Fertigungssysteme — Grundlegende Anforderungen (ISO 11161:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11161:2007*

DIN EN ISO 11202:2010-10, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung angenäherter Umgebungskorrekturen (ISO 11202:2010); Deutsche Fassung EN ISO 11202:2010*

DIN EN ISO 11204:2010-10, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung exakter Umgebungskorrekturen (ISO 11204:2010); Deutsche Fassung EN ISO 11204:2010*

DIN EN ISO 12100:2011-03, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010*

DIN EN ISO 13849-1:2016-06, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2015*

DIN EN ISO 13849-2, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung*

DIN EN ISO 13850:2016-05, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13850:2015*

DIN EN ISO 13855:2010, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855:2010); Deutsche Fassung EN ISO 13855:2010*

DIN EN ISO 13856-1, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmatten und Schalmplatten*

DIN EN ISO 13856-2, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmleisten und Schalmstangen*

DIN EN ISO 13857:2008-06, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008); Deutsche Fassung EN ISO 13857:2008*

DIN EN ISO 14119:2014-03, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14119:2013*

DIN EN ISO 14120:2016-05, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (ISO 14120:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14120:2015*

DIN EN ISO 14122-1, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs und allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO 14122-2, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege*

DIN EN ISO 14122-3, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer*

DIN EN ISO 14122-4, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 4: Ortsfeste Steigleitern*

DIN EN ISO 14738, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen*

DIN EN ISO 15641, *Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung — Sicherheitstechnische Anforderungen*

DIN EN ISO 19085-1, *Holzbearbeitungsmaschinen — Sicherheit — Teil 1: Gemeinsame Anforderungen*

DIN EN ISO 19353, *Sicherheit von Maschinen — Vorbeugender und abwehrender Brandschutz*

DIN EN ISO 23125:2015-04, *Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Drehmaschinen (ISO 23125:2015); Deutsche Fassung EN ISO 23125:2015*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Werkzeugmaschinen-Sicherheit —
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen —
Teil 1: Sicherheitsanforderungen
(ISO 16090-1:2017)

Machine tools safety —
Machining centres, Milling machines, Transfer machines —
Part 1: Safety requirements
(ISO 16090-1:2017)

Sécurité des machines-outils —
Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert —
Partie 1: Exigences de sécurité
(ISO 16090-1:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Januar 2018 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Hauptgefährdungsbereiche	20
4.3 In diesem Dokument behandelte Gefährdungen und Gefährdungssituationen	21
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	26
5.1 Allgemeine Anforderungen	26
5.1.1 Allgemeines	26
5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen jeder Bauart	27
5.1.3 Kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen für den Zugang des Bedieners	28
5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen	30
5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1	30
5.2.2 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 2	30
5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4	31
5.2.4 MSO der Maschinenbedienung	33
5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Maschinen	43
5.3 Spezifische Anforderungen infolge elektrischer Gefährdungen	52
5.4 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Geräusche	53
5.5 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung	53
5.6 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Materialien oder Substanzen	54
5.6.1 Brennbare Kühlschmierstoffe	54
5.6.2 Minimalmengenschmierung (MMS)	55
5.6.3 Trockenbearbeitung und brennbarer Staub	55
5.6.4 Anforderungen hinsichtlich biologischer oder mikrobiologischer Gefährdungen	56
5.7 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze	57
5.8 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch unerwartete Anläufe, Überlauf oder durch Übergeschwindigkeit	58
5.8.1 Allgemeines	58
5.8.2 Start	58
5.8.3 Normales Stillsetzen	59
5.8.4 Stillsetzen im Notfall	59
5.8.5 Sicherheitsbezogene Teile der Steuerung (SRP/CS)	59
5.8.6 Überwachung von Drehzahlbegrenzungen und Grenzen von Linear- und Drehbewegungen	60
5.8.7 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit von elektrischen Betriebsmitteln	60
5.9 Spezifische Anforderungen infolge eines Ausfalls der Energieversorgung	61

5.10	Befreiung eingeschlossener und/oder eingeklemmter Personen.....	62
5.11	Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Fehler bei der Montage.....	62
5.12	Spezifische Anforderungen infolge herausgeschleuderter Flüssigkeiten oder Teile	62
5.12.1	Allgemeine Anforderungen	62
5.12.2	Herausschleudern von Teilen – Festigkeit der trennenden Schutzeinrichtung.....	62
5.12.3	Kraftbetriebene Werkstück- und Werkzeugspannung	63
5.12.4	Zusätzliche Anforderungen an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4	64
5.13	Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust an Stabilität	64
5.14	Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Abstürzen von Personen	64
5.15	Anforderungen, die sich aus der Zugänglichkeit für die Wartung oder Fehlersuche an hohen Teilen der Maschine ergeben	64
5.16	Anforderungen an Maschinen mit Bedienerkabine und Einzäunung.....	65
5.16.1	Allgemeines	65
5.16.2	Leitkonzept zum Betreten/Verlassen der Maschine.....	65
5.16.3	Anforderungen an verfahrbare/verstellbare Bedienerkabinen und -plattformen.....	65
5.16.4	Anforderungen an die Einzäunung	68
5.17	Überprüfung von Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	69
6	Benutzerinformation	73
6.1	Allgemeines	73
6.2	Kennzeichnung.....	73
6.3	Betriebsanleitung.....	73
6.3.1	Allgemeines	73
6.3.2	Werkzeugausstattung.....	76
6.3.3	Werkstückspannung	77
6.3.4	Maschinenfunktionen, die vom NC-Bedienpult zugänglich sind.....	77
6.3.5	Wiederanlauf	77
6.3.6	Geräusche.....	78
6.3.7	Restrisiken, die für den Maschinenbetreiber zu berücksichtigen sind.....	78
6.3.8	Installationsanleitung für die Maschine	79
6.3.9	Anleitung zum Reinigen der Maschine.....	80
6.3.10	Maschinen mit Bedienerkabinen und/oder Einzäunung	80
Anhang A (normativ)	Aufprallprüfverfahren für trennende Schutzeinrichtungen an Maschinen.....	81
A.1	Allgemeines	81
A.2	Prüfverfahren	81
A.2.1	Kurzbeschreibung.....	81
A.2.2	Prüfausrüstung.....	81
A.2.3	Geschwindigkeitsmessung.....	82
A.2.4	Halterung des Testobjektes.....	82
A.2.5	Prüfverfahren	82
A.3	Ergebnisse	83
A.3.1	Beschädigung.....	83
A.3.2	Beurteilung.....	83
A.4	Prüfbericht.....	83
Anhang B (informativ)	Ausrüstung für die Aufprallprüfung und Beispiele geprüfter Materialien.....	84
B.1	Schussgerät.....	84
B.2	Beispiele von Materialien.....	85
Anhang C (informativ)	Illustrierende Bilder als Beispiele für Maschinen.....	86
C.1	Maschinen der Bauart 1	86
C.2	Maschinen der Bauart 2	87
C.3	Maschinen der Bauart 3	88
C.4	Maschinen der Bauart 4	89
Anhang D (informativ)	Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen	94

D.1	Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen der Bauart 1 (manuelle Maschinen).....	94
D.2	Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 2 (Maschinen mit begrenzter numerischer Steuerungsfähigkeit).....	95
D.3	Beispiele trennender Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 3 (automatische Maschinen).....	96
D.4	Beispiele trennender Schutzeinrichtungen für die Bauart 4 (Transfer- und Sondermaschinen).....	100
Anhang E (informativ) Beispiele für die Integration von Absaug- und Löschanlagen bei Verwendung von brennbaren Kühlmitteln oder von brennbarem Staub.....		101
Anhang F (informativ) Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe und von brennbarem Staub.....		103
F.1	Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe.....	103
F.2	Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen.....	104
F.3	Verhindern des Eindringens von Flammen in das Absaugsystem.....	104
F.4	Dimensionierung der Druckentlastungsflächen.....	105
Anhang G (normativ) Schwerkraftbelastete Achsen.....		107
G.1	Konstruktionsmaßnahmen für schwerkraftbelastete Achsen.....	107
G.2	Maßnahmen gegen ungewolltes Absenken schwerkraftbelasteter Achsen.....	107
G.2.1	Allgemeine Anforderungen.....	107
G.2.2	Benutzerinformationen.....	107
G.3	Zyklische Prüfung der Brems- oder Spannvorrichtung an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4.....	112
Anhang H (informativ) Beispiele: Konzept für das Verlassen/Rückkehren in eine Kabine (Leitstand) an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4.....		114
Anhang I (informativ) Typische Leistungsdaten von Sicherheitsfunktionen für Berechnungen nach Tabelle 5 und Anhang J.....		116
Anhang J (normativ) Sicherheitsfunktionen.....		125
J.1	Index der Sicherheitsfunktionen für die Tabellen J.1 bis J.22.....	125
J.2	Beschreibung der Sicherheitsfunktionen.....	133
J.3	Sicherheitsbezogene Parameter.....	134
J.4	Tabellen zu den Sicherheitsfunktionen.....	135
J.5	Zusätzliche Prüfung von Sicherheitsschaltungen mit PL = d, Kategorie 3.....	172
Anhang K (normativ) Geräuschemissionsmessung.....		173
K.1	Betriebsbedingungen für Maschinen der Bauart 1, Bauart 2 und Bauart 3.....	173
K.2	Betriebsbedingungen von Maschinen der Bauart 4 (Transferzentren).....	173
K.3	Messverfahren (für alle Bauarten von Maschinen).....	174
Literaturhinweise.....		176

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16090-1:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13128:2001+A2:2009, EN 12417:2001+A2:2009 und EN 14070:2003+A1:2009.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 16090-1:2017 wurde von CEN als EN ISO 16090-1:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten, die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 39, *Machine tools*, Unterkomitee SC 10, *Safety*.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100 angegeben.

Dieses Dokument ist insbesondere für die folgenden interessierten Kreise von Relevanz, die die Marktakteure im Hinblick auf die Sicherheit von Maschinen repräsentieren:

- Maschinenhersteller (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Organisationen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (Gesetzgeber, Unfallversicherungen, Marktaufsicht usw.).

Andere interessierte Kreise können durch das in diesem Dokument (durch die oben genannten interessierten Kreise) festgeschriebenen Sicherheitsniveau betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- Maschinenanwender/Arbeitgeber (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Maschinenanwender/Arbeitnehmer (z. B. Gewerkschaften, Organisationen für Personen mit spezifischen Bedürfnissen);
- Dienstleistungsanbieter, z. B. für die Wartung (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Verbraucher (falls die behandelten Maschinen für die Nutzung durch Verbraucher bestimmt sind).

Den oben genannten interessierten Kreisen wurde die Möglichkeit eingeräumt, sich an der Erarbeitung dieses Dokuments zu beteiligen.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

Für Maschinen, die nach den Anforderungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Wenn die Anforderungen in dieser Typ-C-Norm von den Anforderungen in Typ-A- oder Typ-B-Normen abweichen, haben die Anforderungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Anforderungen der anderen Normen.

An Fräsmaschinen gibt es eine Reihe von Gefährdungen. Der Schutz der Bediener und anderen Personen, die mit den bewegten Schneidwerkzeugen, insbesondere bei hohen Drehzahlen der Spindel oder den Bewegungen des Werkzeugs zur Spindel während des automatischen Werkzeugwechsels oder schnellbewegten Werkstücken in Kontakt kommen könnten, ist von höchster Wichtigkeit.

Kraftbetriebene Mechaniken für die Werkstückübergabe können auch gefährdende Situationen während des Be- und Entladens, sowie beim Ausrichten, Spannen oder Lösen des Werkstücks hervorrufen.

Die signifikanten Gefährdungen, die in diesem Dokument behandelt werden, sind in Abschnitt 4 aufgelistet. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Minimierung dieser Gefährdungen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Methoden zur Verifizierung der Anforderungen oder Maßnahmen sind in Kapitel 5.17 dargelegt.

Die Bilder in Anhang D sind nur Beispiele und sollen nicht die einzig mögliche Interpretation des Textes veranschaulichen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die technischen Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen für die Konstruktion, den Bau und die Lieferung (einschließlich Montage und Demontage, mit Vorkehrungen für Transport und Wartung) von stationären Fräsmaschinen (siehe 3.1.1) fest, einschließlich Maschinen, die Bohrarbeiten durchführen können (siehe 3.1.2), Bearbeitungszentren und Transfermaschinen, die für die Kaltbearbeitung von Metall bestimmt sind, aber auch andere nicht brennbare kalte Materialien mit Ausnahme von Holz oder Materialien mit physikalischen Eigenschaften ähnlich denen von Holz entsprechend ISO 19085-1 und für Glas, Stein und Kunststoffe sowie Mischwerkstoffe entsprechend EN 14618.

Dieses Dokument behandelt die folgenden Maschinen:

- a) manuell, ohne numerische Steuerung, arbeitende Bohrwerke und Fräsmaschinen (siehe 3.2.1, Bauart 1), z. B. horizontale und vertikale Konsolfräsmaschinen (siehe Bilder C.1 und C.2);
- b) manuell, mit begrenzter numerischer Steuerung, betriebene Bohr- und Fräsmaschinen (siehe 3.2.2, Bauart 2), z. B. Profil- und Konturfräsmaschinen (siehe Bilder C.3 und C.4);
- c) numerisch gesteuerte Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren (siehe 3.2.3, Bauart 3), z. B. automatische Fräsmaschinen und Fräszentren, z. B. Mehrspindelfräsmaschinen, Zahnradfräsmaschinen (siehe Bilder C.5, C.6 und C.7);
- d) Transfer- und Sondermaschinen (siehe 3.2.4, Bauart 4), die so ausgelegt sind, dass sie nur vordefinierte Werkstücke oder einen begrenzten Bereich ähnlicher Werkstücke mit Hilfe einer vorgegebenen Abfolge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern bearbeiten (siehe Bilder C.8, C.9, C.10, C.11, C.12 und C.13).

Dieses Dokument gilt auch für Maschinen, die mit den folgenden Vorrichtungen/Einrichtungen ausgestattet sind:

- Werkzeugmagazin(e);
- Werkzeugwechsler;
- Handhabungsmechanismen für Werkstücke;
- angetriebene(r) Werkstückspannmechanismus(en);
- Späneförderer;
- kraftbetätigte Tür(en);
- Zusatzausrüstung für die Drehbearbeitung;
- Zusatzausrüstung für die Schleifbearbeitung.

Wenn in diesem Dokument nur das Wort "Maschine" oder "Maschinen" verwendet wird, bezieht es sich auf alle oben genannten Bauarten und Typen von Maschinen.

Dieses Dokument behandelt alle wesentlichen Gefährdungen, gefährdenden Situationen und Ereignisse, die für diese Art von Maschinen signifikant sind und die während des Transports, der Montage und Installation, des Einrichtens, des Betriebs, der Reinigung und Wartung, der Fehlersuche, der Demontage oder Abschalten nach ISO 12100, bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Maschine aber auch unter Bedingungen des Missbrauchs auftreten können, die für den Hersteller vernünftigerweise vorhersehbar sind (siehe Abschnitt 4).

Dieses Dokument geht von der Zugänglichkeit der Maschine aus allen Richtungen aus und legt die Zugangsbedingungen zu den Bedienerplätzen fest. Sie gilt auch für Werkstücktransportvorrichtungen einschließlich Transportvorrichtungen zum Be- und Entladen, wenn sie integraler Bestandteil der Maschine sind.

2 Normative Verweisungen

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

ISO 230-5:2000, *Test code for machine tools — Part 5: Determination of the noise emission*

ISO 3744, *Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3746:2010, *Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 4413:2010, *Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 4414:2010, *Pneumatic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 4871, *Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 6385, *Ergonomics principles in the design of work systems*

ISO 9355-1, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators*

ISO 9355-2, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays*

ISO 9355-3:2006, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators*

ISO 11161:2007, *Safety of machinery — Integrated manufacturing systems — Basic requirements. Amended by ISO 11161:2007/Amd1:2010*

ISO 11202:2010, *Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections*

ISO 11204:2010, *Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying accurate environmental corrections*

ISO 11228-1, *Ergonomics — Manual handling — Part 1: Lifting and carrying*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*

ISO 13850:2015, *Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design*

ISO 13851:2002, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects and design principles*

ISO 13854, *Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*

ISO 13855:2010, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

ISO 13856-1, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors*

ISO 13856-2, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*

ISO 13857:2008, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*

ISO 14119:2013, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*

ISO 14120:2015, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

ISO 14122-1, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means and general requirements of access*

ISO 14122-2, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

ISO 14122-4, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders*

ISO 14738, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*

ISO 15534-1, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*

ISO 15534-2, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings*

ISO 15641, *Milling cutters for high speed machining — Safety requirements*

ISO 16156:2004, *Machine-tools safety — Safety requirements for the design and construction of work holding chucks*

ISO 19085-1, *Woodworking machines - Safety - Part 1: Common requirements*

ISO 19353, *Safety of machinery — Fire prevention and fire protection*

ISO 23125:2015, *Machine tools — Safety — Turning machines*

IEC 60204-1:2009, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code); Corrigendum 2*

IEC 60825-1, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments*

IEC 61800-5-2:2016, *Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-2: Safety requirements — Functional*

IEC 62061:2005+AMD1:2012+AMD2:2015, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC/TS 62046, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*

EN 1005-1+A1, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions*

EN 1005-2+A1, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery*

EN 1005-4+A1, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery*

EN 1127-1:2011, *Explosive atmospheres — Explosion prevention and protection — Part 1: Basic concepts and methodology*

IEC 61000-4-2, *Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electrical fast transient / burst immunity test*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100 und ISO 13849-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Allgemeine Begriffe

3.1.1

Fräsmaschine

Werkzeugmaschine, die geometrisch definierte rotierende Schneidwerkzeuge zur Entfernung von Material verwendet, um ebene oder geformte Oberflächen an einem Werkstück zu erzeugen, während das Werkzeug oder das Werkstück in eine bestimmte Richtung (Achsbewegung) oder bestimmte Richtungen (Achsenbewegung) bewegt (d. h. zugeführt) wird

3.1.2

Bohrwerk

Werkzeugmaschine zum Bohren von Löchern, bei dem die Hauptbewegung eine rotierende Schneide gegen ein nicht rotierendes Werkstück entlang einer Vorschubachse ist und der Durchmesser der Bohrung durch eine andere Achse eingestellt wird, die normalerweise senkrecht zur Vorschubachse ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition schließt Maschinen die ausschließlich bohren nicht ein.

3.1.3

stationäre Maschine

Maschine, die zusammengebaut, installiert und für den dauerhaften Einsatz an einem vordefinierten Ort bestimmt ist

3.1.4

ausbohren

Bearbeitungsverfahren zum Vergrößern eines bereits hergestellten Lochs (z. B. gebohrt oder gegossen) mit einem einschneidigen Werkzeug oder einem Bohrkopf, der mehrere solcher Werkzeuge enthält

3.1.5

numerische Steuerung

NC

(en: numerical control)

automatische Steuerung eines Prozesses durch ein Gerät, welches numerische Daten verwendet, die während des laufenden Betriebs zugeführt werden

[QUELLE: ISO 2806:1994, 2.1.1]

3.1.6

computergestützte numerische Steuerung

CNC

(en: computerized numerical control)

Umsetzung der NC (3.1.5) unter Verwendung eines Computers zur Steuerung der Maschinenfunktionen, in denen das Teileprogramm durch manuelle Dateneingabe an der Maschine erzeugt wird

[QUELLE: ISO 2806:1994, 2.1.2 modifiziert – manuelle Dateneingabe]

3.1.7

manuelle Dateneingabe

MDI

(en: manual data input)

Betriebsart eines CNC-Systems, bei dem das Teilprogramm durch manuelle Dateneingabe an der Maschine erzeugt wird

3.1.8

berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

BWS

Zusammenstellung von Geräten und/oder Bauteilen, die im Zusammenspiel Schutzfunktionen auslösen oder die Anwesenheit von Personen detektieren und aus Sensoreinheit, steuernden Überwachungseinheiten, Ausgabegeräten und der gesamten Verkabelung bestehen

[QUELLE: IEC 61496-1:2012, 3.5]

3.1.9

aktive opto-elektronische Schutzeinrichtung

AOS

Einrichtung, deren Sensorik durch aussendende und empfangende opto-elektronische Bauteile eine Unterbrechung der optischen Strahlung, die innerhalb dieser Einrichtung erzeugt wird, detektiert und dadurch die Anwesenheit eines lichtundurchlässigen Gegenstandes in einem bestimmten Detektionsbereich feststellt

Anmerkung 1 zum Begriff: IEC 61496-2 enthält detaillierte Bestimmungen zur AOS. Zur Anwendung siehe IEC/TS 62046.

3.1.10

druckempfindliche Schutzeinrichtung

PSPD

Sensor(en), der (die) auf die Ausübung von Druck reagiert (reagieren), eine Steuereinheit und eine oder mehrere Ausgangssignalschaltvorrichtung(en) und eine Einrichtung zum Erfassen von Personen oder Teilen von Personen, die ein entsprechendes Signal an das Steuersystem erzeugt, um das Risiko für die erfassten Personen zu verringern

Anmerkung 1 zum Begriff: ISO 13856-1, ISO 13856-2 und ISO 13856-3 enthalten detaillierte Bestimmungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das sicherheitsrelevante Steuerungssystem, welches der PSPD oder der PSPD selbst zugeordnet ist, kann eine sekundäre Schaltvorrichtung, Startverriegelung, Neustartverriegelung usw. umfassen.

3.1.11

Betriebshalt

Halt der Maschinenbewegung im Produktionsprozess

Anmerkung 1 zum Begriff: Steuerungsfunktionen zwischen Steuerungssystem und Maschinenantriebe bleiben erhalten (Drehmoment, Drehzahl, Position)

3.1.12

sicherer Betriebshalt

SOS

(en: safe operating stop)

Betriebshalt mit zusätzlichen steuerungstechnischen Maßnahmen zur Überwachung des Stillstandes zur Vermeidung von gefährlichen Maschinenbewegungen aufgrund von Fehlern im Steuerungssystem

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SOS-Funktion verhindert, dass der Motor um mehr als einen vorgegebenen Wert von der Halteposition abweicht. Das Antriebssystem versorgt den Motor mit Energie, so dass er äußeren Kräften standhalten kann. Siehe auch IEC 61800-5-2

3.1.13

sicherer Halt 1

SS1

(en: safe stop 1)

Funktion, die entweder

- a) die Abbremsung des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und steuert, um den Motor zu stoppen und die STO-Funktion auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt, oder
- b) die Abbremsung des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und überwacht, um den Motor zu stoppen und die STO-Funktion auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt, oder
- c) die Motorverzögerung einleitet und die STO-Funktion nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung auslöst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem kontrollierten Halt entsprechend Stoppkategorie 1 der IEC 60204-1.

3.1.14

sicherer Halt 2

SS2

(en: safe stop 2)

Funktion, die entweder

- a) die Abbremsung des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und steuert, um den Motor zu stoppen, und den sicheren Betriebshalt auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt, oder
- b) die Abbremsung des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und überwacht, um den Motor zu stoppen und den sicheren Betriebshalt auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt, oder
- c) die Motordrosselung und den sicheren Betriebshalt nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung auslöst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem kontrollierten Halt entsprechend Stoppkategorie 2 der IEC 60204-1.

3.1.15

sicher abgeschaltetes Drehmoment

STO

(en: safe torque off)

Funktion, die sicherstellt, dass keine Energie an den Motor angelegt wird, die eine Drehung oder Bewegung (im Falle eines Linearmotors) verursachen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Power Drive System (PSD) liefert dem Motor keine Energie, die Drehmoment oder Kraft erzeugen kann (im Falle eines Linearmotors).

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem nicht gesteuerten Stopp entsprechend Stoppkategorie 0 der IEC 60204-1.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion kann verwendet werden, wenn eine Abschaltung der Stromversorgung erforderlich ist, um ein unerwartetes Anlaufen zu verhindern.

Anmerkung 4 zum Begriff: In Fällen bei denen äußere Einflüsse (z. B. das Fallen von schwebenden Lasten) vorhanden sind, können zusätzliche Maßnahmen (z. B. mechanische Bremsen) erforderlich sein, um gefährliche Situationen zu vermeiden.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Verwendung elektronischer Mittel und elektrischer Schütze zum Schutz vor Stromschlägen ist nicht ausreichend, und es können zusätzliche Maßnahmen zur Isolierung erforderlich sein.

3.1.16

Richtungssteuerung

zwangsläufige Betätigungsvorrichtung zur Auswahl und Aufrechterhaltung einer Bewegung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Richtungssteuerung kann ein Softkey, eine Berührungstaste, eine Druckknopfsteuerung oder eine Drehknopfart sein, z. B. zum Öffnen oder Schließen einer Tür oder für eine Bewegung im oder gegen den Uhrzeigersinn.

3.1.17

nicht brennbare Materialien

Werkstoffe, mit Ausnahme von Holz, mit einem Wert von $PCS \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$ (ISO 1716) oder $\Delta T \leq 50 \text{ °C}$ sowie $\Delta m \leq 50 \text{ %}$ und $t_i \leq 20 \text{ s}$ (ISO 1182), die Oberflächenflammenangriffe und Randflammenangriffe mit einer Einwirkdauer von 30 s ohne Flammenausbreitung von mehr als 150 mm vertikal vom Anwendungspunkt der Testflamme innerhalb von 60 s ab dem Zeitpunkt der Anwendung (ISO 11925-2) aushalten

3.1.18

kurzer Aufenthalt

Verweildauer einer Person, die sich nicht länger als eine Stunde insgesamt und niemals länger als 10 min je Exposition in der Gefahrenzone während einer 8-stündigen Schicht aufhält

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe auch IEC 62061:2005, Tabelle A.2.

3.2

Gruppen von Maschinen

Unter Berücksichtigung der Anwendungen und der relevanten Gefährdungen, werden die Maschinen in vier verschiedene Bauarten unterteilt. Siehe die Übersicht in Tabelle 1.

Tabelle 1 — Übersicht zu den Bauarten von Maschinen

Bauart Nr.	Bauartbeschreibung	Unterabschnitt, in dem die Bauart definiert ist
Bauart 1	Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung	3.2.1
Bauart 2	Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzter numerischer Steuerung	3.2.2
Bauart 3	Numerisch gesteuerte Fräsmaschine, Fräs- und Bearbeitungszentren	3.2.3
Bauart 4	Transfer- und Sondermaschinen	3.2.4

3.2.1

Bauart 1: Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung

Maschine, bei der die Achsbewegung durch Betätigung eines mechanischen Handrads gesteuert wird oder bei der die angetriebene Einzelachsbewegung durch mechanische, elektrische oder andere Mittel gesteuert wird, jedoch ohne die Möglichkeit einer programmierten Mehrachsbewegung

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Veranschaulichung siehe Bilder C.1 und C.2.

3.2.2

Bauart 2: Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzter numerischer Steuerung

Maschinen, die wie Maschinen der Bauart 1 durch mechanische oder elektronische Handräder betrieben werden können oder als Maschinen mit limitierter NC-Steuerung durch Bedienelemente am NC-Bedienfeld

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Veranschaulichung siehe Bilder C.3 und C.4.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Bauart von Maschinen kann mit einigen oder allen Funktionen der Maschine der Bauart 1 (manuelle Maschinen ohne numerische Steuerung) sowie den folgenden ausgestattet sein:

- einer begrenzten numerischen Steuerung (NC), die:
- konstante Betriebsgeschwindigkeit (en: constant service speed, CSS) bereitstellt;
- Interpolation der Achsen (z. B. kopieren/vordefinierte Profilierung) erlaubt;
- Gewindeschneidzyklen erlaubt.

Folgende Funktionen sind nicht vorgesehen:

- automatischer Programmablauf;
- automatisch eingeleiteter Werkzeugwechsel;
- unbegrenzt schnelle Achsbewegung;
- automatischer Werkstückwechsel oder Stangenvorschubsystem.

3.2.3

Bauart 3: Numerisch gesteuerte Fräsmaschine, Fräs- und Bearbeitungszentren

numerisch gesteuerte Maschine, mit der Möglichkeit programmierte Mehrachs-bewegungen durchzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Veranschaulichung siehe Bilder C.5, C.6 und C.7.

Anmerkung 2 zum Begriff: Derartige Maschinen können Einrichtungen zur manuellen Steuerung in unterschiedlichen Graden enthalten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es ist möglich, dass Maschinen der Bauart 3 andere Bearbeitungsverfahren beinhalten. Für diese Bearbeitungsverfahren, z. B. Drehen, Schleifen usw. sind die entsprechenden Normen zu berücksichtigen.

3.2.4

Bauart 4: Transfer- und Sondermaschinen

Maschine, welche nur zur Bearbeitung von vorgegebenen Werkstücken oder Werkstückfamilien mittels einer vorbestimmten Abfolge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern vorgesehen ist.

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Veranschaulichung siehe Anhang C, Bilder C.8 bis C.13 und Bilder D.7 bis D.8.

3.3

Teile von Maschinen

3.3.1

Station einer Transfermaschine

Bereich, in der in jedem Arbeitsgang des Arbeitszyklus der Transfermaschine bearbeitet wird, einschließlich der Vorrichtungen, Einheiten, Spindelköpfe und anderen Mechanismen, die mit den an der jeweiligen Station durchgeführten Prozess verbunden sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe Bilder C.11, C.12 und C.13.

Anmerkung 2 zum Begriff: die Stationen werden üblicherweise durch fortlaufende Nummerierung identifiziert, z. B.:

Station 1: Ladestation

Station 2: Bearbeitungsstation

Station 3: Messstation

Station 4: Leerlaufstation

Station xx: Entladestation

3.3.2

elektronisches Handrad

manueller Pulsgenerator

MPG

manuell betätigte Steuervorrichtung, die während ihrer Drehung durch Erzeugung eines Eingabeimpulses in die *numerische Steuerung* (3.1.5) eine Achsbewegung auslöst und erhält

3.3.3

Werkstückrüstbereich

Maschinenbereich, in dem das Werkstück be- und entladen wird

3.3.4

Werkstücktransfereinrichtung

in der Maschine integrierte Einrichtung (z. B. Palettenwechsler) zum Be- und Entladen von Werkstücken

3.3.5

Werkstückbe- und -entladeeinrichtung

Mechanismus, welcher der Maschine Werkstücke zuführt oder entnimmt

3.3.6

Vorschubachse

Achse zum Zustellen eines Schneidwerkzeugs oder eines Werkstücks

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Vorschubachse kann durch eine oder mehrere Vorschubantriebe bewegt werden.

3.3.7

Arbeitsbereich

Bereich, in dem der Zerspanungsprozess stattfindet

3.3.8

begehbare Arbeitsbereich

Bereich einer Maschine in der eine stationäre Standposition innerhalb des Arbeitsbereiches für den bestimmungsmäßigen Betrieb erforderlich ist

3.3.9

Spindel

Antriebssystem für ein rotierendes Schneidwerkzeug (Werkzeugspindel)

3.3.10

Werkstückspindel

Antriebssystem zur Drehung eines Werkstücks im Dreh- und Schleifbetrieb

3.3.11

Gegenspindel

Spindel, die aus zwei einander gegenüberliegenden Werkstückspindeln besteht und die synchron gedreht werden können

3.4

Sichere Betriebsarten

3.4.1

sichere Betriebsart

MSO

(en: mode of safe operation)

Betriebsart, die eine bestimmte Anzahl von Maschinenfunktionen unter vordefinierten Sicherheitsmaßnahmen bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die sichere Betriebsart selbst ist keine Funktion. Die Funktionen, die unter der Benennung „sichere Betriebsart“ zusammengefasst sind, können nur verwendet werden, wenn eine bestimmte sichere Betriebsart aktiviert wurde.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Abschnitt 5 für Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen in Bezug auf sichere Betriebsarten.

3.4.2

MSO-Auswahlssystem

System zur manuellen Auswahl der sicheren Betriebsart der Maschine, zu der nur ein befugter Personenkreis Zugang hat

3.4.2.1

MSO-Zugangseinrichtung

Einrichtung, die den Zugang zu einer autorisierten Personengruppe einschränkt und eine versehentliche oder missbräuchliche Betätigung des Auswahlsystems verhindert

3.4.2.2

MSO-Auswahleinrichtung

Einrichtung, die es ermöglicht, die sichere Betriebsart (MSO) einer Maschine zu ändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die MSO-Auswahleinrichtung kann in die MSO-Zugangseinrichtung integriert werden, z. B. in einen Schlüsselschalter (MSO-Wahlschalter).

3.4.2.3

MSO-Aktivierungseinrichtung

Einrichtung, die eine ausgewählte sichere Betriebsart (MSO) aktiviert

3.4.3

sichere Betriebsart 0

MSO 0

(en: mode of safe operation 0)

Betrieb der Maschine durch den Bediener mit nicht automatisiertem Maschinenachsenbetrieb, bei dem der Bediener die Kontrolle über den Bearbeitungsprozess ohne die Verwendung von vorprogrammierten Operationen hat

Anmerkung 1 zum Begriff: MSO 0 wird auch als manueller Betrieb bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bewegung der Achsen kann über einen Tippschalter, eine Richtungssteuerung, elektronische Handräder oder Joysticks gesteuert werden.

3.4.4

sichere Betriebsart 1

MSO 1

(en: mode of safe operation 1)

automatische, programmierte, sequentielle Betriebsart der Maschine, mit der Möglichkeit des manuellen oder automatischen Be- und Entladens von Werkstücken und Werkzeugen, bis das Programm oder der Bediener die Maschine stoppt

Anmerkung 1 zum Begriff: MSO 1 wird auch als Automatikbetrieb bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Automatikbetrieb kann Betriebsunterbrechungen zum Be- und Entladen von Werkzeugen und Werkstücken beinhalten.

3.4.5

sichere Betriebsart 2

MSO 2

(en: mode of safe operation 2)

Betriebsart, in der Anpassungen und Vorbereitungen für die nachfolgenden Bearbeitungsprozesse durch den Bediener (Einrichter) vorgenommen werden, wobei trennende Schutzeinrichtungen geöffnet und/oder nicht trennende Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt sein können

Anmerkung 1 zum Begriff: MSO 2 wird auch als Einrichtbetrieb bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Überprüfungen der Werkzeug- oder Werkstückposition (z. B. durch Antasten des Werkstücks mit einem Messtaster oder dem Werkzeug im Einzelschrittbetrieb) gehören zum Einrichtbetrieb (siehe 5.2.4.5).

3.4.6

sichere Betriebsart 3

MSO 3

(en: mode of safe operation 3)

begrenzter Automatikbetrieb (feste Abfolge einzelner aufeinanderfolgender Schritte) der vom Bediener ausgelöst wird und vorübergehend eine manuelle Steuerung oder numerische Steuerung des Maschinenbetriebs mit offenen trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen ermöglicht

Anmerkung 1 zum Begriff: MSO 3 wird auch als optionale Sonderbetriebsart mit manuellem Eingriff unter eingeschränkten Betriebsbedingungen bezeichnet.

3.4.7

sichere Betriebsart Service

MSO Service

(en: mode of safe operation service)

Betriebsart für Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben während der die trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet und/oder die nichttrennenden Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben sind Überprüfung der Positionsgenauigkeit einer Achse durch Lasersysteme, Kreisinterpolationsprüfung, Spindelfehleranalyse, Schwingungsanalyse usw.

3.5

Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Vorschubgeschwindigkeit

3.5.1

maximale Spindeldrehzahl

maximal zulässige Drehzahl für eine Werkzeugspindel, die vom Maschinenhersteller spezifiziert und als Maschinenparameter festgelegt wird

3.5.2

reduzierte Spindeldrehzahl

maximal zulässige Drehzahl (Drehzahlgrenze) der Spindel, die durch den Maschinenhersteller aus Sicherheitsgründen durch die Steuerung begrenzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spindeldrehzahl für Werkzeug und Werkstück wird aus Sicherheitsgründen in MSO 2, MSO 3 und MSO Service reduziert.

3.5.3

maximale Vorschubgeschwindigkeit

maximal zulässiger Achsvorschub, der vom Maschinenhersteller spezifiziert und als Maschinenparameter festgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit der Achsen hängt von konstruktiven Grenzen ab, die vom Hersteller der Maschine vorgegeben sind.

3.5.4

reduzierte Vorschubgeschwindigkeit

maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit, welche aus Sicherheitsgründen durch die Steuerung begrenzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Vorschubgeschwindigkeit ist aus Sicherheitsgründen in MSO 2, MSO 3 und MSO Service reduziert.

3.5.5

sicher begrenzte Geschwindigkeit

SLS

(en: safely limited speed)

Funktion, um zu verhindern, dass der Motor die angegebene Geschwindigkeitsbegrenzung überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SLS-Funktion verhindert, dass der Motor die angegebene Geschwindigkeitsbegrenzung überschreitet, siehe IEC 61800-5-2 und auch die Sicherheitsfunktionen in der Tabelle J.17, 17.3 und 17.4.

3.5.6

Minimalmengenschmierung

MMS

Prozess, bei dem minimale Mengen eines Kühl- /Schmierstoffs an der Werkzeugschneide durch ein externes Sprühsystem oder ein werkzeugbasiertes Sprühsystem aufgebracht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zu verwendende Menge hängt vom Bearbeitungsprozess und der Art des MMS-Aufbringungssystems ab.

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse, die von der Risikobewertung als signifikant für diese Art von Maschinen identifiziert wurden sowie Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, um das Risiko zu beseitigen oder zu verringern.

4.2 Hauptgefährdungsbereiche

Die Hauptgefährdungsbereiche sind die folgenden:

- a) Arbeitsbereiche mit beweglicher (beweglichen) Spindel(n) und Werkstück(en), Spannkomponten für Werkstück- und Werkzeugspannung, Werkzeugwechsler, Kopiereinheit(en), Werkstück- und Werkzeugrüstbereich(e), Kühlmittel unter hohem Druck, Sondermessgeräte (z. B. Laser);
- b) Handhabungsgeräte zum Be- und Entladen von Werkstücken;
- c) Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler;
- d) Bereich um den Späneförderer herum (falls dieser integriert ist);
- e) freiliegende Getriebe;
- f) freiliegende Nockenantriebe;
- g) Leitspindel (Bauart 1: manuelle Maschinen ohne NC-Funktionen);
- h) Zugspindel (Bauart 1: manuelle Maschinen ohne NC-Funktionen);
- i) Kugelgewindetrieb (Bauart 2, Bauart 3 und Bauart 4 Maschinen);
- j) Linear- und Rotationsantriebe.

4.3 In diesem Dokument behandelte Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Die signifikanten Gefährdungen, welche in diesem Dokument behandelt werden, sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2 — Liste der signifikanten Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
1	Mechanische Gefährdungen			
1.1	Annäherung eines sich bewegenden Elements an einen feststehenden Teil	manuelle Arbeiten zwischen dem Bereich des Werkzeugs und Teilen der Maschine, für Fräsanwendungen, insbesondere die Werkstückaufnahme oder zwischen Werkzeug und Werkstück. Manueller Betrieb zwischen den Bereichen der Wechselmechanismen, z. B. Werkzeugwechsler/Werkstückwechsler oder Palettenwechsler	Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder durch Einziehen oder Erfassen	5.1 5.2
		Zuführbewegung des Werkzeugs an das Werkstück	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, wegfliegende Teile	5.1 5.2
		manuelle Tätigkeiten in der Nähe der Werkstück- oder der Maschinenspindel	Gefährdung durch Erfassen	
		Spannen von Werkzeugen und Werkstücken	Gefährdung durch Quetschen, Scheren	5.2.5
1.2	sich bewegende Elemente	Tätigkeiten im Nahbereich sich verfahrender Achsen und im Bereich automatischer Be- und Entladeeinrichtungen während der Bearbeitung, des Einrichtens, des Wartens, der Instandsetzung und der Reparatur. Tätigkeiten am Werkzeugwechsler, Werkstückwechsler, Palettenwechsler Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen	Gefährdung durch Stoß, Einziehen oder Erfassen, Quetschen oder Scheren	5.1 5.2
1.3	rotierende Elemente	unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder dem rotierenden Werkstück oder der Werkzeugreinigungsvorrichtung	Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2
1.4	Schneiden von Teilen oder scharfe Kanten	unbeabsichtigter Kontakt mit scharfen Kanten von Maschinenteilen, des Werkstücks oder des Werkzeugs	Gefährdung durch Ein- oder Durchstich Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
1.5	Herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände	Herausschleudern oder Fallen von Materialteilen und Spänen während des Betriebs, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels, der Wartung oder Stillsetzung — herabfallendes Werkstück; — Bruch des Werkzeugs; — herausgeschleuderte, kaputte Maschinenteile an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Ein- oder Durchstich	5.1 5.2 5.8 5.12 Anhang A, Anhang B und Anhang E
1.6	Schwerkraft	Herabfallende bewegliche Maschinenelemente während des Einrichtens, z. B. beim Werkzeugwechsel oder beim Werkstückwechsel und schwerkraftbelastete vertikale Achsen Bruch während der Bearbeitung Fallen lassen oder Fallen von Maschinenelementen während des Transports oder dem Einrichten, z. B. bei Aktivitäten in der Nähe schwerkraftbelasteter Achsen Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren, Gefährdung durch Stoß	5.2.5.5 5.2.5.6 Anhang G, G 3.1.1
1.7	Höhe vom Boden	Absturz aus hoch gelegenen Arbeitsplätzen	Gefährdung durch Stoß, Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	5.15
1.8	hoher Druck	An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine, Inbetriebnahme und Arbeiten an Kühlmittelanlagen	Eindringen von unter Druck stehenden Medien in die Haut oder die Augen	5.8.1 b) 5.8.1 c)
1.9	mangelnde Stabilität	Nicht festgemachte Maschinen- oder Maschinenteile fallen oder kippen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren	5.13

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
1.10	raue, rutschige Oberflächen	<p>Tätigkeiten am Boden- und Stufenbereich an und um die Maschine herum, sowie Arbeiten in der Höhe aufgrund von:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Herausspritzen oder Auslaufen von Kühlschmierstoff, Schmiermitteln und Hydraulikflüssigkeit; — Rückstände, die in herausgespritzenden Flüssigkeiten enthalten sind; — unzureichende Geländer oder andere Rückhaltevorrichtungen, speziell an Stellen an denen eine Absturzgefährdung besteht 	Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	5.13 5.14 5.15
2	Elektrische Gefährdungen			
2.1	unter Spannung stehende Teile	Berühren von Teilen die unter elektrischer Spannung stehen	Gefährdung durch elektrischen Schlag	5.3
2.2	Teile, die aufgrund von Mängeln spannungsführend geworden sind	Berührung von Teilen, die mangelbedingt unter Spannung stehen	Gefährdung durch elektrischen Schlag	5.3
3	Thermische Gefährdungen			
3.1	Gegenstände oder Materialien mit hoher/niedriger Temperatur	Herausschleudern heißer Späne oder Werkstücke während der Bearbeitung und des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine und heißer/kalter Oberflächen	Gefährdung durch Verbrennung Gefährdung durch Erfrierung bzw. Kälteschäden	5.6
3.2	Explosion		Gefährdung durch Verbrennung, Sturz, Stoß	5.6 Anhang E Anhang F
3.3	Entflammen		Gefährdung durch Verbrennen	5.6 Anhang E Anhang F

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
4	Gefährdung durch Lärm			
4.1	Herstellungsprozess und bewegliche Teile	Schwingungen des Werkzeugs und/oder des Werkstücks während der Bearbeitung, Antriebs- und Übertragungselemente, bei Reinigung mit Druckluft während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	dauerhafter Schaden des Gehörs alle weiteren (z. B. mechanische, elektrische) Probleme durch Störungen der Sprachkommunikation oder akustische Signale	5.4
5	Gefährdung durch Schwingung			
5.1	schwingende Elemente	Schwingungsübertragung vom Fräsprozess auf den Bediener	Unbehagen neurologische Erkrankungen	5.7
6	Gefährdung durch Strahlung			
6.1	nieder- und hochfrequente elektromagnetische Strahlung	an elektrischen Geräten, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung	Gefährdung durch Verbrennung	5.5
6.2	optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laserstrahlen	an Messmitteln und Lasern, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung	Augen- und Hautverletzungen	5.5
7	Gefährdung durch Materialien und Substanzen			
7.1	Biologische oder mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz	Kontakt mit verunreinigtem Kühlschmierstoff während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Infektion	5.6
7.2	Flüssigkeit	Hautkontakt mit Kühlschmierstoff, während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Schädigung der Haut	5.6
7.3	Nebel und Dunst	Einatmen und Aufnahme von Substanzen, die während der Bearbeitung verwendet oder erzeugt werden, z. B. durch Kühlschmierstoffe während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Atembeschwerden, Vergiftung	5.6

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
7.4	entflammbarer Staub	Bei Tätigkeiten mit: — brennbarem Material, z. B. Aluminium-, Titan- oder Magnesiumspäne und/oder — brennbarem Kühlschmierstoff, z. B. ölhaltigem KSS	Gefährdung durch Feuer und Explosion, Verbrennungen	5.6 Anhang E Anhang F
8	Ergonomische Gefährdungen			
8.1	Gestaltung oder Position visueller Anzeigegeräte	Fehlbeurteilung der angezeigten Informationen am Arbeitsplatz des Bedieners	alle weiteren (z. B. mechanische, elektrische) Probleme durch menschliches Fehlverhalten	5.7
8.2	Gestaltung, Position oder Erkennung von Steuereinrichtungen	Fehlbedienung der Maschine am Arbeitsplatz des Bedieners		5.7
8.3	Überanstrengung	an Steuereinrichtungen und während der Bedienung, ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein beim Werkstück- oder Werkzeugwechsel, ungenügende Berücksichtigung der Körperhaltung bei Instandhaltungsaufgaben	Ermüdung	5.7
8.4	Körperhaltung		Störung des Bewegungsapparates	5.7
8.5	Wiederholende Tätigkeiten		Ermüdung Versuchung, Sicherheitsvorrichtungen zu umgehen	5.4, 5.7
8.6	Sichtbarkeit, lokale Beleuchtung	Tätigkeiten beim Handhaben/Positionieren von Werkstücken und Werkzeug, beim Be- und Entladen, beim Einrichten der Maschine, beim Werkzeugwechsel und bei der Wartung	Beeinträchtigung der Urteilsfähigkeit und Genauigkeit manueller Tätigkeit Ermüdung menschliches Fehlverhalten	5.7
8.7	Menschliches Fehlverhalten/menschliches Verhalten	vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine fälschliche Handhabung des Arbeitsmaterials und des Fräswerkzeugs unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes und/oder Organisation des Bearbeitungsprozesses unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein fehlerhafte Montage	alle oben aufgeführten Gefährdungen	5.11

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in diesem Dokument
9	Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine			
9.1	elektromagnetische Interferenz	unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen sowie unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf)	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, Fangen, Erfassen	5.8.7
10	Kombination von Gefährdungen			
10.1	Ausfall der Energieversorgung	Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder eingespannten Werkstücken oder Werkzeugen Nichtausführen des Stillsetzens von bewegten Teilen	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren, Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden, Gefährdung durch Erfassen, Gefährdung durch Einziehen oder Fangen, Gefährdung durch Ein- oder Durchstich, Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.8 5.9
10.2	Wiederherstellung der Stromversorgung nach einer Unterbrechung	unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit) unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf		5.8
10.3	Ausfall/Störung der Steuerung	Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder einem Werkzeug; Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen; unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit); unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf; andere gefährliche Ereignisse wegen Versagens oder mangelhafter Gestaltung der Steuerung		5.8 5.9

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Allgemeines

Die Maschine muss den Sicherheitsanforderungen und/oder den Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zudem muss die Maschine für relevante, jedoch nicht signifikante Gefährdungen, welche im vorliegenden Dokument nicht behandelt werden, nach den Grundsätzen der ISO 12100 konstruiert sein.

Als Handlungsempfehlung im Zusammenhang mit einer Risikominderung durch die Konstruktion siehe ISO 12100:2010, 6.2, und für technische Schutzmaßnahmen siehe ISO 12100:2010, 6.3.

Die Maschine ist nach den in diesem Abschnitt aufgelisteten spezifischen Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen zu konstruieren und zu sichern. Alle Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen sind in diesem Abschnitt beschrieben.

ANMERKUNG Eine Fehleranalyse der Maschinenkomponenten, einschließlich dem Ausfall im (in den) Steuerungssystem(en) ist Teil der Handlungsempfehlung zur Risikobewertung zu diesem Thema und ist in ISO 13849-2 beschrieben. Allgemein verwendete Sicherheitsfunktionen und deren erforderliches Performance Level (PLr), einschließlich aller zugehörigen Kategorien nach ISO 13849-1, sind in den Tabellen J.2 bis J.22 gelistet. Typische Anforderungsraten sind in Tabelle I.1 spezifiziert.

5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen jeder Bauart

5.1.2.1 Allgemeines

Der Arbeitsbereich muss während den Bearbeitungsvorgängen von festen und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen umschlossen sein.

Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen. Die Befestigungssysteme der festen trennenden Schutzeinrichtungen müssen an den trennenden Schutzeinrichtungen oder an der Maschine befestigt bleiben, wenn die trennenden Schutzeinrichtungen entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine für eine Routinereinigung sowie für Einrichte- und Wartungsmaßnahmen vom Benutzer der Maschine entfernt werden müssen.

5.1.2.2 Feststehende trennende Schutzeinrichtungen

Es gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wo eine Umschließung nicht in vernünftigerweise durchführbar ist, (z. B. aufgrund der Größe des Werkstücks, seiner Geometrie, anderer spezieller Eigenschaften der Maschine oder ihrer Anwendung), sind die Bediener und andere exponierte Personen durch eine Kombination anderer Methoden zu schützen (z. B. geschützte Bedienerposition durch eine Kabinenumzäunung, sonstige nichttrennende Schutzeinrichtungen). Wo beispielsweise externe Ausrüstung (z. B. ein Kran) für die Beladung/Entladung einer großen Maschine mit Werkstücken verwendet wird, sind die Kabine und die Umzäunung eher praktische Schutzeinrichtungen als eine Umschließung.
- b) Wo trennende Schutzeinrichtungen am Boden befestigt sind (z. B. Umzäunung), sind diese sicher zu befestigen und müssen eine Höhe von mindestens 1 400 mm sowie einen Abstand in Übereinstimmung mit ISO 13857:2008, Tabelle 2, haben, um einen Zugang zum Gefährdungsbereich zu verhindern. Jede Öffnung zwischen der Unterseite der trennenden Schutzeinrichtung und dem Boden darf 200 mm nicht überschreiten (siehe ISO 11161:2007/Amd1:2010, 8.5.2). Wo ein Bedienerzugang über diese trennenden Schutzeinrichtungen erforderlich ist (z. B. Beladung/Entladung), ist es aus ergonomischen Gründen erforderlich, dass diese Anforderungen entfallen können, und zwar solange wie die relevanten Anforderungen aus Tabelle J.6, Tabelle J.8, Tabelle J.9 und Tabelle J.10 erfüllt werden und das Durchführen dieser Aufgabe für den Bediener keine Gefährdung darstellt.
- c) Zum Schutz vor den Antrieben ist der Zugang zu mechanischen Kraftübertragungsantrieben (z. B. Ketten und Kettenräder, Getriebe, Vorschubschrauben, Kugelschrauben usw.) durch feste trennende Schutzeinrichtungen zu verhindern (einschließlich Teleskopschutz), es sei denn, sie sind durch ausreichende Abstände sicher (siehe ISO 13857:2008, Tabelle 2). Falls ein Zugang zu diesen Teilen während des normalen Betriebs der Maschine häufiger als einmal je Schicht erforderlich ist, sind verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorzusehen.

5.1.2.3 Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

- a) Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen sind, zum Verhindern des Zugangs zu gefährdeten Bereichen, wo sich gefährliche Maschinenbewegungen vollziehen, mit oder ohne Zuhaltung in Übereinstimmung mit ISO 14119 zu verriegeln. Es ist sicherzustellen, dass der Gefährdungsbereich nicht beim Öffnen einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung erreicht werden kann, bevor die gefährdende Maschinenbewegung zum Stillstand gekommen ist (siehe ISO 13855:2010, 9). Die Auswahl der Verriegelungseinrichtungen muss in Übereinstimmung mit ISO 14119:2013, 6, erfolgen.
- b) Ein festgestellter Mangel in der Verriegelungseinrichtung, d. h. in der Funktion oder Anordnung, muss zu einem Stopp der Maschine führen, ausgelöst durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion entsprechend Anhang J. Nur für die Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnologie entspricht SOS in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2 den vorgenannten Anforderungen (SS2-Stopp). Diese Maßnahme gilt nicht in allen Fällen, wo der Stopp selbst auch von einem Fehler betroffen ist (z. B. Energieverlust).

5.1.3 Kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen für den Zugang des Bedieners

5.1.3.1 Allgemeines

Anforderungen bezüglich des Zugangs zum Arbeitsbereich (siehe 5.2.3.1) haben ebenfalls Gültigkeit.

Es darf im MSO 1 nicht möglich sein, die Bewegung der Maschine zu starten, bis die trennende Schutzeinrichtung vollständig geschlossen ist. Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung kann als Startbefehl für die Maschine genutzt werden, sofern das Schutzsystem den Anforderungen von ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5, entspricht.

Bewegungen von schwerkraftbelasteten kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen dürfen nicht zu einer Gefährdungssituation führen, wenn ein Kraftverlust entsteht.

Kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen für den Benutzerzugang können als automatische kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen oder als manuell gesteuerte kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ausgeführt werden.

5.1.3.2 Kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, bei denen die Bewegung automatisch durch die Steuerung eingeleitet wird

- a) Wo ein Ganzkörperzugang zum Arbeitsbereich nicht vorgesehen ist

Es sind druckempfindliche Kanten oder verminderte Kräfte vorzusehen. Sie müssen in Übereinstimmung mit ISO 12100:2010, 6.3.3.2.6, und ISO 14120:2002, 5.2.5.2, sein und müssen zur Vermeidung von Gefährdungen durch Scheren an der Vorderkante mit einer nichttrennenden Schutzeinrichtung ausgerüstet sein. Alternativ sind diese mit runden Kanten mit einem Radius von mindestens 2 mm für jede Kante und mit einem kombinierten Wert (Summe der beiden Radien) von mindestens 6 mm zu versehen.

- Wenn druckempfindliche Kanten vorgesehen sind, sind diese an die Gesamtlänge der Vorderkante bis zu einer maximalen Höhe von 2 700 mm über dem Boden oder der Plattform anzupassen (ISO 13857:2008, 4.2.1.3). Die druckempfindliche Kante muss in Übereinstimmung mit ISO 13856-2 sein. Während des Öffnens dürfen keine Gefährdungen von Quetsch- und Scherkanten ausgehen.
- Wenn verminderte Kräfte eingesetzt werden, darf die Kraft, welche die trennende Schutzeinrichtung vor dem Schließen hindert, 75 N nicht überschreiten und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung darf 4 J nicht überschreiten. Wenn die trennende Schutzeinrichtung an eine nichttrennende Schutzeinrichtung angepasst ist, welche bei Betätigung automatisch ein erneutes Öffnen der trennenden Schutzeinrichtung einleitet, kann sich dies auf maximal 150 N und die kinetische Energie auf maximal 10 J belaufen.

Die Begrenzung der Energie und der Kräfte ist entsprechend ISO 14120 und die Länge des Zeitraums entsprechend EN 16005 zu handhaben.

- b) Wo ein Ganzkörperzugang zum Arbeitsbereich vorgesehen ist

Zusätzlich zu 5.1.3.2 a) sind weitere zusätzliche Maßnahmen nach 5.2.3.2 c) 3) vorzusehen, um einen Einschluss im Gefährdungsbereich zu verhindern und ein Startbefehl zum Schließen der kraftbetriebenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung darf nur von außerhalb des zugänglichen Gefährdungsbereiches möglich sein.

5.1.3.3 Manuell gesteuerte kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

Für manuell gesteuerte kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ist eine der folgenden Schutzmaßnahmen vorzusehen.

- a) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung mittels einer Zweihandsteuerung. Feste Bedienerposition bei Bewegung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung durch Anordnung des Bedienpults in einer Position mit ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich (ISO 13855:2010, Abschnitt 8), mindestens 100 mm mit entsprechender Abschirmung mit den beiden Tasten B1 (erste Hand) und B2 (zweite Hand) einer Zweihandsteuerung (nach ISO 13851);

Oder

- b) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung mittels einer Zustimmungseinrichtung (ISO 12100) und einer Richtungssteuerung.

- Ein Mindestabstand zum Gefährdungsbereich ist für den Bediener nicht obligatorisch.
- Zustimmungseinrichtung und Richtungssteuerung sind an einem Bedienpult oder an einem tragbaren manuellen Bedienpult befestigt, um dem Bediener eine vollständige Sicht auf den Gefährdungsbereich zu ermöglichen.
- Solange nur eine Gefährdung durch Stoß (Lücke > 300 mm) besteht, ist eine Fahrgeschwindigkeit bis zu 25 m/min zulässig.
- Wenn die Lücke zwischen der beweglichen kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung und der festen trennenden Schutzeinrichtung unter 300 mm liegt und eine Gefährdung durch Quetschen oder Scheren darstellt, ist eine maximale Fahrgeschwindigkeit von nur 5 m/min zulässig.
- Durch Freigabe der Zustimmungseinrichtung (erste Hand) oder der Richtungssteuerungseinrichtung (zweite Hand) soll sich der Antrieb so schnell wie möglich bis zum Stillstand verlangsamen (IEC 60204-1:2009, 9.2.2);

Oder

- c) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung durch Einhandsteuerung. Bei einer Einhandsteuerung ist die Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung an einer festen sicheren Position zu platzieren. Durch die Freigabe der Einhandsteuerung soll sich der Antrieb bis zum Stillstand verlangsamen, eingeleitet durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J.

ANMERKUNG Sicherheitsfunktionen sind in Tabelle J.13 zu finden.

5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen

5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1

Es sind folgende Anforderungen an technische Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1 zu erfüllen:

- a) Zum Verhindern eines Zugangs zum Schneidwerkzeug (Bilder in D.1) sind einstellbare trennende Werkzeugschutzeinrichtungen, einstellbare trennende Schutzeinrichtungen oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorzusehen. Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119 entsprechen.
- b) Es ist eine elektronische Schnittstelle zum Verbinden einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung mit der Steuerung der Maschine vorzusehen, z. B. zum Verhindern einer Spindeldrehung, wenn die trennende Schutzeinrichtung offen ist.
- c) In Bezug auf Handräder sind Gefährdungen durch Einklemmen, Erfassen und Stoß infolge der Kraftrotation von Handrädern zu verhindern, z. B. durch automatische Auskupplung oder durch den Einsatz glattmassiver (keine Speichen) Handräder, und zwar entweder ohne Stifte oder abgefedert zu einer sicheren Position der Stifte.
- d) Schutzkleidung und Schulung sind wichtig. Da der Bediener nicht vollständig vor Gefährdungen herausgeschleudeter Teile aus dem Arbeitsbereich geschützt ist, ist ein besonderes Augenmerk auf die Dokumentation zu legen, d. h. auf die Bedienungsanleitung, um sicherzustellen, dass der Bediener die geforderte Qualifikation hat und die persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet, z. B. Schutzbrillen, eng anliegende Maßkleidung usw. (siehe Anweisungen in 6.3.1 p) und, soweit möglich, zusätzliche, an den anstehenden Bearbeitungsprozess angepasste Sicherheitsvorrichtungen benutzt.
- e) Der stetige angetriebene Achsvorschub darf 2 m/min nicht überschreiten und/oder die gesteuerte hohe Achsgeschwindigkeit mit selbsttätiger Rückstellung darf 5 m/min nicht überschreiten.

Sofern die Maschinen der Bauart 1 über eine 2 m/min überschreitende stetige angetriebene Vorschubgeschwindigkeit der Achse und/oder über eine 5 m/min überschreitende gesteuerte hohe Achsgeschwindigkeit mit selbsttätiger Rückstellung verfügen, gelten die Anforderungen aus 5.2.2 für Maschinen der Bauart 2 auch für Maschinen der Bauart 1.

5.2.2 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 2

Es gelten die folgenden Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen und spezifischen Anforderungen für Maschinen der Bauart 2:

- a) Der Arbeitsbereich ist mit festen und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung(en) zu schützen (siehe Bild D.2). Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120, Verriegelungen müssen ISO 14119 entsprechen. Es ist eine Zuhaltung (ISO 14119) vorzusehen, wenn das Öffnen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (d. h. Auslauf) Zugang zu etwaigen Gefährdungen während der Verlangsamung verschafft; siehe ISO 13855:2010, 9.
- b) Maschinenbewegungen dürfen nur möglich sein, wenn die verriegelte(n) bewegliche(n) trennende(n) Schutzeinrichtung(en) geschlossen ist/sind. Verriegelungseinrichtungen müssen ISO 14119 entsprechen. Das Öffnen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung muss die gefährdenden Bewegungen stoppen und verhindern. Das Stillsetzen in Kategorie 0 oder Kategorie 1 muss entsprechend IEC 60204-1:2009, 9.2.5.3, erfolgen. Für die Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllen SOS, SS2, SS1 und STO in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2 die oben genannten Anforderungen.

- c) Wenn angetriebene Maschinenbewegungen bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung erforderlich sind (z. B. zum Einstellen), sind diese Bewegungen nur mit den folgenden Einschränkungen zulässig:
- 1) Die Verfahrgeschwindigkeit des Achsvorschubs ist auf 2 m/min zu begrenzen und ist mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung einzuleiten und aufrechtzuerhalten (ISO 12100:2010, 3.28.3).
 - 2) Die Spindelumdrehung ist mit einer der folgenden Maßnahmen einzuleiten und aufrechtzuerhalten:
 - eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung;
 - eine Spindelstartvorrichtung zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung. Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt vom Befehl „Zyklusstart“ ausgeführt wird, ist die Achs- und Spindelbewegung nur bei betätigter Zustimmungseinrichtung einzuleiten und aufrechtzuerhalten. Die Freigabe der Zustimmungseinrichtung muss nach Anhang J eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion einleiten. Für die Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllen SOS, SS1, SS2 und STO in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2 diese Anforderung.
 - 3) Die Drehzahl der Spindel ist durch die Fähigkeit des Stoppens der Drehbewegung zu begrenzen, während die bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist und die Sicherheitsfunktionen greifen. Nach einem Stopp-Befehl muss die Spindel innerhalb von 2 Umdrehungen ohne Werkzeug stillstehen. Im Falle eines Energieausfalls oder eines Fehlers in der Steuerung oder in den Leistungselementen ist ein Leerlauf des Spindelantriebs zulässig.
- d) Zum Verhindern des Zugangs zu beweglichen Maschinenelementen mit Lineargeschwindigkeiten über 15 m/min sind feste und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung(en) vorzusehen; wo nur eine Gefährdung durch Aufprall besteht; oder 2 m/min, wo eine Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder durch Erfassen besteht. Die Sicherheitsabstände für trennende Schutzeinrichtungen, durch die verhindert werden soll, dass der Bediener oder sonstige exponierte Personen in den Gefährdungsbereich gelangen, sind entsprechend ISO 13857:2008, Tabelle 4 bis Tabelle 7, anzuordnen.

5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4

5.2.3.1 Zugang zum Arbeitsbereich

Trennende Schutzeinrichtungen sind zur Verminderung der in Tabelle 2 aufgeführten Risiken (z. B. Erfassen, Quetschen, Scheren usw.) vorzusehen. Dies geschieht durch Verhindern eines Zugangs zu gefährlichen Teilen/Bereichen der Maschinen (siehe Abschnitt 4). Allgemeine Handlungsempfehlungen zur Auswahl von Schutzeinrichtungen, wo die von den beweglichen Teilen ausgehenden Gefährdungen nicht durch die Konstruktion vermieden werden können, sind in 5.1.2 und in ISO 12100:2010, Tabelle B.1, erläutert. Gestaltung trennender Schutzeinrichtungen zur Minimierung der Gefährdungen durch herausschleudernde Teile siehe 5.12.

Wo vernünftigerweise durchführbar, ist der Arbeitsbereich während der Bearbeitungsvorgänge von festen und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen zu umschließen. Wo eine Umhausung vernünftigerweise nicht durchführbar ist (z. B. aufgrund der Größe des Werkstücks, seiner Geometrie, anderer spezieller Eigenschaften der Maschine oder ihrer Anwendung), sind die Bediener und andere exponierte Personen durch eine Kombination anderer Maßnahmen zu schützen (z. B. geschützte Bedienerposition durch eine Kabine, Einzäunung, andere nichttrennende Schutzeinrichtungen). Wo beispielsweise externe Geräte (z. B. Kran) zum Beladen/Entladen einer großen Maschine mit Werkstücken zum Einsatz kommen, sind eine Kabine und eine Einzäunung praktischere Schutzeinrichtungen als eine Umhausung. Weitere Informationen zu Bedienerkabinen und Einzäunung siehe 5.16.

Alle Schutzmaßnahmen zur Zugangserfassung zum Arbeitsbereich, wie BWS oder PSPD, müssen mit den folgenden Normen übereinstimmen:

- BWS, siehe IEC 61496-1, IEC 61496-2, IEC 61496-3;
- PSPD, siehe ISO 13856-1, ISO 13856-2, ISO 13856-3.

ANMERKUNG BWS siehe 3.1.8 und PSPD siehe 3.1.10.

Abstände zwischen der technischen Schutzmaßnahme (z. B. AOS) und dem Arbeitsbereich müssen im Hinblick auf die Annäherungsgeschwindigkeit der ISO 13855 entsprechen.

5.2.3.2 Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen

Trennende Schutzeinrichtungen verfügen über die folgenden Eigenschaften und es bestehen die folgenden spezifischen Anforderungen für Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4:

- a) Befestigung: Soweit vernünftigerweise durchführbar, ist die trennende Schutzvorrichtung zur Arbeitsbereichsabsicherung an der Struktur der Maschine zu befestigen (siehe ISO 14120:2015, 3.2.1). Siehe beispielsweise Bilder D.3 bis D.8.
- b) Prozessbeobachtung: Wo eine routinemäßige Beobachtung des Bearbeitungsprozesses erforderlich ist, sind Maßnahmen (z. B. Fenster) zu treffen, so dass dies ohne die Notwendigkeit des Öffnens, Entfernens oder Unterbrechens der Arbeitsbereichsabsicherung oder anderer nichttrennender Schutzeinrichtung(en) erreicht werden kann (siehe auch Tabelle 2, 8.6 zu Sichtbarkeit und lokale Beleuchtung).
- c) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen:
 - 1) Alle trennenden Schutzeinrichtungen, durch die ein häufiger Zugang von mehr als einmal je Schicht zu gefährdenden Bewegungen während des Betriebes erforderlich ist, sind als verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen zu konstruieren. Durch das Öffnen einer trennenden Schutzeinrichtung oder die Betätigung einer nichttrennenden Schutzeinrichtung in jeder MSO müssen die Sicherheitsanforderungen der ausgewählten MSO eingeleitet werden (siehe ISO 14118). Sofern das Öffnen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung den (die) Bediener Gefährdungen durch Quetschen, Scheren, Schneiden oder Abtrennen, Aufwickeln, Einziehen oder Erfassen, Stoßen, Ein- oder Durchstich aussetzt, ist eine Zuhaltung vorzusehen (ISO 14119).

Ist eine anhaltende Bewegung (z. B. Spindelleerlauf) nach einem Spannungsausfall zu erwarten, ist der Zugang zur Maschine durch eine Zuhaltung im spannungslosen Zustand zu verhindern.

- 2) Es sind Maßnahmen zum Minimieren eines möglichen Fehlschlagens von Verriegelungseinrichtung(en) zu ergreifen (siehe ISO 14119:2013, 7).
- 3) Wenn Personen Ganzkörperzugang haben können oder sich in dem/den Gefährdungsbereich(en) aufhalten können, ohne für den Bediener sichtbar zu sein, sind Maßnahmen zur Verhinderung eines Neustarts zu treffen. Hierbei kann es sich um folgende Maßnahmen handeln:
 - Anwesenheitserkennung,
 - Verhinderung des Türschließens durch technische Maßnahmen (z. B. durch Vorhängeschloss gesichert),
 - Doppelquittierung (innerhalb und außerhalb der nichttrennenden Schutzeinrichtung), oder
 - Bestätigung von einer Position, aus der heraus der Gefährdungsbereich einsehbar ist (unmittelbare Aktivierung der Zuhaltung).

Zum Verhindern eines unbeaufsichtigten Schließens von trennenden Schutzeinrichtungen und eines Einschließens von Personen müssen nichttrennende Schutzeinrichtungen (z. B. schwerkraftbetätigt, federbetätigt oder Vorhängeschloss) zur Verfügung stehen oder es müssen Vorrichtungen (z. B. schwerkraft- oder federbetätigt) zum Verhindern eines Schließens von trennenden Schutzeinrichtungen zur Verfügung stehen.

- 4) Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit einer Start-Funktion (Steuerungsfunktion) sind nur zu verwenden, wenn alle Anforderungen von ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5, erfüllt sind.
 - 5) Wenn verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung verwendet werden und ein Ganzkörperzugang möglich ist, ist entweder die Verriegelung eingeschaltet angewendet oder eingeschaltet freigegeben (ISO 14119:2013, 4.3.3) oder es ist eine Fluchtentriegelung (ISO 14119:2013, 5.7.5.2) bereitzustellen.
- d) Mehrere Arbeitsbereiche: Wo eine einzelne Maschine der Bauart 3 mit mehr als einem Arbeitsbereich ausgestattet ist, sind technische Schutzmaßnahmen (z. B. feste oder bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen oder nichttrennende Schutzeinrichtungen) als Schutz für den (die) Bediener vor benachbarten aktiven Arbeitsbereichen (z. B. beim Beladen oder Entladen mit Werkstücken in einem nicht aktiven Arbeitsbereich, Reinigung) vorzusehen. Eine eigenständige Bewegung der Maschine in einen benachbarten, nicht aktiven Arbeitsbereich, ist durch die Verwendung einer Begrenzungseinrichtung, z. B. von mechanischen Sperren, Bereichsgrenzschaaltern oder von Lichtstrahlen, zu verhindern.
- e) Alternativen zu Umhausungen:
- Zugang zum Arbeitsbereich durch den (die) Bediener aus der normalen (ortsfesten) Bedienposition heraus ist durch örtliche trennende Schutzeinrichtungen zu verhindern (typischerweise in Form einer Kabine; siehe Bild D.6). Anforderungen an den Zugang zur Bedienerkabine/Plattform siehe auch 5.16.3 und/oder 5.16.4 bezüglich der Anforderungen an den Zugang zur Maschine, welcher durch eine Einzäunung gesichert ist.
 - Ein Zugang zum Arbeitsbereich durch andere Personen als dem Maschinenbediener ist zu verhindern (Anforderungen an den Zugang zur Kabine/Plattform siehe auch 5.16.3 und/oder 5.16.4 bezüglich der Anforderungen an den Zugang zur Maschine durch die Verwendung einer Umzäunung).

5.2.4 MSO der Maschinenbedienung

5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die vorgeschriebenen, optionalen oder nicht zulässigen sicheren Betriebsarten (MSO).

Tabelle 3 — Übersicht zu den Bauarten der Maschinen sowie den Betriebsarten

Sichere Betriebsart (MSO)	Bauart 1 Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung	Bauart 2 Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzter numerisch gesteuerter Fähigkeit	Bauart 3 Numerisch gesteuerte Bohrmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren	Bauart 4 Transfer- und Sondermaschinen
MSO 0 Manueller Betrieb	vorgeschrieben	vorgeschrieben	nicht zulässig	nicht zulässig
MSO 1 Automatikbetrieb	nicht zulässig	vorgeschrieben siehe 5.2.2	vorgeschrieben	vorgeschrieben
MSO 2 Einrichtbetrieb ^a	nicht zulässig	optional	vorgeschrieben	vorgeschrieben
MSO 3 Optionale Betriebsart für manuelle Intervention unter eingeschränkten Betriebsbedingungen ^a	nicht zulässig	nicht zulässig	optional	optional
MSO Service^a Betriebsart Service	nicht zulässig	optional	optional	optional

^a Zum Erteilen einer Zugangsberechtigung kann es notwendig sein, verschiedene Schlüsselschalter (oder andere geeignete Zugangswege) für eine Maschine bereitzustellen.

ANMERKUNG 1 Beispiel für die Implementierung:

Schlüssel 1: Zugang zum Einrichtbetrieb (und Automatikbetrieb) für das Einrichten zuständige Personal [siehe 6.3.1 a) 3)];

Schlüssel 2: Zugang zum NC-Programmcode und zu den benutzerbezogenen NC-Parameteränderungen für angemessen ausgebildetes Personal [siehe 6.3.1 a) 3)].

Schlüssel 3: Zugang zur sicheren Betriebsart 3 für angemessen ausgebildetes und autorisiertes Personal [siehe 6.3.1 a) 3)].

Schlüssel 4: Zugang zur Betriebsart Service für ausgebildetes Servicepersonal des Maschinenanwenders [siehe 6.3.1 a) 3)].

ANMERKUNG 2 Bei den meisten Anwendungen können der Schlüsselschalter 1 (Einrichtbetrieb) und Schlüsselschalter 2 (NC-Programmcodezugang) identisch sein.

Ist die Maschine so konstruiert und gebaut, dass verschiedene sichere Betriebsarten (MSO) der Maschinenbedienung (siehe Tabelle 3) mit unterschiedlichen Schutzmaßnahmen und/oder Funktionsweisen möglich sind, ist die Maschine mit einer MSO-Auswahleinrichtung auszustatten.

5.2.4.2 Anforderungen an das MSO-Auswahlsystem (nur Maschinen der Bauart 2, Bauart 3 und Bauart 4)

Die Auswahl einer MSO muss entsprechend Bild 1 erfolgen.

Das MSO-Auswahlsystem besteht aus einem System zum Zugangsschutz (in Bild 1 Schutz vor Zugang genannt) und einem Sicherheitssystem [in Bild 1 Sicherheit (SRP/CS) genannt]. Der alleinige Zweck des Zugangsschutzes ist das Verhindern eines unerlaubten Zugangs zum Sicherheitssystem, das die eigentliche MSO-Auswahleinrichtung und die MSO-Aktivierungseinrichtung umfasst. Das System zum Zugangsschutz selbst ist kein sicherheitsbezogener Teil des Steuerungssystems (SRP/CS).

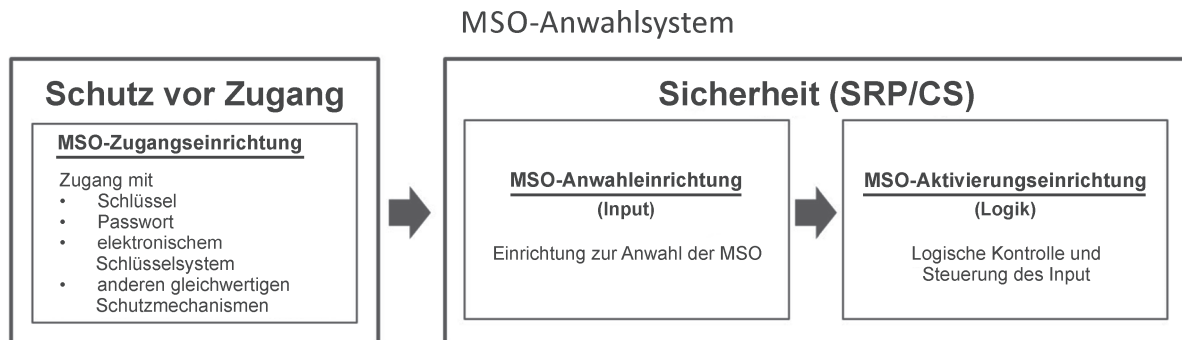


Bild 1 — Abgrenzung zwischen Schutz- und Sicherheitssystem

Durch die MSO-Zugangseinrichtung (Schutz vor Zugang) und die zugehörigen Steuerungssystem-Anordnungen (SRP/CS) muss sichergestellt werden, dass jeweils nur eine MSO ausgewählt und aktiviert werden kann. Anforderungen bezüglich Sicherheitsfunktionen, siehe Anhang J.

Die Auswahl einer MSO ist nur von außerhalb der Gefährdungsbereiche zulässig.

Das MSO-Auswahlsystem muss in der ausgewählten Position abschließbar sein. Die Wahl der Betriebsart an sich darf keinen Maschinenbetrieb einleiten. Für die Auswahl der MSO müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- a) Ist mehr als eine Position (Steuerpult) für die Auswahl der MSO in einem Gefährdungsbereich mehrerer Maschinen oder in miteinander in Wechselwirkung stehender Teilmaschinen verfügbar, und wird eine andere sichere Betriebsart als MSO 1 von einem beliebigen Steuerpult eines fest zugeordneten Gefährdungsbereiches ausgewählt, ist der Automatikzyklus für diesen besonderen Gefährdungsbereich zu unterbrechen, bevor ein Zugang zu diesem Gefährdungsbereich ermöglicht wird.
- b) Jede ausgewählte MSO ist optisch anzuzeigen [z. B. durch optische Anzeige am Bedienpult, durch farbige Signallampen oder einen Text an der Benutzerschnittstelle (MMS – Mensch-Maschine-Schnittstelle)]. Siehe auch 5.2.4.8 und Tabelle 4. In besonderen Fällen können, wenn nötig, auch akustische Signale eingesetzt werden (ISO 11161:2007, 8.10).
- c) Eine dynamische Betriebsartenauswahl ist bei laufender Maschine nicht zulässig. Ein dynamischer Übergang zwischen MSO 1 und MSO 3 ist nur auf Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4 anwendbar (siehe 5.2.4.6).
- d) Wo eine Maschine mehr als einen Leitstand hat, sind Maßnahmen vorzusehen, um sicherzustellen, dass das Einleiten von Befehlen von verschiedenen Leitstellen nicht zu einer gefährdenden Situation führt (IEC 60204-1:2009, 9.2.5.1).

5.2.4.3 Sichere Betriebsart 0: Manueller Betrieb (MSO 0)

Wenn MSO 0 ausgewählt wird, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wenn bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen für das Werkzeug oder am Tisch vorgesehen sind, ist die Spindelumdrehung nur manuell, durch eine zu diesem Zweck vorgesehene Steuerungseinrichtung, einzuleiten, wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen offenstehen, darf die Spindelbewegung nur mit betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Die Freigabe der Zustimmungseinrichtung leitet eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion der Spindelumdrehung entsprechend Anhang J ein.
- b) Vorschubbewegungen der Achse sind mit geschlossenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen am Tisch möglich und die Geschwindigkeit des Vorschubs ist auf 5 m/min zu begrenzen. Eine Vorschubbewegung der Achse mit offener verriegelter Schutzeinrichtung am Tisch ist manuell auswählbar und ist nur durch Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung mit einer auf 2 m/min begrenzten Geschwindigkeit möglich.
- c) Eilvorschub muss manuell auswählbar sein und darf nur durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung möglich sein.
- d) Bei ansteuerbaren kraftbetriebenen Vorschubachsen ist der Vorschub bei jeweils nur einer Achse zulässig. Die Spindelumdrehung darf zeitgleich stattfinden. Die Freigabe der Zustimmungseinrichtung stoppt die Spindel und die durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion eingeleitete Vorschubbewegung entsprechend Anhang J.

5.2.4.4 Sichere Betriebsart 1: Automatikbetrieb (MSO 1)

MSO 1 ist die Standardbetriebsart für die Produktion, bei der die volle Leistung der Maschine genutzt werden kann. Die manuelle Bewegung der Maschinenachsen und der Betrieb bei laufendem Spindeltrieb ist mittels einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder MPG (d. h. elektronisches Handrad) zulässig, wenn alle technischen Schutzmaßnahmen aktiv und die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wird MSO 1 (Automatikbetrieb) ausgewählt, gelten vor dem Start der Maschine die folgenden Bedingungen:

- a) Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, durch die ein Zugang zum Arbeitsbereich ermöglicht wird, müssen geschlossen sein und die nichttrennenden Schutzeinrichtungen müssen aktiv sein, um einen Automatikbetrieb zu ermöglichen und aufrechtzuerhalten.
- b) Ist ein Ganzkörperzugang zum Gefährdungsbereich möglich, ist sicherzustellen, dass sich in diesem Bereich keine Personen aufhalten. Kann nicht sichergestellt werden, dass Personen von der Position aus, an der die Steuerungseinrichtungen für den Start/Neustart platziert sind, gesehen werden können, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen vorzusehen, wie beispielsweise Einrichtungen zur Anwesenheitsmeldung oder Doppelquittierung innerhalb und außerhalb des zugänglichen Arbeitsbereichs, oder auch akustische oder optische Warnmeldungen (ISO 11161:2007, 8.10).
- c) Wo mehrfache Starteinrichtungen für den Hauptsteuerungszyklus bereitgestellt werden und die Bediener sich deshalb gegenseitig in Gefahr bringen können, darf nur jeweils eine aktiviert sein [ISO 12100:2010, 6.2.11.8 e)]. Wenn es möglich ist, dasselbe gefährdende Element mittels unterschiedlicher Steuerungen zu starten, ist der Steuerkreis so anzuordnen, dass jeweils nur eine Steuerung betriebsbereit ist.

d) Für den Start/Neustart in MSO 1 sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- der Start/Neustart darf nur von einer Steuerungsstation eingeleitet werden, bei der keine Gefährdung besteht;
- alle nichttrennenden Schutzeinrichtungen, einschließlich ihrer sicherheitsbezogenen Funktionen, müssen ordnungsgemäß angeordnet und aktiv sein;
- es ist sicherzustellen, dass ein Start/Neustart nicht unbeabsichtigt eingeleitet werden kann (z. B. umhüllte Drucktaste);
- die Steuerungseinrichtung(en) für den Start/Neustart müssen so platziert sein, dass sie eine freie und ungehinderte Sicht auf Personen innerhalb des Gefährdungsbereiches ermöglichen.

Lediglich mit dem Beladen/Entladen von Werkzeugen/Werkstücken in MSO 1 in Verbindung gebrachte Bewegungen bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen dürfen mit spezifischen, in 5.2.5.1 e (Maschine mit Werkzeugmagazin), 5.2.5.2 c (Maschine mit Werkzeugwechsler), 5.2.5.3 d (Maschine mit Werkstück-Handhabungsmechanismus), 5.2.5.4 (Maschine mit Werkstück-Einstellstation) und 5.2.5.5 b (Maschine mit Werkstück-Spannmechanismus) dargelegten Anforderungen möglich sein.

e) Die Bearbeitung in MSO 1 ist zulässig, wenn die Maschinenachsen mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einem elektronischen Handrad bedient werden, und wenn dabei die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind.

5.2.4.5 Sichere Betriebsart 2: Einrichtbetrieb (MSO 2)

5.2.4.5.1 Grundlegende Spezifikationen

MSO 2 ist eine Betriebsart, die es dem Bediener ermöglicht, Anpassungen für das nachfolgende Bearbeitungsverfahren mit offenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen vorzunehmen. Die Bestimmung der Werkzeug- und der Werkstückposition, z. B. durch Berühren des Werkstücks mit einem Messtaster oder Werkzeug, gehört zum Einrichtbetrieb.

Eine Bearbeitung in MSO 2 ist weder mit geschlossenen noch mit offenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen zulässig.

Beim Wechsel zu MSO 2 von einer anderen MSO ist der Arbeitszyklus zunächst zu unterbrechen und dann kann der Zugang zum Arbeitsbereich ermöglicht werden (z. B. durch Entriegelung der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung).

Bei Verwendung einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder eines elektronischen Handrads dürfen Ein-Achsbewegung und Spindeldrehung nur bei Betätigung der Zustimmungsvorrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung wird eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J eingeleitet. Eine Zustimmungseinrichtung ist nicht erforderlich, wenn die Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder das elektronische Handrad die Sicherheitsanforderungen nach 5.8.5 erfüllen.

Wenn eine manuelle Dateneingabe (en: manual data input, MDI) gefolgt vom Befehl „Zyklusstart“ durchgeführt wird, dürfen Einzelachsen- und Spindelbewegungen nur bei Betätigung der Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J eingeleitet werden.

Die erforderlichen Bewegungen in MSO 2 sind auf vorgegebene Ablaufschritte zu beschränken, welche jedoch keine Vollautomatisierung bedeuten.

5.2.4.5.2 Funktionsumfang

Wenn eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist und/oder eine nichttrennende Schutzeinrichtung außer Kraft gesetzt ist, sind gefährdende kraftbetriebene Maschinenbewegungen nur unter den folgenden Bedingungen zulässig:

- a) singuläre Linearachsenverschiebungen
 - sind auf ein Maximum von 2 m/min zu beschränken, oder
 - die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen;
- b) für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel),
 - Umfangsgeschwindigkeiten sind auf 15 m/min zu beschränken, und
 - die Drehzahl ist auf 50 min⁻¹ zu beschränken (ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 f);
- c) Die zulässige Spindeldrehzahl muss durch die Abbremsfähigkeit begrenzt/eingeschränkt werden. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel, ohne Werkzeug, innerhalb von zwei Umdrehungen zum Stillstand kommen.

ANMERKUNG Die zwei Umdrehungen beziehen sich nur auf den Abbremsvorgang selbst. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht eingeschlossen, z. B. die Freigabe der Zustimmungseinrichtung und der Steuerung sind nicht eingeschlossen.

- d) Wo ein Ganzkörperzugang möglich ist, sind die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Vorschubbewegungen der Achse oder des schrittweisen Abstands [definiert in a), b) und c) oben] zu überwachen (siehe 5.8.6 und Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit in Tabelle J.17, 17.3 und 17.4). Es ist ein Stopp einzuleiten, wenn die Höchstgeschwindigkeit überschritten wird. Die Stopp-Funktion der Bewegung ist durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion entsprechend Anhang J einzuleiten. Wenn ein Ganzkörperzugang nicht vorgesehen ist, kann anstelle einer Geschwindigkeitsüberwachung eine Zustimmungseinrichtung oder eine Einrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingesetzt werden.
- e) Es sind Maßnahmen zum Verhindern von gefährdenden Bewegungen schwerkraftbelasteter vertikaler oder schräger Achsen (z. B. Bremsen, Gegengewicht, Anhang G) vorzusehen.
- f) Bewegungen eines ungeschützten Späneförderers dürfen nur von einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einer Zustimmungseinrichtung (erste Hand) in Verbindung mit einer Richtungssteuerung (zweite Hand) (siehe J.11.2 bis J.11.4) eingeleitet und aufrechterhalten werden, jedoch nicht in Verbindung mit Vorschubachsen und Spindelbewegung.
- g) Nur für Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4: Automatische Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen müssen bei anstehenden Aktionen innerhalb des Arbeitsbereichs blockiert bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegung darf nur über die Wiederanwahl von MSO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte einzelne Bewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jede Bewegung ist mit einem Startbefehl einzuleiten. Dies kann z. B. durch MDI erreicht werden.

5.2.4.6 Sichere Betriebsart 3: Optionale Betriebsart für manuelle Intervention unter eingeschränkten Betriebsbedingungen (MSO 3)

5.2.4.6.1 Grundlegende Spezifikationen

MSO 3 ermöglicht den Einsatz der Maschine unter manueller oder numerischer Steuerung mit offenen trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen.

Das Risiko in MSO 3 ist aufgrund der offenen trennenden Schutzeinrichtungen beziehungsweise der außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen signifikant höher als in MSO 1. Um das Gesamtrisiko über die Lebensdauer der Maschine angemessen zu reduzieren, ist die Nutzungsdauer und somit der Anteil von MSO 3 auf das absolute Minimum zu beschränken. Das Gesamtrisiko sinkt proportional mit einer kürzeren Nutzungsdauer von MSO 3.

Durch das Beschränken der Maschinenleistung in MSO 3 wird im vorliegenden Dokument eine Motivation gegeben, zur leistungsfähigeren Betriebsart MSO 1 zurückzuschalten.

Das Umschalten von MSO 1 zu MSO 3: Zunächst sind die Betriebsbedingungen von MSO 1 auf jene in MSO 3 geforderten zu reduzieren und zu überwachen. Danach sind die relevanten Sicherheitsanforderungen (z. B. die Möglichkeit zum vorläufigen/teilweisen Öffnen der trennenden Schutzeinrichtungen oder zum Unterbrechen der nichttrennenden Schutzeinrichtungen) zu ermöglichen.

Das Umschalten von MSO 3 zu MSO 1: Zunächst sind die höheren Sicherheitsanforderungen von MSO 1 (z. B. geschlossene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen oder aktivierter Lichtvorhang) zu aktivieren und zu überwachen, erst danach sind die höheren Werte der Maschinenparameter von MSO 1 zu ermöglichen.

MSO 3 ist nur bereitzustellen, wenn nähere Einzelheiten zur bestimmungsgemäßen Verwendung bekannt sind und die Bediener durch den Maschinenhersteller oder Lieferanten geschult und autorisiert sind. Das geforderte Qualifikationsniveau für die Bediener ist in der Betriebsanleitung definiert (siehe 6.3.1, a), 3).

Drehbearbeitungen sind in MSO 3 nicht zulässig (siehe ISO 23125).

5.2.4.6.2 Funktionsumfang

Wenn MSO 3 bereitgestellt und aktiviert wird, gelten die folgenden Bedingungen:

- a) Die individuelle Achsengeschwindigkeit
 - ist auf 5 m/min zu beschränken, oder
 - die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen.
- b) Für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel)
 - sind Umfangsgeschwindigkeiten auf 15 m/min zu beschränken, und
 - die Drehzahl ist auf 50 min⁻¹ zu beschränken [siehe auch ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 f)].
- c) Die zulässige Spindeldrehzahl hängt von der Abbremsfähigkeit der Spindel ab. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel, ohne Werkzeug, innerhalb von fünf Umdrehungen stillstehen.

ANMERKUNG Die Anzahl von fünf Umdrehungen bezieht sich auf den Abbremsvorgang selbst. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht eingeschlossen, z. B. die Freigabe der Zustimmungseinrichtung und der Steuerung sind nicht eingeschlossen.

- d) Wo ein Ganzkörperzugang vorgesehen ist, sind die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Vorschubbewegungen der Achse oder des schrittweisen Abstands [wie in a), b) und c) oben definiert] zu überwachen (siehe 5.8.6 und Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit in Tabelle J.17, 17.3 und 17.4). Wird die Höchstgeschwindigkeit überschritten, ist nach Anhang J eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion einzuleiten.

- e) Nicht programmierte Bewegungen werden folgendermaßen erreicht:
- 1) Die Spindeldrehung muss durch eine Steuerungseinrichtung zum Spindelstart zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung eingeleitet und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
 - 2) Achsenbewegungen sind durch eine der folgenden Maßnahmen einzuleiten und aufrechtzuerhalten:
 - Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung; oder
 - elektronisches Handrad; oder
 - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Zyklusstart zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung.
- f) Die Ausführung eines Programms ist durch eine Steuerungseinrichtung zum Starten des Arbeitszyklus in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung einzuleiten und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechtzuerhalten.
- g) Ebenso gelten die Anforderungen von MSO 2 in 5.2.4.5.2, e), f) und g).
- h) In allen vorgenannten Fällen wird durch die Freigabe der Zustimmungseinrichtung eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J eingeleitet.
- i) Wenn ergonomische Erwägungen bei der Anwendung von MSO 3 den Einsatz einer Zustimmungseinrichtung unpraktikabel machen (z.B. weil die Dauer der notwendigen Prozessbeobachtung/-intervention eine akzeptable Ermüdungszeit für den Maschinenbediener zur Betätigung der Zustimmungseinrichtung überschreitet oder die Handhabung mehrerer Regler zur Parametereinstellung das dauerhafte Betätigen einer Zustimmungseinrichtung verhindert), muss eine zum Ersatz der Zustimmungseinrichtung alternative Kombination aus technischen Maßnahmen zur Verringerung des Erfass- und Quetschrisikos vorgesehen werden. Nachstehend sind zwei Beispiele für akzeptierte Kombinationen alternativer technischer Maßnahmen aufgeführt:
- 1) Eine von den Maschinenbewegungen sichere Stehposition für den Bediener, die durch eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (BWS) überwacht wird, z. B. eine Abtastvorrichtung oder ein Lichtvorhang, aber keine druckempfindliche Matte oder ähnliche leicht zu umgehende Schutzeinrichtung, und zwar zusammen mit den folgenden Komponenten:
 - Aktivierung mit einer MSO-Auswahleinrichtung,
 - es ist eine leicht zugängliche Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall bereitzustellen,
 - auf alle beweglichen Maschinenelemente, die eine Gefährdung durch Quetschen darstellen, ist eine Konstruktion anzuwenden, die eine Stoppfunktion durch druckempfindliche Schutzeinrichtung(en) (PSPD) auslöst,
 - das Überwachen reduzierter Spindeldrehzahlen und Achsgeschwindigkeiten muss die Anforderungen von Tabelle J.17, 17.3 und 17.4, erfüllen (siehe auch 5.8.6), und
 - die Benennung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (PSA), z. B. Schutzbrille, Schutzschuhe usw., ist in der Bedienungsanleitung anzugeben [siehe 6.3.1 a)2) und p) und 6.3.8].

- 2) Schutz gegen Gefährdung durch Aufwickeln durch eine feststehende trennende Schutzeinrichtung, welche die rotierende Spindel und den Fräser umschließt, oder ein BWS (z. B. AOS, Lichtvorhang) um (oder vor) der rotierenden Spindel und dem Fräser (die Position der AOS muss den Anforderungen der ISO 13855 entsprechen) zusammen mit folgenden Komponenten:
- Aktivierung mit einer MSO-Auswahleinrichtung,
 - es ist eine leicht zugängliche Einrichtung zum Stillsetzen im Notfall bereitzustellen,
 - druckempfindliche Schutzvorrichtung(en) sind an allen beweglichen Maschinenelementen anzubringen, die eine Quetschgefahr darstellen,
 - das Überwachen von reduzierten Spindeldrehzahlen und Achsgeschwindigkeiten muss die Anforderungen von Tabelle J.17, 17.3 und 17.4, erfüllen (siehe auch 5.8.6), und
 - eine Benennung angemessener persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ist in der Bedienungsanleitung vorzusehen [siehe 6.3.1 a)2) und p) und 6.3.8].

ANMERKUNG Beispiele für Arbeitssituationen und Arbeitsaufgaben, bei denen MSO 3 benötigt wird, sind in ISO/TR 16090-2¹⁾ aufgeführt.

- j) Zur Verminderung von Gefährdungen durch Herausschleudern muss die Schnittgeschwindigkeit in jeder MSO-3-Anwendung ISO 15641 entsprechen.

5.2.4.7 Sichere Betriebsart Service, Service (MSO Service)

MSO Service ist nur für Servicemitarbeiter bereitzustellen, die vom Maschinenhersteller geschult und autorisiert sind.

- a) In der Bedienungsanleitung sind angemessene Sicherheitshinweise zur Verfügung zu stellen.
- b) Die Bewegungen der automatischen Werkstückwechsellvorrichtungen sind gegebenenfalls mit reduzierten Geschwindigkeiten durchzuführen. Die einzelnen Schritte sind nacheinander einzuleiten.
- c) Es sind Vorkehrungen zu treffen, um eine gefährliche Bewegung von vertikalen oder schrägen Achsen unter Schwerkraft zu verhindern, z. B. redundantes Rückhaltesystem (siehe Anhang G). Anforderungen bezüglich Sicherheitsfunktionen, z. B. Steuerungsfunktion zum Verhindern des unbeabsichtigten Absinkens von vertikalen oder schrägen Achsen, siehe Anhang J;
- d) Es sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen wie Sekundärschutzeinrichtungen, Sperren oder Bildschirme in Kombination mit Warnhinweisen vorzusehen;
- e) Die MSO Service wird eine beschränkte automatische Funktionalität der Maschine oder von Teilen von dieser ermöglichen, bei der die Hauptschutzeinrichtungen des jeweiligen Arbeitsbereiches offen sein können. Es liegen folgende Beschränkungen vor:
 - 1) Vor der Auswahl des MSO Service ist eine Absperrkette mit Warnschild anzubringen. Der Warnhinweis weist darauf hin, dass an der Maschine Servicearbeiten durchgeführt werden und dass es unautorisierten Personen nicht gestattet ist, diese Kette zu passieren.
 - 2) Bearbeitungsvorgänge sind im Servicebetrieb nicht zulässig und sind so weit wie möglich systematisch zu verhindern.

1) wird noch veröffentlicht

- 3) Eine gleichzeitig stattfindende Umdrehung der Spindel und Achsbewegung ist nur für Messungen und Kalibrieraufgaben zulässig.
- 4) Ist eine Bewegung des Werkzeugwechslers und/oder Werkzeugmagazins vorgesehen, sind Bewegungen eines automatischen Werkzeugwechsels oder eine Bewegung des Werkzeugmagazins durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einen Startknopf einzuleiten. Es muss möglich sein, die einzelnen Schritte nacheinander einzuleiten.
- 5) Ergibt die Gefährdungsanalyse, dass der Druck der Kühlmittleinspritzung bei geöffneten Verriegelungseinrichtungen Gefahren hervorrufen kann, muss der Kühlmittleinsatz deaktiviert werden.
- 6) Die Bewegung muss von einer Steuereinrichtung ausgelöst werden, die sich außerhalb des Bereichs gefährlicher Bewegungen befindet, oder, wenn möglich, von einer beweglichen Steuerstation.

f) Eine Interpolation mehrerer Achsen ist zulässig.

5.2.4.8 Symbole zur Anzeige der Betriebsart an Maschinen

Zur Kennzeichnung der sicheren Betriebsart für Maschinen sind der Buchstabencode (z. B. MSO 0 oder Handbetrieb) oder die folgenden standardisierten Symbole an den Befehlseinrichtungen, und, falls notwendig, an der SPS/NC-Anzeige zu verwenden:

Tabelle 4 — Symbole für die Darstellung der sicheren Betriebsart

Sichere Betriebsart	ISO 369/ISO 7000 Referenz-Nr.	Symbol	en: Meaning fr: Référent de: Bedeutung
MSO 0 Handbetrieb	ISO 369-5.1-13 ISO 7000-0096		en: Manual control fr: Commande manuelle de: Handbetätigung, Handsteuerung
MSO 1 Automatikbetrieb	ISO 369-5.1-15 ISO 7000-0017		en: Automatic control (closed loop) fr: Commande automatique (boucle fermée) de: Automatikbetrieb (geschlossener Kreislauf)
MSO 2 Einstellbetrieb	ISO 369-5.1-12 ISO 7000-0910		en: Setting fr: Réglage de: Einrichten
MSO 3 Automatikbetrieb mit manueller Intervention	ISO 7000-1942		en: Test run fr: Session d'essai de: Testlauf
MSO „Service“ Servicebetrieb	ISO 369-5.1-44 ISO 7000-0717		en: Call for maintenance fr: Appeler le service de maintenance de: Kundendienst rufen

5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Maschinen

5.2.5.1 Zusätzliche Anforderungen für Werkzeugmagazin(e)

Ist die Maschine mit einem oder mehreren Werkzeugmagazinen ausgerüstet, sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- a) Ein Zugang zu gefährdenden Bewegungen des Werkzeugmagazins ist durch feste und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen zu verhindern (siehe ISO 14119:2013, Abschnitt 7 und Anhänge) oder die gefährdenden Bewegungen sind durch nichttrennende Schutzeinrichtungen außer Kraft zu setzen oder zu verhindern. Wo eine Routinebeobachtung des Werkzeugmagazins erforderlich ist, sind Maßnahmen (z. B. Fenster) vorzusehen.
- b) Wenn die verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet oder die nichttrennenden Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt werden, müssen der Antrieb/die Antriebe des Werkzeugmagazins/der Werkzeugmagazine und andere gefährdende Bewegungen gestoppt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- c) Zugangsöffnungen müssen ISO 15534-1 und ISO 15534-2 entsprechen.
- d) Wenn der Zugang mit dem gesamten Körper in den Gefahrenbereich des Werkzeugmagazins vorgesehen ist, sind die gleichen Anforderungen wie für den Arbeitsbereich gegebenenfalls auch für ein Werkzeugmagazin anzuwenden (siehe 5.2.4.4 für MSO 1, 5.2.4.5 für MSO 2 und 5.2.4.6 für MSO 3).
- e) Kraftgesteuerte Bewegungen des Werkzeugmagazins mit offenen trennenden Schutzeinrichtungen/außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen sind zulässig, sofern diese die folgenden Kriterien erfüllen:

Bewegungen sind in einer Position mit ausreichendem Abstand vom Gefährdungsbereich (wie in ISO 13855:2010, Abschnitt 8) einzuleiten und aufrechtzuerhalten, und zwar entweder durch

- eine Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung

Die Bewegung darf mit einer reduzierten Geschwindigkeit von höchstens 15 m/min erfolgen, wenn nur eine Gefährdung durch Stoß besteht oder, wenn eine Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder Einfangen besteht, muss die Bewegung entweder in weniger als 4 mm zum Stillstand gebracht werden können oder maximal 2 m/min betragen.

Oder

- eine Zweihandsteuerung

Die Anforderungen der ISO 13851 Typ III B und C müssen erfüllt sein, jedoch kann der minimale Tastenabstand von 260 mm in der ISO 13851 aufgehoben werden, wenn es keine Möglichkeit gibt, die beiden Handgeräte mit einer Hand zu betätigen, z. B. durch 2 unabhängige Drehregler oder Drehschalter. Die Abstandsanforderungen von ISO 13857 und ISO 13855:2010, Abschnitt 8 (mindestens 100 mm) sind erforderlich.

Oder

- eine Zustimmungseinrichtung an einer feststehenden Position in Verbindung mit einer Starttaste.

Es sind die Anforderungen an die Abstände von ISO 13857 und ISO 13855:2010, Abschnitt 8, (mindestens 100 mm) einzuhalten.

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder einer der beiden zweihändigen Steuerungseinrichtungen muss eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J einleiten.

- f) Durch das Ansprechen eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung bei geöffneten verriegelten oder überwachten Schutzeinrichtungen dürfen keine gefährlichen Maschinenbewegungen ausgelöst werden (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4).
- g) Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um gefährdende Bewegungen von schwerkraftbelasteten vertikalen oder schrägen Achsen, z. B. Bremsen, zu verhindern.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkzeugmagazinen sind in Tabelle J.10 aufgelistet.

5.2.5.2 Zusätzliche Anforderungen an Werkzeugwechsler

Ist die Maschine mit (einem) Werkzeugwechsler(n) ausgerüstet, sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- a) Ein Zugang zu gefährdenden Bewegungen des (der) Werkzeugwechsler(s) aus allen Richtungen ist durch feste und/oder verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (ISO 14119:2013, 7 und Anhänge) zu verhindern.
- b) Wenn die technischen Schutzmaßnahmen außer Kraft gesetzt werden, muss/müssen der (die) Antrieb(e) des Werkzeugwechslers und andere gefährdende Bewegungen gestoppt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- c) Angetriebene Bewegungen des Werkzeugwechslers bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen/außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen und keinem Ganzkörperzugang sind zulässig, sofern sie nach den folgenden Kriterien ausgeführt werden:

Bewegungen sind mit einem ausreichenden Abstand vom Gefährdungsbereich einzuleiten und aufrechtzuerhalten (wie durch ISO 13855:2010, 8, definiert), und zwar entweder durch

— eine Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung

Die Bewegung muss mit einer verminderten Geschwindigkeit von maximal 5 m/min ablaufen, bei der lediglich eine Gefährdung durch Aufprall besteht oder bei der Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder Erfassen bestehen und die in unter 4 mm gestoppt werden kann oder bei maximal 2 m/min liegt.

Oder

— durch eine Zweihandsteuerung

Die Anforderungen von ISO 13851, Typ III B und C sind zu erfüllen, der Mindestabstand der Tasten von 260 mm in ISO 13851 kann jedoch außer Kraft gesetzt werden, falls keine Möglichkeit besteht, die Zweihandsteuerungen mit einer Hand zu betätigen, zum Beispiel durch zwei unabhängige Knopfschalter oder durch Drehschalter. Die Anforderungen an den Abstand von ISO 13857 und ISO 13855:2010, 8, (mindestens 100 mm) sind zu befolgen.

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder von einer der beiden zweihändigen Steuerungseinrichtungen muss eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J einleiten.

Es sind bei allen Betriebsbedingungen Maßnahmen zum Verhindern von Gefährdungen durch herausgeschleuderte Werkzeuge zu ergreifen und/oder von Spannungsausfall bei offener verriegelter trennender Schutzeinrichtung durch Sichern der Werkzeuge in den Werkzeugwechsler.

- d) Ist ein Ganzkörperzugang vorgesehen, so sind in der Dokumentation Angaben über die Restgefahr durch die Anwesenheit von Personen zu machen. Es sind die gleichen Anforderungen wie für den Arbeitsbereich zu erfüllen (5.2.4.4 für MSO 1, 5.2.4.5 für MSO 2 und 5.2.4.6 für MSO 3).