

## DIN EN ISO 16090-1



ICS 25.080.01

**Entwurf**

Einsprüche bis 2021-05-19  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN ISO 16090-1:2019-12

**Werkzeugmaschinen-Sicherheit –  
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen –  
Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 16090-1:2020);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16090-1:2020, nur auf CD-ROM**

Machine tools safety –  
Machining centres, milling machines, transfer machines –  
Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1:2020);  
German and English version prEN ISO 16090-1:2020, only on CD-ROM

Sécurité des machines-outils –  
Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert –  
Partie 1: Exigences de sécurité (ISO/DIS 16090-1:2020);  
Version allemande et anglaise prEN ISO 16090-1:2020, seulement en CD-ROM

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-03-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nwm@din.de](mailto:nwm@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM) oder Lyoner Str. 14, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 339 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2021-XX-XX\*.

## Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Anforderungen und Festlegungen.

ISO 16090-1 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“, Unterkomitee SC 10 „Safety“ und durch das Technische Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von 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.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

|                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| ISO 230-5:2000   | siehe DIN ISO 230-5:2006      |
| ISO 3744:2010    | siehe DIN EN ISO 3744:2011    |
| ISO 3746:2010    | siehe DIN EN ISO 3746:2011    |
| ISO 4413:2010    | siehe DIN EN ISO 4413:2011    |
| ISO 4414:2010    | siehe DIN EN ISO 4414:2011    |
| ISO 4871:1996    | siehe DIN EN ISO 4871:2009    |
| ISO 11161:2007   | siehe DIN EN ISO 11161:2010   |
| ISO 11202:2010   | siehe DIN EN ISO 11202:2010   |
| ISO 11204:2010   | siehe DIN EN ISO 11204:2010   |
| ISO 12100:2010   | siehe DIN EN ISO 12100:2011   |
| ISO 13849-1:2015 | siehe DIN EN ISO 13849-1:2016 |
| ISO 13849-2:2012 | siehe DIN EN ISO 13849-2:2013 |
| ISO 13850:2015   | siehe DIN EN ISO 13850:2016   |
| ISO 13851:2019   | siehe DIN EN ISO 13851:2019   |

---

\* Wird bei Herausgabe der Norm festgelegt.

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| ISO 13854:2017    | siehe DIN EN ISO 13854:2020   |
| ISO 13855:2010    | siehe DIN EN ISO 13855:2010   |
| ISO 13856-1:2013  | siehe DIN EN ISO 13856-1:2013 |
| ISO 13856-2:2013  | siehe DIN EN ISO 13856-2:2013 |
| ISO 13857:2019    | siehe DIN EN ISO 13857:2020   |
| ISO 14118:2017    | siehe DIN EN ISO 14118:2018   |
| ISO 14119:2013    | siehe DIN EN ISO 14119:2014   |
| ISO 14120:2015    | siehe DIN EN ISO 14120:2016   |
| ISO 14122-1:2016  | siehe DIN EN ISO 14122-1:2016 |
| ISO 14122-2:2016  | siehe DIN EN ISO 14122-2:2016 |
| ISO 14122-3:2016  | siehe DIN EN ISO 14122-3:2016 |
| ISO 14122-4:2016  | siehe DIN EN ISO 14122-4:2016 |
| ISO 14738:2002    | siehe DIN EN ISO 14738:2009   |
| ISO 15641:2001    | siehe DIN EN ISO 15641:2001   |
| ISO 19085-1:2017  | siehe DIN EN ISO 19085-1:2018 |
| ISO 19353:2019    | siehe DIN EN ISO 19353:2019   |
| ISO 23125:2015    | siehe DIN EN ISO 23125:2015   |
| EN 528:2008       | siehe DIN EN 528:2009         |
| EN 614-1+A1:2009  | siehe DIN EN 614-1:2009       |
| EN 1005-1+A1:2008 | siehe DIN EN 1005-1:2009      |
| EN 1005-2+A1:2008 | siehe DIN EN 1005-2:2009      |
| EN 1005-3+A1:2008 | siehe DIN EN 1005-3:2009      |
| EN 1005-4+A1:2008 | siehe DIN EN 1005-4:2009      |
| EN 1127-1:2019    | siehe DIN EN 1127-1:2019      |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 16090-1:2019-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das komplette Dokument wurde im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Maschinenrichtlinie überarbeitet;
- b) die sicherheitstechnischen Anforderungen der Betriebsart 3, manueller Eingriff unter eingeschränkten Betriebsbedingungen, wurden überarbeitet, sodass in jedem Fall die Zustimmungstaste benötigt wird;
- c) die sicherheitstechnischen Anforderungen der Betriebsart Servicebetrieb wurden überarbeitet;
- d) die technischen Sicherheitsanforderungen an die Maschinen wurden dem Stand der Technik angepasst;
- e) die Bezeichnung der sicherheitsrelevanten Betriebsarten „*Mode of Safe Operation (MSO)*“ wurde in „*Mode of Operation (MO)*“ umbenannt;
- f) die Sicherheitsfunktionen (Anhang J) wurden überarbeitet;
- g) die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN ISO 230-5:2006, *Prüfregeln für Werkzeugmaschinen — Teil 5: Bestimmung der Geräuschemission (ISO 230-5:2000)*

DIN EN ISO 3744:2011, *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, *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, *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, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010*

DIN EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten*

DIN EN ISO 11161:2010, *Sicherheit von Maschinen — Integrierte Fertigungssysteme — Grundlegende Anforderungen (ISO 11161:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11161:2007*

DIN EN ISO 11202:2010, *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, *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, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010*

DIN EN ISO 13849-1:2016, *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 13849-2:2013, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung*

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

DIN EN ISO 13851:2019, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze (ISO 13851:2019); Deutsche Fassung EN ISO 13851:2019*

DIN EN ISO 13854:2020, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (ISO 13854:2017); Deutsche Fassung EN ISO 13854:2019*

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 13856-1:2013, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten*

DIN EN ISO 13856-2:2013, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen*

DIN EN ISO 13857:2020, *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 14118:2018, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf (ISO 14118:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14118:2018*

DIN EN ISO 14119:2014, *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, *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 14122-1:2016, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs und allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO 14122-2:2016, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege*

DIN EN ISO 14122-3:2016, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer*

DIN EN ISO 14122-4:2016, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 4: Ortsfeste Steigleitern*

DIN EN ISO 14738:2009, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen*

DIN EN ISO 15641:2001, *Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung — Sicherheitstechnische Anforderungen*

DIN EN ISO 19085-1:2018, *Holzbearbeitungsmaschinen — Sicherheit — Teil 1: Gemeinsame Anforderungen*

DIN EN ISO 19353:2019, *Sicherheit von Maschinen — Vorbeugender und abwehrender Brandschutz*

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

DIN EN 528:2009, *Regalbediengeräte — Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 528:2008*

DIN EN 614-1:2009, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze; Deutsche Fassung EN 614-1:2006+A1:2009*

DIN EN 1005-1:2009, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 1: Begriffe; Deutsche Fassung EN 1005-1:2001+A1:2008*

DIN EN 1005-2:2009, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen; Deutsche Fassung EN 1005-2:2003+A1:2008*

DIN EN 1005-3:2009, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung; Deutsche Fassung EN 1005:2002+A1:2008*

DIN EN 1005-4:2009, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen; Deutsche Fassung EN 1005-4:2005+A1:2008*

DIN EN 1127-1:2019, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2019*

|                  |                                                                                                                                                |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Titel de:</i> | Werkzeugmaschinen-Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen — Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 16090-1:2020) |
| <i>Titel en:</i> | Machine tools safety — Machining centres, milling machines, transfer machines — Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1:2020)             |
| <i>Titel fr:</i> | Sécurité des machines-outils — Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert — Partie 1: Exigences de sécurité (ISO/DIS 16090-1:2020)      |

## Inhalt

|                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                                                             | 5     |
| Vorwort .....                                                                                                                          | 6     |
| Einleitung .....                                                                                                                       | 7     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                              | 8     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                         | 9     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                       | 12    |
| 3.1 Allgemeine Begriffe .....                                                                                                          | 12    |
| 3.2 Bauarten von Maschinen .....                                                                                                       | 15    |
| 3.3 Teile von Maschinen .....                                                                                                          | 17    |
| 3.4 Betriebsart .....                                                                                                                  | 18    |
| 3.5 Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Vorschubgeschwindigkeit .....                                                                | 20    |
| 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 .....                                                            | 27    |
| 5.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                                                                     | 27    |
| 5.1.1 Allgemeines .....                                                                                                                | 27    |
| 5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen .....                                                                             | 28    |
| 5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen .....                                                                  | 31    |
| 5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1 .....                                                                                 | 31    |
| 5.2.2 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 2 .....                                                                                 | 31    |
| 5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4 .....                                                                | 32    |
| 5.2.4 Betriebsart (MO) .....                                                                                                           | 33    |
| 5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Maschinen .....                                                                        | 42    |
| 5.3 Spezifische Anforderungen infolge elektrischer Gefährdungen .....                                                                  | 51    |
| 5.4 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Lärm .....                                                                | 52    |
| 5.5 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung .....                                                           | 53    |
| 5.6 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Materialien oder Substanzen .....                                         | 53    |
| 5.6.1 Brennbare Kühlschmierstoffe .....                                                                                                | 53    |
| 5.6.2 Minimalmengenschmierung (MMS) .....                                                                                              | 55    |
| 5.6.3 Trockenbearbeitung und brennbarer Staub .....                                                                                    | 55    |
| Eine mechanische Schnittstelle für eine Entlüftungsanlage ist zwingend erforderlich [siehe 6.3.1 q) für Dokumentationspflichten] ..... | 55    |
| 5.6.4 Anforderungen bezüglich biologischer oder mikrobiologischer Gefährdungen .....                                                   | 55    |
| 5.7 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze .....                           | 56    |
| 5.8 Spezifische Anforderungen aufgrund von Versagen oder Störung des Steuersystems .....                                               | 57    |
| 5.8.1 Allgemeines .....                                                                                                                | 57    |
| 5.8.2 Start .....                                                                                                                      | 58    |
| 5.8.3 Normales Stillsetzen .....                                                                                                       | 58    |
| 5.8.4 Stillsetzen im Notfall .....                                                                                                     | 58    |
| 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 von gefangenen und/oder eingeklemmten Personen .....                                                                     | 61 |
| 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 .....                                                             | 63 |
| 5.13                  | Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust von Stabilität .....                                              | 63 |
| 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 hochliegenden Teilen der Maschine ergeben ..... | 64 |
| 5.16                  | Anforderungen an Maschinen mit Bedienerkabinen und Einzäunung .....                                                                | 64 |
| 5.16.1                | Allgemeines .....                                                                                                                  | 64 |
| 5.16.2                | Leitkonzept zum Betreten/Verlassen der Maschine .....                                                                              | 64 |
| 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 .....                                                            | 68 |
| 6                     | Benutzerinformation .....                                                                                                          | 75 |
| 6.1                   | Allgemeines .....                                                                                                                  | 75 |
| 6.2                   | Kennzeichnung .....                                                                                                                | 75 |
| 6.2.1                 | Allgemeine Kennzeichnungen .....                                                                                                   | 75 |
| 6.2.2                 | Symbole für Betriebsarten (MO) für Maschinen .....                                                                                 | 76 |
| 6.3                   | Betriebsanleitung .....                                                                                                            | 76 |
| 6.3.1                 | Allgemeines .....                                                                                                                  | 76 |
| 6.3.2                 | Werkzeugausstattung .....                                                                                                          | 80 |
| 6.3.3                 | Werkstückspannung .....                                                                                                            | 80 |
| 6.3.4                 | Maschinenfunktionen, die vom NC-Bedienpult aus zugänglich sind .....                                                               | 81 |
| 6.3.5                 | Wiederanlauf .....                                                                                                                 | 81 |
| 6.3.6                 | Geräusche .....                                                                                                                    | 81 |
| 6.3.7                 | Restrisiken, die für den Maschinenbetreiber zu berücksichtigen sind .....                                                          | 82 |
| 6.3.8                 | Installationsanleitung für die Maschine .....                                                                                      | 83 |
| 6.3.9                 | Anleitung zum Reinigen der Maschine .....                                                                                          | 83 |
| 6.3.10                | Maschinen mit Bedienerkabinen und/oder Umzäunung .....                                                                             | 83 |
| 6.3.11                | Mit schwerkraftbelasteten oder schrägen Achsen ausgerüstete Maschinen .....                                                        | 83 |
| 6.3.12                | Mit MO 3 ausgerüstete Maschinen .....                                                                                              | 83 |
| Anhang A (normativ)   | Aufprallprüfverfahren für trennende Schutzeinrichtungen an Maschinen .....                                                         | 84 |
| A.1                   | Allgemeines .....                                                                                                                  | 84 |
| A.2                   | Prüfverfahren .....                                                                                                                | 84 |
| A.2.1                 | Kurzbeschreibung .....                                                                                                             | 84 |
| A.2.2                 | Prüfausrüstung .....                                                                                                               | 84 |
| A.2.3                 | Geschwindigkeitsmessung .....                                                                                                      | 85 |
| A.2.4                 | Halierung des Testobjektes .....                                                                                                   | 85 |
| A.2.5                 | Prüfverfahren .....                                                                                                                | 85 |
| A.3                   | Ergebnisse .....                                                                                                                   | 86 |
| A.3.1                 | Beschädigung .....                                                                                                                 | 86 |
| A.3.2                 | Beurteilung .....                                                                                                                  | 86 |
| A.4                   | Prüfbericht .....                                                                                                                  | 86 |
| Anhang B (informativ) | Ausrüstung für die Aufprallprüfung und Beispiele geprüfter Materialien .....                                                       | 87 |

|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.1                                                                                                                                                        | Schussgerät .....                                                                                                                       | 87  |
| B.2                                                                                                                                                        | Beispiele für Materialien .....                                                                                                         | 88  |
| Anhang C (informativ) Ilustrierende Bilder als Beispiele für Maschinen .....                                                                               |                                                                                                                                         | 89  |
| C.1                                                                                                                                                        | Maschinen der Bauart 1 .....                                                                                                            | 89  |
| C.2                                                                                                                                                        | Maschinen der Bauart 2 .....                                                                                                            | 90  |
| C.3                                                                                                                                                        | Maschinen der Bauart 3 .....                                                                                                            | 91  |
| C.4                                                                                                                                                        | Maschinen der Bauart 4 .....                                                                                                            | 92  |
| Anhang D (informativ) Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen.....                                                                                     |                                                                                                                                         | 97  |
| D.1                                                                                                                                                        | Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen der Bauart 1 (manuelle Maschinen) .....                      | 97  |
| D.2                                                                                                                                                        | Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 2 (Maschinen mit begrenzter numerischer Steuerungsfähigkeit) ..... | 98  |
| D.3                                                                                                                                                        | Beispiele trennender Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 3 (automatische Maschinen).....                                       | 99  |
| D.4                                                                                                                                                        | Beispiele trennender Schutzeinrichtungen für die Bauart 4 (Transfer- und Sondermaschinen) .....                                         | 103 |
| Anhang E (informativ) Beispiele für die Integration von Absaug- und Löschanlagen bei Verwendung von brennbaren Kühlmitteln oder von brennbarem Staub ..... |                                                                                                                                         | 104 |
| Anhang F (informativ) Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe und von brennbarem Staub .....                                                 |                                                                                                                                         | 106 |
| F.1                                                                                                                                                        | Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe .....                                                                                          | 106 |
| F.2                                                                                                                                                        | Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen .....                                                                                     | 107 |
| F.3                                                                                                                                                        | Verhindern des Eindringens von Flammen in das Absaugsystem.....                                                                         | 108 |
| F.4                                                                                                                                                        | Dimensionierung der Druckentlastungsflächen.....                                                                                        | 108 |
| Anhang G (normativ) Schwerkraftbelastete Achsen .....                                                                                                      |                                                                                                                                         | 110 |
| G.1                                                                                                                                                        | Konstruktionsmaßnahmen für schwerkraftbelastete Achsen .....                                                                            | 110 |
| G.2                                                                                                                                                        | Maßnahmen gegen ungewolltes Absenken schwerkraftbelasteter Achsen .....                                                                 | 110 |
| G.2.1                                                                                                                                                      | Allgemeine Anforderungen.....                                                                                                           | 110 |
| G.2.2                                                                                                                                                      | Benutzerinformation .....                                                                                                               | 110 |
| G.3                                                                                                                                                        | Zyklische Prüfung der Brems- oder Klemmvorrichtung an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4.....                                          | 117 |
| Anhang H (informativ) Beispiele: Konzept für das Verlassen/Rückkehren in eine Kabine (Leitstand) an Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4.....           |                                                                                                                                         | 119 |
| Anhang I (informativ) Typische Anforderungsraten von Sicherheitsfunktionen für Berechnungen nach Tabelle 4 und Anhang J .....                              |                                                                                                                                         | 121 |
| Anhang J (normativ) Sicherheitsfunktionen .....                                                                                                            |                                                                                                                                         | 127 |
| J.1                                                                                                                                                        | Index der Sicherheitsfunktionen für die Tabellen J.1 bis J.22 .....                                                                     | 127 |
| J.2                                                                                                                                                        | Beschreibung der Sicherheitsfunktionen.....                                                                                             | 136 |
| J.3                                                                                                                                                        | Sicherheitsbezogene Parameter .....                                                                                                     | 136 |
| J.4                                                                                                                                                        | Tabellen zu den Sicherheitsfunktionen .....                                                                                             | 137 |
| J.5                                                                                                                                                        | Zusätzliche Prüfung von Sicherheitsschaltungen mit PL = d, Kategorie 3.....                                                             | 178 |
| Anhang K (normativ) Messung von Geräuschemissionen.....                                                                                                    |                                                                                                                                         | 179 |
| K.1                                                                                                                                                        | Betriebsbedingungen für Maschinen der Bauart 1, Bauart 2 und Bauart 3 .....                                                             | 179 |
| K.2                                                                                                                                                        | Betriebsbedingungen von Maschinen der Bauart 4 (Transferzentren).....                                                                   | 179 |
| K.3                                                                                                                                                        | Messverfahren (für alle Bauarten von Maschinen) .....                                                                                   | 180 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                                     |                                                                                                                                         | 182 |

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (prEN ISO 16090-1:2020) 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.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 16090-1:2018 ersetzen.

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO/DIS 16090-1:2020 wurde von CEN als prEN ISO 16090-1:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39, *Machine tools*, Unterkomitee SC 10, *Safety* erarbeitet.

## Einleitung

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm, wie in 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) festgeschriebene Sicherheitsniveau betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- Maschinenbetreiber/Arbeitgeber (kleine, mittelständische und große Unternehmen);
- Maschinenbediener/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.

Im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind die betreffenden Maschinen, die Gefährdungen, die Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, die behandelt werden, angegeben.

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 anderer 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 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 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, deren Risiken behandelt wurden:

- Werkzeugmagazin(e);
- Werkzeugwechsler;
- Handhabungsmechanismen für Werkstücke;
- angetriebene(r) Werkstückspannmechanismus(en);
- Späneförderer;
- kraftbetätigte Tür(en);
- bewegliche Bedienerkabine(n);
- 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 Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 3744:2010, *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 4871:1996, *Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 9355-1:1999, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators*

ISO 9355-2:1999, *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*

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 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 13849-2:2012, *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 13851:2019, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Principles for design and selection*

ISO 13854:2017, *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 13856-1:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors*

ISO 13856-2:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*

ISO 13857:2019, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 14118:2017, *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 14122-1:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means and general requirements of access*

ISO 14122-2:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

ISO 14122-4:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders*

ISO 14738:2002, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*

ISO 15534-1:2000, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*

ISO 15534-2:2000, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings*

ISO 15641:2001, *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 19085-1:2017, *Woodworking machines — Safety — Part 1: Common requirements*
- ISO 19353:2019, *Safety of machinery — Fire prevention and fire protection*
- ISO 23125:2015, *Machine tools — Safety — Turning machines*
- IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*
- IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code); Corrigendum 2*
- IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*
- IEC 61000-4-2:2008, *Electrostatic discharge immunity test*
- IEC 61000-4-4:2012, *Electrical fast transient / burst immunity test*
- IEC 61000-6-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*
- IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*
- IEC 61000-6-4:2018, *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, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*
- IEC/TS 62046:2008, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*
- EN 528:2008, *Regalbediengeräte — Sicherheitsanforderungen*
- EN 614-1+A1:2009, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*
- EN 1005-1+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 1: Begriffe*
- EN 1005-2+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen*
- EN 1005-3+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung*
- EN 1005-4+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen*
- EN 1127-1:2019, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik*

### 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 <http://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 (Achsbeziehung) oder bestimmte Richtungen (Achsenbeziehung) 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 üblicherweise senkrecht zur Vorschubachse ist

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

##### 3.1.3

###### **Transfermaschine**

###### **Sondermaschine**

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

Realisierung von NC (3.1.5) mittels eines Computers zur Steuerung der Maschinenfunktionen

[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** (en: pressure sensitive protective device)

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 Steuerungssystem 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

#### **sicherer Betriebshalt**

**SOS** (en: safe operating stop)

Funktion, die verhindert, dass ein Motor um mehr als einen definierten Betrag von der Stopposition abweicht, indem der Motor mit Energie versorgt wird, damit er externen Kräften widerstehen kann

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.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einer kontrollierten Stoppkategorie 2 in IEC 60201-1, bei der Drehmoment, Geschwindigkeit oder Rotationspositionen beibehalten und überwacht werden.

### 3.1.12

#### 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 (siehe 3.1.14) 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.

### 3.1.13

#### 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.

### 3.1.14

#### 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), siehe auch IEC 61800-5-2:2016, 4.2.3.2.

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

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion darf 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.

### 3.1.15

#### **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.

### 3.1.16

#### **nicht brennbare kalte 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  $t_f \leq 20 \text{ s}$  (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

### 3.1.17

#### **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

### 3.1.18

#### **Minimalmengenschmierung**

MMS

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

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

### 3.1.19

#### **manuelle Rückstellung/manuelle Rückstellfunktion**

Funktion innerhalb der SRP/CS zur manuellen Wiederherstellung einer oder mehrerer Sicherheitsfunktionen vor dem Neustart einer Maschine

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind für die Rückstellung von Lichtvorhängen, offenen Türen usw.

## 3.2 Bauarten 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 über 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 Fräsmaschinen, 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**

Maschine, die wie eine Maschine der Bauart 1 durch Verwendung mechanischer oder elektronisches Handräder oder als Maschine mit begrenzten NC-Fähigkeiten, die nicht zu einem automatischen Programmlauf, automatisch eingeleitetem Werkzeugwechsel, unbegrenzt schneller Achsbewegung und automatischem Werkstückwechsel oder Stangenvorschubsystem in der Lage sind, bedient werden kann.

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Bauart von Maschinen darf mit einigen oder allen Funktionen der Maschine der Bauart 1 (manuelle Maschinen ohne numerische Steuerung) und einem begrenzten numerischen Steuerungssystem (NC) ausgestattet sein:

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

### 3.2.3

#### **Bauart 3: Numerisch gesteuerte Fräsmaschine, Fräs- und Bearbeitungszentrum**

numerisch gesteuerte Maschine, mit der Möglichkeit programmierte Mehrachsbewegungen 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, z. B. Drehen, Schleifen usw.

### 3.2.4

#### **Bauart 4: Numerisch gesteuerte Transfer- und Sondermaschine**

numerisch gesteuerte Maschine, welche nur zur Bearbeitung von vorgegebenen Werkstücken oder Werkstückfamilien mittels einer vorbestimmten Abfolge von Bearbeitungsvorgängen fähig 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 Bild C.11, Bild C.12 und Bild 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* (3.1.4) eine Achsbewegung auslöst und erhält

### 3.3.3

#### **Werkstückkrütbereich**

Maschinenbereich, in dem das Werkstück be- und entladen wird

### 3.3.4

#### **Werkstücktransfereinrichtung**

Typischerweise in Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4 vorhandene Einheit, die das im Arbeitsbereich befindliche Werkstück mit einem zweiten Werkstück austauscht

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine typische Werkstückzuführeinrichtung ist ein Palettenwechsler.

### 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

#### **zugänglicher Arbeitsbereich/zugänglicher Gefährdungsbereich**

Gefährdungsbereich einer Maschine, bei der eine stationäre Standposition mit Ganzkörperzugang mit der bestimmungsgemäßen Verwendung erforderlich ist

### 3.3.9

#### **Spindel**

Antriebssystem für ein rotierendes Schneidwerkzeug (Werkzeugspindel)

### 3.3.10

#### **Werkstückspindel**

Antriebssystem zur Drehung eines Werkstücks

### 3.3.11

#### **Gegenspindel**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gegenspindel ist eine Komponente in der Maschine, die gegenüber der Hauptspindel angeordnet ist. Sie ermöglicht die zweiseitige Bearbeitung eines Werkstücks, in dem das Werkstück von der Hauptspindel auf die Gegenspindel übertragen wird. Die Gegenspindel bewegt sich auf der gleichen Spurführung wie die Hauptspindel.

## 3.4 Betriebsart

### 3.4.1

#### **Betriebsart**

MO (en: mode of operation)

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

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

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

### 3.4.2

#### **MO-Auswahlsystem**

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

#### 3.4.2.1

##### **MO-Zugangseinrichtung**

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

#### 3.4.2.2

##### **MO-Auswahleinrichtung**

Einrichtung, die es ermöglicht, die Betriebsart einer Maschine zu ändern

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

### 3.4.2.3

#### **MO-Aktivierungseinrichtung**

Einrichtung, die eine ausgewählte Betriebsart aktiviert

### 3.4.3

#### **Betriebsart 0**

MO 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: MO 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

#### **Betriebsart 1**

MO 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: MO 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

#### **Betriebsart 2**

MO 2

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

Anmerkung 1 zum Begriff: MO 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

#### **Betriebsart 3**

MO 3

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

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

### 3.4.7

#### Servicebetrieb

MO 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

#### 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.

## 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 Werkzeuggrütbereich(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 (Maschinen der Bauart 2, Bauart 3 und Bauart 4);
- 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                                                                                                                                                                                                                                                              | Mögliche Folgen                                                                                                             | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Mechanische Gefährdungen</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                             |                                         |
| 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<br>Manueller Betrieb zwischen den Bereichen der Wechselmechanismen, z. B. Werkzeugwechsler/Werkstückwechsler oder Palettenwechsler                | Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Scheren<br>Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen                          | 5.1<br>5.2                              |
|          |                                                                       | Zuführbewegung des Werkzeugs an das Werkstück                                                                                                                                                                                                                                                                                | Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Scheren<br>Herausschleudern von Teilen                                       | 5.1<br>5.2                              |
|          |                                                                       | manuelle Tätigkeiten in der Nähe der Werkstück- oder der Maschinenspindel                                                                                                                                                                                                                                                    | Gefährdung durch Erfassen                                                                                                   |                                         |
|          |                                                                       | Spannen von Werkzeugen und Werkstücken                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch 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<br>Tätigkeiten am Werkzeugwechsler, Werkstückwechsler, Palettenwechsler<br>Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen | Gefährdung durch Stoß<br>Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen<br>Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Scheren | 5.1<br>5.2                              |

| Nr. | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mögliche Folgen                                                                              | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument                      |
|-----|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1.3 | rotierende Elemente                                  | unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder dem rotierenden Werkstück oder der Werkzeugreinigungsvorrichtung                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen<br>Gefährdung durch Reiben und Abschürfen           | 5.1<br>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<br>Gefährdung durch Reiben und Abschürfen              | 5.1<br>5.2                                                   |
| 1.5 | herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände   | Herausschleudern oder Fallen von Materialteilen und Spänen während des Betriebs, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels, der Wartung oder Stillsetzung<br>— herabfallendes Werkstück;<br>— Bruch des Werkzeugs;<br>— herausgeschleuderte, kaputte Maschinenteile an oder in der Nähe der Maschine                                                                                                                            | Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Stoß<br>Gefährdung durch Ein- oder Durchstich | 5.1<br>5.2<br>5.8<br>5.12<br>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<br>Bruch während der Bearbeitung<br>Fallen lassen oder Fallen von Maschinenelementen während des Transports oder dem Einrichten, z. B. bei Aktivitäten in der Nähe schwerkraftbelasteter Achsen<br>Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben | Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Scheren<br>Gefährdung durch Stoß              | 5.2.5.5<br>5.2.5.6<br>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                                                         |

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen           | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Mögliche Folgen                                                                 | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.8      | hoher Druck                                                    | An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine<br>Inbetriebnahme und Arbeiten an Kühlmittelanlagen                                                                                                                                                                                                                                       | Eindringen von unter Druck stehenden Medien in die Haut oder die Augen          | 5.8.1 b)<br>5.8.1 c)                    |
| 1.9      | mangelnde Standsicherheit                                      | Nicht festgemachte Maschinen- oder Maschinenteile fallen oder kippen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Gefährdung durch Stoß<br>Gefährdung durch Quetschen<br>Gefährdung durch Scheren | 5.13                                    |
| 1.10     | raue, rutschige Oberflächen                                    | Tätigkeiten am Boden- und Stufenbereich an und um die Maschine herum, sowie Arbeiten in der Höhe aufgrund von:<br>— Herausspritzen oder Auslaufen von Kühlschmierstoff, Schmiermitteln und Hydraulikflüssigkeit;<br>— Rückstände, die in heraus-spritzenden Flüssigkeiten enthalten sind;<br>— unzureichende Geländer oder andere Rückhaltevorrichtungen, speziell an Stellen an denen eine Absturzgefährdung besteht | Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen                            | 5.13<br>5.14<br>5.15                    |
| <b>2</b> | <b>Elektrische Gefährdungen</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                 |                                         |
| 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                                     |

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen                                   | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                       | Mögliche Folgen                                                                                                                                           | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>3</b> | <b>Thermische Gefährdungen</b>                                                         |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |                                         |
| 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<br>Gefährdung durch Erfrierung bzw. Kälteschäden                                                                             | 5.6                                     |
| 3.2      | Explosion                                                                              |                                                                                                                                                                                                       | Gefährdung durch Verbrennung, Sturz, Stoß                                                                                                                 | 5.6<br>Anhang E<br>Anhang F             |
| 3.3      | Entflammen                                                                             |                                                                                                                                                                                                       | Gefährdung durch Verbrennung                                                                                                                              | 5.6<br>Anhang E<br>Anhang F             |
| <b>4</b> | <b>Gefährdung durch Lärm</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |                                         |
| 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<br>alle weiteren (z. B. mechanische, elektrische) Probleme durch Störungen der Sprachkommunikation oder akustische Signale | 5.4                                     |
| <b>5</b> | <b>Gefährdung durch Schwingung</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |                                         |
| 5.1      | schwingende Elemente                                                                   | Schwingungsübertragung vom Fräsprozess auf den Bediener                                                                                                                                               | Unbehagen<br>neurologische Erkrankungen                                                                                                                   | 5.7                                     |
| <b>6</b> | <b>Gefährdung durch Strahlung</b>                                                      |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |                                         |
| 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                                     |

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen                 | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                                                                        | Mögliche Folgen                                                                          | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|----------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>7</b> | <b>Gefährdung durch Materialien und Substanzen</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                          |                                         |
| 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                                     |
| 7.4      | entflammbarer Staub                                                  | Bei Tätigkeiten mit:<br>— brennbarem Material, z. B. Aluminium-, Titan- oder Magnesiumspäne und/oder<br>— brennbarem Kühlschmierstoff, z. B. ölhaltigem KSS                                                                                            | Gefährdung durch Feuer und Explosion, Verbrennungen                                      | 5.6<br>Anhang E<br>Anhang F             |
| <b>8</b> | <b>Ergonomische Gefährdungen</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                          |                                         |
| 8.1      | Gestaltung oder Position visueller Anzeigergeräte                    | 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 Steuerungseinrichtungen      | Fehlbedienung der Maschine am Arbeitsplatz des Bedieners                                                                                                                                                                                               |                                                                                          | 5.7                                     |
| 8.3      | Überanstrengung                                                      | bei Steuerungseinrichtungen und während der Handhabung unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein während des Werkstück- oder Werkzeugwechsels unzulängliche Berücksichtigung der Körperhaltung während Wartungsaufgaben | Ermüdung                                                                                 | 5.7                                     |
| 8.4      | Körperhaltung                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                        | Störung des Bewegungsapparates                                                           | 5.7                                     |
| 8.5      | Wiederholende Tätigkeiten                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        | Ermüdung Versuchung, Schutzeinrichtungen zu umgehen                                      | 5.4, 5.7                                |

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen                     | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                                                                                                                                                   | Mögliche Folgen                                                                                                     | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 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<br>Ermüdung<br>menschliches Fehlverhalten | 5.7                                     |
| 8.7      | Menschliches Fehlverhalten/<br>menschliches Verhalten                    | vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine<br>fälschliche Handhabung des Arbeitsmaterials und des Fräswerkzeugs<br>unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes und/oder Organisation des Bearbeitungsprozesses<br>unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein<br>fehlerhafte Montage | alle oben aufgeführten Gefährdungen                                                                                 | 5.11                                    |
| <b>9</b> | <b>Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                     |                                         |
| 9.1      | elektromagnetische Interferenz                                           | unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen sowie unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf)                                                                                                                                                                                                                  | Gefährdung durch Quetschen, Scheren, Fangen, Erfassen                                                               | 5.8.7                                   |

| Nr.       | Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen           | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mögliche Folgen                                                                                                                                                        | Relevanter Abschnitt in diesem Dokument |
|-----------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>10</b> | <b>Kombination von Gefährdungen</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                        |                                         |
| 10.1      | Ausfall der Energieversorgung                                  | Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder einem Werkzeug<br>Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen                                                                                                                                                                                                                     | Gefährdung durch Quetschen                                                                                                                                             | 5.8<br>5.9                              |
| 10.2      | Wiederherstellen der Energiezuführung nach einer Unterbrechung | unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen) sowie unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Gefährdung durch Scheren<br>Gefährdung durch Stoß<br>Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden                                                                       | 5.8                                     |
| 10.3      | Ausfall/Störung des Steuerungssystems                          | Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder einem Werkzeug<br>Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen<br>unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit)<br>unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf<br>andere gefährliche Ereignisse wegen Versagens oder mangelhafter Gestaltung der Steuerung | Gefährdung durch Erfassen<br>Gefährdung durch Einziehen, Erfassen oder Einschließen<br>Gefährdung durch Ein- oder Durchstich<br>Gefährdung durch Reiben und Abschürfen | 5.8<br>5.9                              |

## 5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

#### 5.1.1 Allgemeines

Maschinen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen/Risikominderungsmaßnahmen aus diesem Abschnitt 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.

Die ausgewählte Schnittgeschwindigkeit der Maschine darf nicht die maximal erlaubte Schnittgeschwindigkeit des verwendeten Werkzeugs überschreiten (ISO 15641).

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für gefährliche Bewegungen im Arbeitsbereich müssen die Anforderungen in Tabelle J.18 erfüllen.

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für gefährliche Bewegungen im Wartungsbereich müssen die Anforderungen in Tabelle J.19 erfüllen.

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für die Schnittstelle zu Ladungs-/Entladungsanwendungen müssen die Anforderungen in Tabelle J.20 erfüllen.

### **5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen**

#### **5.1.2.1 Allgemeines**

Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen.

#### **5.1.2.2 Feststehende trennende Schutzeinrichtungen**

Es gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wo feststehende trennende Schutzeinrichtungen am Boden befestigt sind (z. B. Umzäunung), müssen diese eine Höhe von mindestens 1400 mm sowie einen Abstand in Übereinstimmung mit ISO 13857:2019, Tabelle 2, haben, um einen Zugang zum Gefährdungsbereich zu verhindern. Jede Öffnung zwischen der Unterseite der trennenden Schutzeinrichtung und dem Boden darf 200 mm nach ISO 11161:2007 und ISO 11161+Amd1:2010, 8.5.2 nicht überschreiten.
- b) Der Zugang zu mechanischen Kraftübertragungsantrieben (z. B. Ketten und Kettenräder, Getriebe, Vorschubschrauben, Kugelschrauben usw.) muss durch feste trennende Schutzeinrichtungen in Übereinstimmung mit ISO 14120:2015 verhindert werden, oder indem der Aufbau der Maschine als feststehende trennende Schutzeinrichtung fungiert. Öffnungen in den trennenden Schutzeinrichtungen und deren Abstand zum Gefahrenbereich müssen in Übereinstimmung mit ISO 13857:2019 konstruiert sein.

#### **5.1.2.3 Manuell betätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen**

- a) Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen müssen, zum Verhindern des Zugangs zu gefährdeten Bereichen, wo sich gefährliche Maschinenbewegungen vollziehen, mit oder ohne Zuhaltung in Übereinstimmung mit ISO 14119 verriegelt werden. Es muss sichergestellt sein, dass der Gefährdungsbereich nicht beim Öffnen einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung erreicht werden kann, bevor die gefährdende Maschinenbewegung zum Stillstand gekommen ist (in Übereinstimmung mit ISO 13855:2010, 9). Die Auswahl der Verriegelungseinrichtungen muss in Übereinstimmung mit ISO 14119:2013, 6, erfolgen. Die Sicherheitsfunktion für die Zuhaltung muss die Anforderungen in Tabelle J.17, 17.2 erfüllen.
- 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).
- c) Die Öffnung einer trennenden Schutzeinrichtung muss die Einleitung der Sicherheitsanforderungen des ausgewählten MO auslösen.
- d) Ist eine anhaltende Bewegung (z. B. Spindelleerlauf) nach einem Spannungsausfall zu erwarten, muss der Zugang zur Maschine durch eine Zuhaltung im spannungslosen Zustand verhindert werden.

- e) Es müssen Maßnahmen zur Minimierung einer möglichen Umgehung von Verriegelungseinrichtung(en) ergriffen werden (siehe ISO 14119:2013, 7).
- f) Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit einer Start-Funktion (Steuerungsfunktion) dürfen nur dann verwendet werden, wenn alle Anforderungen von ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5, erfüllt sind.

#### **5.1.2.4 Kraftbetriebene bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen**

##### **5.1.2.4.1 Allgemeines**

Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung kann als Startbefehl für die Maschine genutzt werden, sofern das System der trennenden Schutzeinrichtung den Anforderungen von ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5, entspricht.

Bewegungen von schwerkraftbelasteten kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen dürfen bei Stromausfall nicht zu einer Gefährdungssituation führen, z. B. durch Rückschlagventile, Sperr- oder Klemmvorrichtungen oder Bremsen.

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

Alle anwendbaren Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.13 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

##### **5.1.2.4.2 Kraftbetriebene bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, bei denen die Bewegung automatisch durch die Steuerung eingeleitet wird**

- a) Maschinen ohne zugänglichen Arbeitsbereich für den ganzen Körper/Gefährdungsbereich mit Ganzkörperzugang.

Es müssen druckempfindliche Kanten und/oder verminderte Kräfte vorgesehen sein. Kraftbetriebene bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen müssen in Übereinstimmung mit ISO 12100:2010, 6.3.3.2.6, und ISO 14120:2015, 5.2.5.4, sein und müssen zur Vermeidung von Gefährdungen durch Scheren an der Vorderkante mit einer nichttrennenden Schutzeinrichtung ausgerüstet sein. Alternativ müssen 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 versehen werden.

- Wenn druckempfindliche Kanten vorgesehen sind, müssen diese an die Gesamtlänge der Vorderkante bis zu einer maximalen Höhe von 2 700 mm über dem Boden oder der Plattform angepasst sein (ISO 13857:2019, 4.2.1.2). 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 muss entsprechend ISO 14120 und die Länge des Zeitraums entsprechend EN 16005 gehandhabt werden.

- b) Maschinen mit zugänglichem Arbeitsbereich für den ganzen Körper/Gefährdungsbereich mit Ganzkörperzugang

Zusätzlich zu 5.1.3.2 a) müssen weitere zusätzliche Maßnahmen nach 5.2.3.2 b) vorgesehen sein, 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.

#### 5.1.2.4.3 Manuell gesteuerte kraftbetriebene bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

Für manuell gesteuerte kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen muss eine der folgenden Schutzmaßnahmen vorgesehen sein.

- 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 nach 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. Durch Loslassen einer oder beiden Tasten der Zweihandsteuerung muss der Antrieb bis zum Stillstand abgebremst werden, der durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion eingeleitet wird.

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) muss sich der Antrieb, eingeleitet durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion, abhängig von der Betriebsart, bis zum Stillstand verlangsamen.

Oder

- c) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung mittels einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung. Der Ort der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss mindestens 2,10 m von der Kante der trennenden Schutzeinrichtung entfernt sein, oder es müssen technische Schutzmaßnahmen wie in Abschnitt 5.1.3.2 a) vorhanden sein. Durch die Freigabe der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss sich der Antrieb bis zum Stillstand verlangsamen, eingeleitet durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion.

## 5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen

### 5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1

Es müssen folgende Anforderungen an technische Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1 erfüllt werden:

- a) Zum Verhindern eines Zugangs zum Schneidwerkzeug (Bilder in D.1) müssen einstellbare trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen werden. Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119 entsprechen.
- b) In Bezug auf Handräder müssen Gefährdungen durch Einklemmen, Erfassen und Stoß infolge der Kraftrotation von Handrädern verhindert werden, 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.
- c) Schutzkleidung und Schulung sind wichtig. Da der Bediener nicht vollständig vor Gefährdungen herausgeschleuderter Teile aus dem Arbeitsbereich geschützt ist, muss ein besonderes Augenmerk auf die Dokumentation gelegt werden, 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) benutzt.
- d) Der kontinuierlich angetriebene Achsvorschub darf 2 m/min nicht überschreiten und/oder der durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitete Eilvorschub darf 5 m/min nicht überschreiten.

Wenn Maschinen der Bauart 1 eine kontinuierliche Vorschubgeschwindigkeit der angetriebenen Achsen von mehr als 2 m/min und/oder eine geregelte Eilganggeschwindigkeit der Achsen von mehr als 5 m/min aufweisen, 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 muss mit feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung(en) geschützt werden (siehe Bild D.2). Die trennende Schutzeinrichtungen müssen der ISO 14120 entsprechen, die Verriegelungen müssen der ISO 14119 entsprechen. Ein trennende Schutzeinrichtung (ISO 14119) muss vorhanden sein, wenn das Öffnen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung den Zugang zu Gefährdungen während des Abbremsens (d. h. des Auslaufens) ermöglicht; 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 zum Stillstand bringen und stillgesetzt werden. Das Stillsetzen in Kategorie 0 oder Kategorie 1 muss entsprechend IEC 60204-1:2016, 9.2.3.3, 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 kraftbetriebene Maschinenbewegungen bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung erforderlich sind (z. B. beim Einrichten), sind diese Bewegungen nur mit den folgenden Einschränkungen zulässig:
  - 1) Der Achsvorschub muss auf 2 m/min begrenzt sein und mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden (ISO 12100:2010, 3.28.3).

- 2) Die Spindelumdrehung muss mit einer der folgenden Maßnahmen eingeleitet und aufrechterhalten werden:
- eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung;
  - eine Spindelstartvorrichtung zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung. Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt vom Befehl „Zyklusstart“ ausgeführt wird, muss die Achs- und Spindelbewegung nur bei betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. 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 Anhaltens der Drehbewegung begrenzt, während die bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist und die Sicherheitsfunktionen greifen. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel, ohne Werkzeug, innerhalb von 2 Umdrehungen stillstehen. Bei Stromausfall oder Fehlern in der Steuerung oder den Antriebselementen ist ein Nachlauf des Spindelantriebs zulässig.
- d) Zum Verhindern des Zugangs zu beweglichen Maschinenelementen mit Lineargeschwindigkeiten über 15 m/min müssen feste und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung(en) vorgesehen werden; 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, müssen entsprechend ISO 13857:2019, Tabelle 4 bis Tabelle 7 angeordnet werden.

### 5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4

#### 5.2.3.1 Zugang zum Arbeitsbereich

Schutzeinrichtungen müssen zur Verminderung der in Tabelle 2 aufgeführten Risiken (z.B. Erfassen, Quetschen, Scheren usw.) vorgesehen werden. 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, 6.3 erläutert. Gestaltung trennender Schutzeinrichtungen zur Minimierung der Gefährdungen durch herauschleudernde Teile siehe 5.12.

Wo vernünftigerweise durchführbar, muss der Arbeitsbereich während der Bearbeitungsvorgänge von festen und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen umschlossen werden.

Bei Verwendung von BWS oder PSPD muss die Schutzausrüstung für die Erkennung des Zugangs zum Arbeitsbereich in Übereinstimmung mit den folgenden Normen sein:

- ESPE, 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 3.1.9.

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

### 5.2.3.2 Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen

Die Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen und die spezifischen Anforderungen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4 sind:

- a) Wo eine routinemäßige Beobachtung des Bearbeitungsprozesses erforderlich ist (d. h. mehr als einmal pro Schicht), müssen Maßnahmen (z. B. Fenster) getroffen werden, so dass dies ohne die Notwendigkeit des Öffnens, Entfernens oder Unterbrechens der trennenden, den Arbeitsbereich absichernden, Schutzeinrichtung oder anderer nichttrennender Schutzeinrichtung(en) erreicht werden kann (siehe auch Tabelle 2, 8.6 zu Sichtbarkeit und lokale Beleuchtung).
- b) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen: Wenn Personen Ganzkörperzugang haben können oder sich in dem/den Gefährdungsbereich(en) aufhalten können, ohne für den Bediener sichtbar zu sein, müssen Maßnahmen zur Verhinderung eines Neustarts getroffen werden. Hierbei kann es sich um folgende Maßnahmen handeln:
  - anwesenheitserfassende Schutzeinrichtung,
  - 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).
  - Das unbeabsichtigte Schließen von Schutzeinrichtungen und Einschließen von Personen muss verhindert werden, z. B. durch Schwerkraft- oder Federbetätigung oder mit Loch für Vorhängeschloss.
- c) 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 muss eine Fluchtentriegelung (ISO 14119:2013, 5.7.5.2) in Kombination mit der manuellen Rückstellung der Verriegelungseinrichtung bereitgestellt werden.
- d) Alternativen zu Umhausungen:

Wo eine Umhausung vernünftigerweise nicht durchführbar ist (z. B. aufgrund der Größe des Werkstücks, seiner Geometrie, anderer spezieller Eigenschaften der Maschine oder ihrer Anwendung), müssen die Bediener und andere exponierte Personen durch eine Kombination anderer Maßnahmen geschützt werden (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.

## 5.2.4 Betriebsart (MO)

### 5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

In Tabelle 3 werden die verschiedenen in diesem Dokument genormten Betriebsarten (MO) für die in diesem Dokument definierten Maschinenbauarten (Maschinen der Bauart 1 bis Bauart 4) zugewiesen. Genormte Betriebsarten können entweder:

- inhärent sein: die MO ist aufgrund technischer Einschränkungen oder fehlender automatischer Steuerungsfähigkeit die einzig mögliche Betriebsart;
- vorgeschrieben sein: die Betriebsart muss bereitgestellt werden;
- optional sein: die Betriebsart darf bereitgestellt werden;
- nicht zulässig sein: die MO darf nicht für den Betrieb einer zu einer bestimmten Bauart zugehörigen Maschine bereitgestellt werden.

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

| <b>Betriebsart (MO)</b>                                                     | <b>Bauart 1</b><br>Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung | <b>Bauart 2</b><br>Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzter numerischer Steuerung | <b>Bauart 3</b><br>Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren | <b>Bauart 4</b><br>Transfer- und Sondermaschinen |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>MO 0</b><br>manueller Betrieb                                            | inhärent                                                                                | vorgeschrieben                                                                                     | nicht zulässig <sup>b</sup>                                                   | nicht zulässig <sup>b</sup>                      |
| <b>MO 1</b><br>Automatikbetrieb                                             | nicht zulässig                                                                          | vorgeschrieben<br>siehe 5.2.2                                                                      | vorgeschrieben                                                                | vorgeschrieben                                   |
| <b>MO 2</b><br>Einrichtbetrieb <sup>a</sup>                                 | nicht zulässig                                                                          | optional                                                                                           | vorgeschrieben                                                                | vorgeschrieben                                   |
| <b>MO 3</b><br>manueller Eingriff unter eingeschränkten Betriebsbedingungen | nicht zulässig                                                                          | nicht zulässig                                                                                     | optional                                                                      | optional                                         |
| <b>MO Service<sup>a</sup></b><br>Servicebetrieb                             | nicht zulässig                                                                          | optional                                                                                           | optional                                                                      | optional                                         |

<sup>a</sup> 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 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.

<sup>b</sup> Manuelle Bearbeitung ohne NC-Fähigkeit ist in MO 1 möglich, siehe 5.2.4.4.

Ist die Maschine so konstruiert und gebaut, dass verschiedene Betriebsarten (MO) der Maschinenbedienung (siehe Tabelle 3) mit unterschiedlichen Schutzmaßnahmen und/oder Funktionsweisen möglich sind, muss die Maschine mit einer MO-Auswahleinrichtung ausgestattet sein.

Die ausgewählte MO muss an der Maschine angezeigt werden, wie in 6.2.2 definiert.

#### 5.2.4.2 Anforderungen an das MO-Auswahlssystem (nur Maschinen der Bauart 2, Bauart 3 und Bauart 4)

Die Auswahl einer MO muss entsprechend Bild 1 erfolgen.

Das MO-Auswahlssystem 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 MO-Auswahleinrichtung und die MO-Aktivierungseinrichtung umfasst. Das System zum Zugangsschutz selbst ist kein sicherheitsbezogener Teil des Steuerungssystems (SRP/CS).

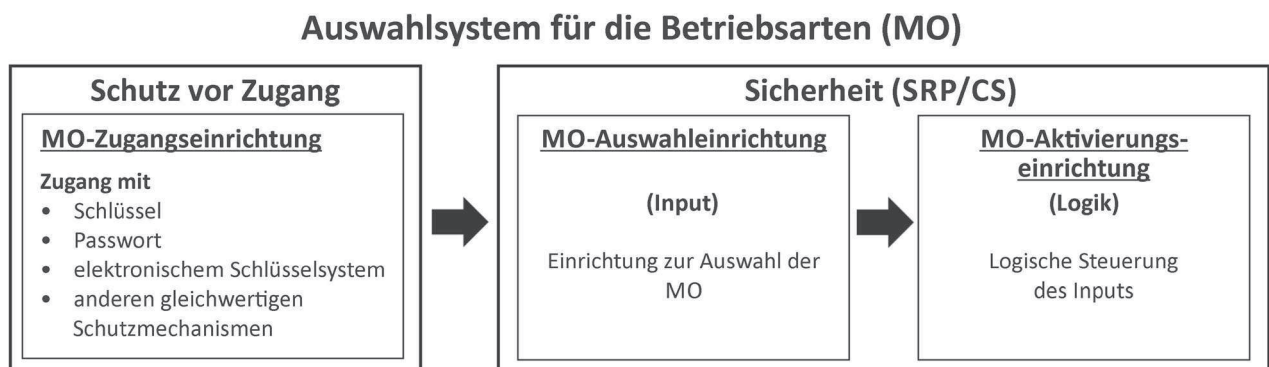


**Bild 1 — Abgrenzung zwischen Schutz- und Sicherheitssystem**

Durch die MO-Auswahleinrichtung (Sicherheit) und die zugehörigen Einstellungen des Steuerungssystems (SRP/CS) muss sichergestellt werden, dass jeweils nur eine MO ausgewählt und aktiviert werden kann.

Alle anwendbaren Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.15 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

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

Der sicherheitsrelevante Teil des MO-Auswahlsystems muss verriegelt werden können. Die Wahl der Betriebsart an sich darf keinen Maschinenbetrieb einleiten. Für die Auswahl der MO müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein.

- Ist mehr als eine Position (Steuerpult) für die Auswahl der MO in einem Gefährdungsbereich mehrerer Maschinen oder in miteinander in Wechselwirkung stehender Teilmaschinen verfügbar, und wird eine andere Betriebsart als MO 1 von einem beliebigen Steuerpult eines fest zugeordneten Gefährdungsbereiches ausgewählt, muss der Automatikzyklus für diesen besonderen Gefährdungsbereich unterbrochen werden, bevor ein Zugang zu diesem Gefährdungsbereich ermöglicht wird.
- Jede ausgewählte MO muss optisch angezeigt werden [z. B. durch optische Anzeige am Bedienpult, durch farbige Signallampen oder einen Text an der Benutzerschnittstelle (MMS – Mensch-Maschine-Schnittstelle)]. Siehe auch 6.2.2, Tabelle 6. 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 MO 1 und MO 3 ist nur auf Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4 anwendbar (siehe 5.2.4.6).

#### 5.2.4.3 Betriebsart 0: manueller Betrieb (MO 0)

Wenn MO 0 ausgewählt ist, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wenn verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen sind, darf die Spindelumdrehung nur manuell, durch eine zu diesem Zweck vorgesehene Steuerungseinrichtung, eingeleitet werden, wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen offenstehen, darf die Spindelbewegung nur mit betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion der Spindelumdrehung einleiten.
- b) Vorschubbewegungen der Achse sind mit geschlossenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen am Tisch möglich und die Verfahrensgeschwindigkeit muss auf 5 m/min begrenzt sein. Eine Vorschubbewegung der Achse mit offenen verriegelten Schutzeinrichtungen am Tisch muss manuell auswählbar sein und darf nur durch Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung mit einer auf 2 m/min begrenzten Geschwindigkeit möglich sein.
- 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. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung stoppt die Spindel und die durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion eingeleitete Vorschubbewegung.
- e) Anwendbare Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.17, 17.7, 17.8 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

#### 5.2.4.4 Betriebsart 1: Automatikbetrieb (MO 1)

MO 1 ist die Standardbetriebsart für die Produktion, bei der die volle Leistung der Maschine genutzt werden kann. Die manuelle Bewegung der Maschinenachsen und die Bearbeitung bei laufendem Spindelantrieb ist zulässig, wenn alle Schutzeinrichtungen aktiv und die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wird MO 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, muss sichergestellt werden, 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 (ISO 11161:2007, 8.10).
- c) Werden mehrere Starteinrichtungen bereitgestellt 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, muss der Steuerkreis so angeordnet sein, dass jeweils nur eine Steuerung betriebsbereit ist.

d) Für den Start/Neustart in MO 1 müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- der Start/Neustart darf nur von einer Steuerungseinheit eingeleitet werden, bei der keine Gefährdung besteht;
- alle nichttrennenden Schutzeinrichtungen, einschließlich ihrer sicherheitsbezogenen Funktionen, müssen ordnungsgemäß angeordnet und aktiv sein;
- 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 MO 1 in Verbindung gebrachte Bewegungen bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen dürfen mit spezifischen, in 5.2.5.1 (Maschine mit Werkzeugmagazin), 5.2.5.2 (Maschine mit Werkzeugwechsler), 5.2.5.3 (Maschine mit Werkstück-Handhabungsmechanismus), 5.2.5.4 (Maschine mit Werkstück-Einstellstation) und 5.2.5.5 (Maschine mit Werkstück-Spannmechanismus) dargelegten Anforderungen möglich sein.

#### 5.2.4.5 Betriebsart 2: Einrichtbetrieb (MO 2)

##### 5.2.4.5.1 Grundlegende Spezifikationen

MO 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 Antasten des Werkstücks mit einem Messtaster oder Werkzeug, gehört zum Einrichtbetrieb.

Beim Wechsel zu MO 2 von einer anderen MO muss der Arbeitszyklus zunächst unterbrochen werden 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 Einzelbewegung und Spindeldrehung nur bei Betätigung der Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion nach Anhang J eingeleitet werden. Eine Zustimmungseinrichtung ist nicht erforderlich, wenn die Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder das elektronische Handrad die Sicherheitsanforderungen nach 5.8.6 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.

##### 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 Linearvorschubbewegungen

- muss auf ein Maximum von 2 m/min begrenzt sein (für Sicherheitsfunktion siehe Tabelle J.2, 2.4, Tabelle J.4, 4.10, Tabelle J.18, 18.5), oder
- die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen;

b) für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel),

- Umfangsgeschwindigkeiten müssen auf 15 m/min beschränkt werden (für Sicherheitsfunktion siehe Tabelle J.2, 2.4, Tabelle J.4, 4.10, Tabelle J.18, 18.5), und
  - die Drehzahl muss auf  $50 \text{ min}^{-1}$  beschränkt werden (ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 d);
- 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) Die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Vorschubbewegungen der Achse oder des schrittweisen Abstands [definiert in a), b) und c) oben] müssen überwacht werden (siehe 5.8.6 und Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit in Tabelle J.17, 17.3 und 17.4). Ein Stopp muss eingeleitet werden, wenn die Höchstgeschwindigkeit überschritten wird. Die Stopp-Funktion der Bewegung muss durch eine sicherheitsbezogene Stopp-Funktion entsprechend Anhang J eingeleitet werden.
- e) Es müssen Maßnahmen zum Verhindern von gefährdenden Bewegungen schwerkraftbelasteter vertikaler oder schräger Achsen (z. B. Bremsen, Gegengewicht, Anhang G) vorgenommen werden.
- 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 Operationen im Arbeitsbereich gesperrt bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegung darf nur über die Wiederanwahl von MO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte einzelne Bewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jede Bewegung muss mit einem Startbefehl eingeleitet werden. Dies kann z. B. durch MDI erreicht werden.
- h) Durch Freigabe der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Funktion nach Anhang J (als SF07-1 und SF07-2 gekennzeichnet) eingeleitet werden.

#### 5.2.4.6 Betriebsart 3: Manueller Eingriff unter eingeschränkten Betriebsbedingungen (MO 3)

##### 5.2.4.6.1 Grundlegende Spezifikationen

MO 3 ist eine optionale Betriebsart, die den Betrieb der Maschine unter manueller oder numerischer Steuerung bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen ermöglicht.

Diese Betriebsart ist nur für Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4 zulässig.

MO 3 darf nur bereitgestellt werden, wenn die Arbeitsaufgabe das Öffnen der trennenden Schutzeinrichtungen und/oder Außerkraftsetzung anderer nichttrennenden Schutzeinrichtungen erfordert.

Typische Arbeitsaufgaben und Anwendungen für MO 3 mit Zustimmungseinrichtungen sind die Folgenden:

- Reinigung des Werkstücks, z. B. Entfernung von Spänen zur Verhinderung von Oberflächenkratzern;

- CNC/NC-Programmprüfungen, insbesondere Zyklusprüfungen mit höheren Achsen- und/oder Spindeldrehzahlen als die in MO 2 zulässigen, und die direkte Beobachtung bei offener trennender Schutzeinrichtung sind notwendig.

Die Verwendung von MO 3 muss auf die Durchführung der spezifischen Aufgabe, die MO 3 erfordert, begrenzt sein.

ANMERKUNG Der in MO 3 bereitgestellte begrenzte Funktionsumfang (siehe 5.2.4.6.2) gibt Anlass, zur höheren Leistung von MO 1 zurückzuschalten.

Beim Auswählen der Betriebsarten MO 1 oder MO 3 müssen die folgenden Sequenzen implementiert werden:

- Das Umschalten von MO 1 auf MO 3: Zunächst müssen die Betriebsbedingungen von MO 1 auf jene in MO 3 geforderten reduziert werden und müssen überwacht werden. Danach müssen die relevanten Sicherheitsanforderungen (z. B. die Möglichkeit zum Öffnen der trennenden Schutzeinrichtungen oder zum Unterbrechen der nichttrennenden Schutzeinrichtungen) ermöglicht werden.
- Das Umschalten von MO 3 auf MO 1: Zunächst müssen die höheren Sicherheitsanforderungen von MO 1 (z. B. geschlossene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen oder aktivierter Lichtvorhang) aktiviert werden, erst danach dürfen die höheren Werte der Maschinenparameter von MO 1 ermöglicht werden.

#### 5.2.4.6.2 Funktionsumfang

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

- a) Singuläre Linearachsenverschiebbewegungen muss
  - auf 5 m/min beschränkt werden, oder
  - die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen.
- b) Für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel)
  - müssen Umfangsgeschwindigkeiten auf 15 m/min beschränkt werden, und
  - die Drehzahl muss auf  $50 \text{ min}^{-1}$  beschränkt werden (ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 d).
- 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) Die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Verschiebbewegungen der Achse oder des schrittweisen Abstands [wie in a), b) und c) oben definiert] müssen überwacht werden (siehe 5.8.6 und Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit in Tabelle J.17, 17.3 und 17.4).
- 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 müssen durch eine der folgenden Maßnahmen eingeleitet und aufrechterhalten werden:
- Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung; oder
  - elektronisches Handrad; oder
  - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Zyklusstart zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung.
- f) Die Ausführung eines Programms muss durch eine Steuerungseinrichtung zum Starten des Arbeitszyklus in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung eingeleitet und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
- g) Es müssen Maßnahmen zum Verhindern von gefährdenden Bewegungen schwerkraftbelasteter vertikaler oder schräger Achsen (z. B. Bremsen, Gegengewicht, Anhang G) vorgenommen werden.
- h) 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.
- i) Automatische Werkzeug- und Werkstückwechselvorrichtungen müssen bei anstehenden Arbeiten im Arbeitsbereich gesperrt bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegung darf nur über die Wiederanwahl von MO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte einzelne Bewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jede Bewegung muss mit einem Startbefehl eingeleitet werden. Dies kann z. B. durch MDI erreicht werden.
- j) Durch Freigabe der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Funktion nach Anhang J (als SF07-1 und SF07-2 gekennzeichnet) eingeleitet werden.
- k) Die Hochdruckschmierung muss gesperrt sein (siehe Tabelle J.12).

#### 5.2.4.7 Servicebetrieb (MO Service)

Diese Betriebsart ist für Serviceaufgaben wie Kalibriermessung, Fehlersuche, Diagnose und Überprüfung von Maschinenfunktionen und -leistung vorgesehen. MO Service ermöglicht daher eine eingeschränkte Funktionalität der Maschine oder von Teilen davon, bei der Schutzeinrichtungen des jeweiligen Arbeitsbereichs geöffnet werden können.

MO Service darf nur für Servicemitarbeiter bereitgestellt werden, die vom Maschinenhersteller/Lieferanten der Maschine geschult sind.

- a) Die folgenden Einschränkungen für automatische Funktionen sind zur Bereitstellung dieser Betriebsart erforderlich:
- 1) Eine gleichzeitig stattfindende Umdrehung der Spindel und Achsbewegung ist nur für Messungen und Kalibrieraufgaben zulässig.
  - 2) Vorschubachse/n könnte/n unter folgenden Einschränkungen bewegt werden:
    - mit Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer dauerhaft betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, oder
    - mit Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einem Startbefehl (PLr = b) und betätigtem Override-Potentiometer, oder

- wenn die Achsendrehzahl geringer als 15 m/min ist und sicher begrenzt in PLr = d, Kat. 3 (SLS) in Verbindung mit einem Startbefehl (PLr = b) und betätigtem Override-Potentiometer, ist keine Zustimmungseinrichtung erforderlich.
- 3) Die Spindelumdrehung muss unter den folgenden Einschränkungen eingeleitet und aufrechterhalten werden:
  - mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer dauerhaft betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, oder
  - mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einem Startbefehl (PLr = b) und betätigtem Override-Potentiometer.
- 4) Die zulässige Spindeldrehzahl hängt von der Abbremsfähigkeit der Spindel ab. Nach Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Einrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss die Spindel innerhalb von fünf Umdrehungen ohne Werkzeug zum Stillstand kommen.

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.
- 5) Ist eine Bewegung des Werkzeugwechslers und/oder Werkzeugmagazins vorgesehen, müssen Bewegungen eines automatischen Werkzeugwechsels oder eine Bewegung des Werkzeugmagazins durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet werden. Es muss möglich sein, die einzelnen Schritte nacheinander einzuleiten.
- 6) Wenn der Kühlschmierstoffdruck höher als 0,5 MPa ist, ist eine Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer dauerhaft betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zur Einleitung und Aufrechterhaltung der Kühlschmierstoffversorgung erforderlich.
- 7) Pneumatische oder hydraulische Bewegungen von Maschinenteilen müssen mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer permanent betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden.
- 8) Werkzeugmessungen mittels laserbasierter Verfahren sind nicht zulässig.
- 9) Bewegungen des Späneförderers müssen mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer permanent betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden.
- b) Es kann mehr als eine Vorschubachse bewegt werden.
- c) Die Bewegungen der automatischen Werkstückwechselvorrichtungen müssen gegebenenfalls mit reduzierten Geschwindigkeiten durchgeführt werden. Die einzelnen Schritte müssen nacheinander eingeleitet werden.
- d) Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, 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 Tabelle J.3.

## 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, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- a) Der Zugang zum Werkzeugmagazin muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen abgesichert werden. Wo eine Routinebeobachtung des Werkzeugmagazins erforderlich ist, müssen Maßnahmen (z. B. Fenster) vorgenommen werden.
- b) Wenn die verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet oder die nichttrennenden Schutzeinrichtungen nach 5.2.3.1 außer Kraft gesetzt werden, müssen der Antrieb/die Antriebe des Werkzeugmagazins/der Werkzeugmagazine gestoppt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- c) Zugangsöffnungen müssen ISO 15534-1 und ISO 15534-2 entsprechen.
- d) Für jeglichen zugänglichen Gefährdungsbereich des Werkzeugmagazins müssen dieselben Anforderungen wie für den Arbeitsbereich gelten. Kraftgesteuerte Bewegungen des Werkzeugmagazins mit offenen trennenden Schutzeinrichtungen/außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen nach 5.2.3.1 sind zulässig, sofern diese in Übereinstimmung mit den folgenden Kriterien sind:
  - einer Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung; in diesem Fall darf die Bewegung 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

- einer Zweihandsteuerung;

Die Anforderungen von ISO 13851, Typ II oder Typ III B müssen erfüllt werden, 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.

ANMERKUNG Die Schaltertypen, Drehschalter und Knopfschalter werden in EN 894-3+A1:2008 beschrieben.

Die Abstandsanforderungen von ISO 13855:2010, Abschnitt 8 (mindestens 100 mm) sind erforderlich.

- e) Durch das Ansprechen eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung bei geöffneten verriegelten Schutzeinrichtungen dürfen keine Maschinenbewegungen ausgelöst werden (siehe IEC 60204-1:2016, 10.1.4).
- f) Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um Bewegungen von vertikalen oder schrägen Achsen unter Schwerkraft zu verhindern, z. B. Bremsen (siehe Anhang G).
- g) Alle anwendbaren Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.10 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

### 5.2.5.2 Zusätzliche Anforderungen an Werkzeugwechsler

Ist die Maschine mit (einem) Werkzeugwechsler(n) ausgerüstet, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- a) Ein Zugang zu gefährdenden Bewegungen des (der) Werkzeugwechsler(s) aus allen Richtungen muss durch feste und/oder verriegelte trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden.
- 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 nach 5.2.3.1 und keinem Ganzkörperzugang sind zulässig, sofern sie in Übereinstimmung mit den folgenden Kriterien ausgeführt werden:
  - einer Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung; in diesem Fall darf die Bewegung 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

- einer Zweihandsteuerung

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

Die Anforderungen von ISO 13851, Typ II oder Typ III B müssen erfüllt werden, 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.

ANMERKUNG Die Schaltertypen, Drehschalter und Knopfschalter werden in EN 894-3+A1:2008 beschrieben.

Die Abstandsanforderungen von ISO 13855:2010, Abschnitt 8 (mindestens 100 mm) sind erforderlich.

- d) Für jeden zugänglichen Gefährdungsbereich des Werkzeugwechslers müssen in der Dokumentation Angaben über die Restgefahr durch die Anwesenheit von Personen gemacht werden. Es müssen auch dieselben Anforderungen wie für den Arbeitsbereich erfüllt werden.
- e) Es dürfen keine gefährdenden Bewegungen des Werkzeugwechslers durch die Betätigung eines Sensors oder einer Feedback-Einrichtung eingeleitet werden, während die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen offen sind (siehe IEC 60204-1:2016, 10.1.4).
- f) Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, um gefährdende Bewegungen von schwerkraftbelasteten vertikalen oder schrägen Achsen, z. B. Bremsen, zu verhindern (siehe Anhang G).
- g) Es sind Maßnahmen zu treffen, die eine Gefährdung durch herausgeschleuderte, herabfallende Werkzeuge unter allen Betriebsbedingungen und/oder bei Ausfall der Energieversorgung bei geöffneter verriegelter Schutzeinrichtung durch Sicherung der Werkzeuge im Werkzeugwechsler verhindern.
- h) Alle anwendbaren Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.9 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

### 5.2.5.3 Zusätzliche Anforderungen an Werkstückhandhabungsmechanismen

Ist die Maschine mit einem automatischen Werkstückhandhabungsmechanismus ausgerüstet, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- a) Die Positionen für Bediener an den Werkstückbeladungs-/Entladungsmechanismen müssen außerhalb des Arbeitsbereichs und fern von anderen gefährdenden Maschinenbewegungen platziert sein.
- b) Ein Zugang zu gefährdenden Bewegungen aus allen Richtungen der Werkstückhandhabungsmechanismen muss durch feste und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden (ISO 14119:2013, 7 und Anhänge).
- c) Wenn die verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen offenstehen, muss (müssen) der (die) Antrieb(e) des (der) Werkstückhandhabungsmechanismus/-mechanismen und andere gefährliche Bewegungen gestoppt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- d) Angetriebene Bewegungen mit offenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen nach 5.2.3.1 müssen in einer Position mit ausreichendem Abstand vom Gefährdungsbereich eingeleitet und aufrechterhalten werden, und zwar entweder durch:
  - eine Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung; in diesem Fall darf die Bewegung mit einer reduzierten Geschwindigkeit von höchstens 5 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:

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

Die Anforderungen von ISO 13851, Typ II oder Typ III B müssen erfüllt werden, 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.

ANMERKUNG Die Schaltertypen, Drehschalter und Knopfschalter werden in EN 894-3+A1:2008 beschrieben.

Die Abstandsanforderungen von ISO 13855:2010, Abschnitt 8 (mindestens 100 mm) sind erforderlich.

- e) Für jeglichen zugänglichen Gefährdungsbereich des Handhabungsmechanismus müssen dieselben Anforderungen wie für den Arbeitsbereich gelten.
- f) Durch das Ansprechen eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung bei geöffneten verriegelten oder überwachten Schutzeinrichtungen dürfen keine gefährlichen Maschinenbewegungen ausgelöst werden (siehe IEC 60204-1:2016, 10.1.4).
- g) Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, um gefährdende Bewegungen von schwerkraftbelasteten vertikalen oder schrägen Achsen, z. B. Bremsen, zu verhindern (siehe Anhang G).
- h) Alle anwendbaren Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.6 angeführt werden, müssen eingehalten werden.

#### 5.2.5.4 Zusätzliche Anforderungen an Aufspannstationen für Werkstücke

Ist eine angetriebene Bewegung der Aufspannstation von Werkstücken erforderlich (z. B. zur Drehung einer Palette mit Werkstück), während die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen offen oder die