

**DIN EN ISO 16090-1**

ICS 25.080.01

Einsprüche bis 2014-12-31

**Entwurf**

**Werkzeugmaschinen Sicherheit –  
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen –  
Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 16090-1:2014);  
Deutsche Fassung prEN ISO 16090-1:2014**

Machine tools safety –  
Machining centres, Milling machines, Transfer machines –  
Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1:2014);  
German version prEN ISO 16090-1:2014

Machine-outils –  
Sécurité –  
Centres d'usinage, machines à fraiser, machine transfert – Partie 1: Exigences de sécurité  
(ISO/DIS 16090-1:2014);  
Version allemande prEN ISO 16090-1:2014

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-10-31 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de) 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/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) 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) (Hausanschrift: Corneliusstr. 4, 60325 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 175 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2014-XX-YY.

## Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die ISO 16090 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 39, *Machine tools*, Subkomitee SC 10, *Safety*, und durch das Technische Komitee CEN/TC 143, *Werkzeugmaschinen — Sicherheit* in Zusammenarbeit erstellt.

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 Internationale Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, dass die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Diese Internationale Norm beschreibt den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz an allen Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren für die Kaltbearbeitung von Metall. Sie dient als Typ C-Norm der Ausfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des Anhang I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 122-00-05-02 UA „*Bearbeitungszentren — Sicherheit*“ des Normenausschusses Werkzeugmaschinen (NWM) im DIN, der maßgeblich an der Erarbeitung dieser Internationalen Norm mitgewirkt hat und auch für die deutsche Übersetzung sorgte.

Die Norm DIN EN ISO 16090-1 enthält die vorgesehene Zusammen- und Neufassung der folgenden Normen:

DIN EN 12417:2009  
DIN EN 13128: 2009  
DIN EN 14070: 2009

Für die in Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen angegebenen Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechende deutsche Norm hingewiesen:

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| ISO 230-5 | siehe DIN ISO 230-5    |
| ISO 1182  | siehe DIN EN ISO 1182  |
| ISO 1940  | siehe DIN ISO 1940     |
| ISO 2592  | siehe DIN EN ISO 2592  |
| ISO 3448  | siehe DIN ISO 3448     |
| ISO 3744  | siehe DIN EN ISO 3744  |
| ISO 3746  | siehe DIN EN ISO 3746  |
| ISO 4413  | siehe DIN EN ISO 4413  |
| ISO 4414  | siehe DIN EN ISO 4414  |
| ISO 4871  | siehe DIN EN ISO 4871  |
| ISO 6385  | siehe DIN EN ISO 6385  |
| ISO 8525  | siehe DIN ISO 8525     |
| ISO 9241  | siehe DIN EN ISO 9241  |
| ISO 11161 | siehe DIN EN ISO 11161 |

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| ISO 11202      | siehe DIN EN ISO 11202   |
| ISO 11204      | siehe DIN EN ISO 11204   |
| ISO/TR 11688-1 | siehe DIN EN ISO 11688-1 |
| ISO/TR 11688-2 | siehe DIN EN ISO 11688-2 |
| ISO 11925      | siehe DIN EN ISO 11925   |
| ISO 12100      | siehe DIN EN ISO 12100   |
| ISO 13849-1    | siehe DIN EN ISO 13849-1 |
| ISO 13849-2    | siehe DIN EN ISO 13849-2 |
| ISO 13850      | siehe DIN EN ISO 13850   |
| ISO 13855      | siehe DIN EN ISO 13855   |
| ISO 13856-1    | siehe DIN EN ISO 13856-1 |
| ISO 13856-2    | siehe DIN EN ISO 13856-2 |
| ISO 13857      | siehe DIN EN ISO 13857   |
| ISO 14119      | siehe DIN EN ISO 14119   |
| ISO 14120      | siehe DIN EN ISO 14120   |
| ISO 14122-1    | siehe DIN EN ISO 14122-1 |
| ISO 14122-2    | siehe DIN EN ISO 14122-2 |
| ISO 14122-3    | siehe DIN EN ISO 14122-3 |
| ISO 14122-4    | siehe DIN EN ISO 14122-4 |
| ISO 14159      | siehe DIN EN ISO 14159   |
| ISO 14738      | siehe DIN EN ISO 14738   |
| ISO 15641      | siehe DIN EN ISO 15641   |
| ISO/DIS 16089  | siehe E DIN EN ISO 16089 |
| ISO 16156      | siehe DIN EN ISO 1550    |
| ISO 23125      | siehe DIN EN ISO 23125   |
| ISO 19353      | siehe DIN EN ISO 19353   |
| ISO 60204-1    | siehe DIN EN 60204-1     |
| IEC 60529      | siehe DIN EN 60529       |
| IEC 61000-6-2  | siehe DIN EN 61000-6-2   |
| IEC 61000-6-3  | siehe DIN EN 61000-6-3   |
| IEC 61000-6-4  | siehe DIN EN 61000-6-4   |
| IEC 61496-1    | siehe DIN EN 61496-1     |
| IEC 61496-2    | siehe DIN EN 61496-2     |
| IEC 61800-5-2  | siehe DIN EN 61800-5-2   |
| EN 1005-1      | siehe DIN EN 1005-1      |
| EN 1005-2      | siehe DIN EN 1005-2      |
| EN 1005-3      | siehe DIN EN 1005-3      |
| EN 1005-4      | siehe DIN EN 1005-4      |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 12417, DIN EN 13128 und DIN EN 14070 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Normnummer der ISO wurde übernommen;
- b) die Inhalte der drei angegebenen Normen wurden eingearbeitet;
- c) die Zuverlässigkeitsparameter der Steuerungen wurden von Kategorien auf Performance Level umgestellt;
- d) Anhang J mit Auflistung der Sicherheitsfunktionen und den dazugehörigen PL neu hinzugefügt;
- e) der technische Inhalt wurde vollständig überarbeitet und neu strukturiert.
- f) Die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

— Leerseite —

**Werkzeugmaschinen Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen,  
Transfermaschinen — Teil 1: Sicherheitsanforderungen  
(ISO/DIS 16090-1:2014)**

*Machine-outils - Sécurité — Centres d'usinage, machines à fraiser, machine transfert — Partie 1: Exigences de sécurité (ISO/DIS 16090-1:2014)*

*Machine tools safety — Machining centres, Milling machines, Transfer machines — Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1:2014)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokumentstufe: parallele Umfrage  
Dokumentsprache: D

## Inhalt

Seite

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>Einleitung.....</b>                                                                                                      | <b>6</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                                                            | <b>7</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                                                       | <b>8</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                                                                     | <b>11</b> |
| 3.1 Allgemeine Begriffe .....                                                                                               | 11        |
| 3.2 Bauarten von Fräsmaschinen .....                                                                                        | 13        |
| 3.3 Maschinenteile .....                                                                                                    | 15        |
| 3.4 Sichere Betriebsarten.....                                                                                              | 16        |
| 3.5 Obligatorische und optionale sichere Betriebsarten für Fräsmaschinen.....                                               | 18        |
| 3.6 Maximal zulässige Spindeldrehzahlen und Achsvorschübe .....                                                             | 18        |
| <b>4 Liste der signifikanten Gefährdungen .....</b>                                                                         | <b>20</b> |
| 4.1 Die hauptsächlichen Gefährdungsbereiche .....                                                                           | 20        |
| 4.2 Von dieser Norm abgedeckte signifikante Gefährdungen und gefährliche Situationen.....                                   | 20        |
| <b>5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen .....</b>                                                            | <b>27</b> |
| 5.1 Allgemeine Anforderungen.....                                                                                           | 27        |
| 5.1.1 Anforderungen für trennende Schutzeinrichtungen für alle Fräsmaschinenbauarten .....                                  | 27        |
| 5.2 Spezifische Anforderungen welche aus mechanischen Gefährdungen resultieren .....                                        | 30        |
| 5.2.1 Maschinen der Bauart 1 .....                                                                                          | 30        |
| 5.2.2 Maschinen der Bauart 2 .....                                                                                          | 30        |
| 5.2.3 Maschinen der Bauart 3 und 4.....                                                                                     | 31        |
| 5.2.4 Sichere Betriebsarten der Maschinenbedienung .....                                                                    | 34        |
| 5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstungen für Fräsmaschinen .....                                                       | 42        |
| 5.3 Spezifische Anforderungen infolge elektrischer Gefährdungen .....                                                       | 52        |
| 5.4 Spezifische Anforderungen infolge von Geräuschgefahren.....                                                             | 52        |
| 5.5 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung .....                                                | 53        |
| 5.6 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Werkstoffe oder Substanzen ....                                | 53        |
| 5.6.1 Brennbare Kühlschmierstoffe .....                                                                                     | 53        |
| 5.6.2 Trockenbearbeitung und Minimalmengenschmierung.....                                                                   | 55        |
| 5.6.3 Anforderungen bei biologischen oder mikrobiologischen Gefährdungen .....                                              | 55        |
| 5.6.4 Nicht brennbare und teilweise brennbare Materialien .....                                                             | 56        |
| 5.7 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Vernachlässigung von ergonomischen Prinzipien.....             | 56        |
| 5.8 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch unerwarteten Anlauf, Durchlaufen oder überhöhter Drehzahl..... | 58        |
| 5.8.1 Allgemeines .....                                                                                                     | 58        |
| 5.8.2 Ingangsetzen .....                                                                                                    | 58        |
| 5.8.3 Überwachung von Drehzahlgrenzen und Grenzen von linearen und Drehbewegungen .....                                     | 59        |
| 5.8.4 Betriebsbedingter Halt .....                                                                                          | 59        |
| 5.8.5 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit der elektrischen Ausrüstung .....                             | 60        |
| 5.9 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Schwankung der Werkzeugdrehzahl .....                          | 60        |
| 5.10 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung .....                           | 60        |
| 5.11 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Steuerung .....                                   | 61        |
| 5.11.1 Allgemeines .....                                                                                                    | 61        |
| 5.11.2 Sicherheitsfunktionen .....                                                                                          | 61        |

|                                                                                                         |                                                                                                                                                |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.11.3                                                                                                  | NOT-HALT .....                                                                                                                                 | 61 |
| 5.12                                                                                                    | Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch fehlerhafte Montage .....                                                             | 62 |
| 5.13                                                                                                    | Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch herausgeschleuderte<br>Flüssigkeiten oder Gegenstände .....                           | 62 |
| 5.13.1                                                                                                  | Allgemeine Anforderungen .....                                                                                                                 | 62 |
| 5.13.2                                                                                                  | Trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 3 und 4 .....                                                                           | 63 |
| 5.14                                                                                                    | Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust der Standfestigkeit .....                                                     | 64 |
| 5.15                                                                                                    | Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen von<br>Personen .....                                           | 64 |
| 5.16                                                                                                    | Anforderungen infolge von hochgelegenen Teilen der Maschine, die zur Wartung oder<br>Störungsbeseitigung zugänglich sein müssen .....          | 64 |
| 5.17                                                                                                    | Anforderungen infolge der Maschinengröße .....                                                                                                 | 64 |
| 5.17.1                                                                                                  | Allgemeines .....                                                                                                                              | 64 |
| 5.17.2                                                                                                  | Gesamtkonzept .....                                                                                                                            | 65 |
| 5.17.3                                                                                                  | Verlassen/Zurückkehren der/zur Steuerkabine (Bedienstand) .....                                                                                | 65 |
| 5.18                                                                                                    | Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen .....                                                                        | 66 |
| 6                                                                                                       | Benutzerinformationen .....                                                                                                                    | 70 |
| 6.1                                                                                                     | Allgemeines .....                                                                                                                              | 70 |
| 6.2                                                                                                     | Kennzeichnung .....                                                                                                                            | 70 |
| 6.3                                                                                                     | Betriebsanleitung .....                                                                                                                        | 70 |
| 6.3.1                                                                                                   | Allgemeines .....                                                                                                                              | 70 |
| 6.3.2                                                                                                   | Werkzeugbestückung .....                                                                                                                       | 73 |
| 6.3.3                                                                                                   | Werkstück einspannung .....                                                                                                                    | 74 |
| 6.3.4                                                                                                   | Maschinenfunktionen die vom NC-Bedienpult aus ausgewählt werden können .....                                                                   | 74 |
| 6.3.5                                                                                                   | Wiederaanlaufen .....                                                                                                                          | 74 |
| 6.3.6                                                                                                   | Geräusche .....                                                                                                                                | 74 |
| 6.3.7                                                                                                   | Zusätzliche Handhabungseinrichtungen .....                                                                                                     | 75 |
| 6.3.8                                                                                                   | Vom Maschinenbetreiber zu bedenkende Restrisiken .....                                                                                         | 75 |
| 6.3.9                                                                                                   | Installationsanleitung für Fräsmaschinen .....                                                                                                 | 76 |
| 6.3.10                                                                                                  | Reinigungsanleitung für die Maschine .....                                                                                                     | 76 |
| Anhang A (informativ) Aufprallprüfverfahren für trennende Schutzeinrichtungen an<br>Fräsmaschinen ..... |                                                                                                                                                | 77 |
| A.1                                                                                                     | Allgemeines .....                                                                                                                              | 77 |
| A.2                                                                                                     | Prüfverfahren .....                                                                                                                            | 77 |
| A.2.1                                                                                                   | Prinzip .....                                                                                                                                  | 77 |
| A.2.2                                                                                                   | Prüfgeräte .....                                                                                                                               | 77 |
| A.2.3                                                                                                   | Geschwindigkeitsmessung .....                                                                                                                  | 78 |
| A.2.4                                                                                                   | Halterung des Prüfgegenstandes .....                                                                                                           | 78 |
| A.2.5                                                                                                   | Prüfverfahren .....                                                                                                                            | 78 |
| A.3                                                                                                     | Ergebnisse .....                                                                                                                               | 79 |
| A.3.1                                                                                                   | Beschädigung .....                                                                                                                             | 79 |
| A.3.2                                                                                                   | Beurteilung .....                                                                                                                              | 79 |
| A.4                                                                                                     | Prüfbericht .....                                                                                                                              | 79 |
| Anhang B (normativ) Ausrüstung für die Aufprallprüfung .....                                            |                                                                                                                                                | 80 |
| B.1                                                                                                     | Schussgerät .....                                                                                                                              | 80 |
| B.2                                                                                                     | Beispiele von Werkstoffen .....                                                                                                                | 81 |
| Anhang C (informativ) Erläuternde Bilder als Beispiele von Fräsmaschinen .....                          |                                                                                                                                                | 82 |
| C.1                                                                                                     | Fräsmaschinen der Bauart 1 .....                                                                                                               | 82 |
| C.2                                                                                                     | Fräsmaschinen der Bauart 2 .....                                                                                                               | 83 |
| C.3                                                                                                     | Fräsmaschinen der Bauart 3 .....                                                                                                               | 84 |
| C.4                                                                                                     | Fräsmaschinen der Bauart 4 .....                                                                                                               | 85 |
| Anhang D (informativ) Beispielbilder von trennenden Schutzeinrichtungen .....                           |                                                                                                                                                | 89 |
| D.1                                                                                                     | Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 1<br>(handgesteuerte Maschinen) .....                       | 89 |
| D.2                                                                                                     | Beispiele von trennenden Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 2 (Maschinen<br>mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten) ..... | 90 |

|                        |                                                                                                                                                                                                         |     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| D.3                    | Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 3 (automatische Maschinen) .....                                                                                                  | 91  |
| D.4                    | Beispiele von trennenden Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 4 (Transfer-, Einzweck- oder Sondermaschinen) .....                                                                              | 93  |
| Anhang E (informativ)  | Beispiele für die Integration von Absaug- und Brandlöscheinrichtungen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe .....                                                                                 | 95  |
| Anhang F (normativ)    | Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe .....                                                                                                                                             | 97  |
| F.1                    | Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe .....                                                                                                                                                          | 97  |
| F.2                    | Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen .....                                                                                                                                                     | 98  |
| F.3                    | Verhinderung des Flammeneintritts in die Absauganlage .....                                                                                                                                             | 98  |
| F.4                    | Dimensionierung von Druckentlastungsflächen .....                                                                                                                                                       | 99  |
| Anhang G (informativ)  | Beispiel zur Bestimmung des Performance Level für eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung .....                                                                                                    | 100 |
| G.1                    | Allgemeines .....                                                                                                                                                                                       | 100 |
| G.2                    | Sicherheitsfunktion und erforderlicher Performance Level .....                                                                                                                                          | 100 |
| G.2.1                  | Schwere der Verletzung, S1 und S2 .....                                                                                                                                                                 | 101 |
| G.2.2                  | Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition, F1 und F2 .....                                                                                                                                    | 101 |
| G.2.3                  | Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung, P1 und P2 .....                                                                                                                                              | 101 |
| G.2.4                  | Erforderlicher Performance Level .....                                                                                                                                                                  | 101 |
| G.3                    | Ermittlung der sicherheitsbezogenen Teile .....                                                                                                                                                         | 102 |
| G.4                    | Ermittlung des Performance Level .....                                                                                                                                                                  | 103 |
| G.4.1                  | Allgemeines .....                                                                                                                                                                                       | 103 |
| G.4.2                  | Quantifizierung der mittleren Zeit bis zum gefährlichen Ausfall für jeden Kanal, mittlerer Diagnosedeckungsgrad, Faktor des Ausfalls infolge gemeinsamer Ursache, Kategorie und Performance Level ..... | 103 |
| G.5                    | Verifizierung .....                                                                                                                                                                                     | 105 |
| Anhang H (informativ)  | Beispiel eines Konzeptes, wie die Steuerkabine (Bedienstand) einer Maschine der Bauart 2 und 3 zu verlassen ist und wie man zu dieser zurückkehrt .....                                                 | 106 |
| Anhang I (informativ)  | Typische Anforderungsraten an Sicherheitsfunktionen .....                                                                                                                                               | 107 |
| Anhang J (normativ)    | Sicherheitsfunktionen .....                                                                                                                                                                             | 112 |
| J.1                    | Index über die Sicherheitsfunktionen in Tabelle J.1 bis J2 .....                                                                                                                                        | 112 |
| J.2                    | Erklärung des Zusammenhangs zwischen Performance Level und Sicherheitsintegritätslevel .....                                                                                                            | 117 |
| J.3                    | Sicherheitsbezogene Parameter .....                                                                                                                                                                     | 117 |
| J.4                    | Tabellen der Sicherheitsfunktionen .....                                                                                                                                                                | 119 |
| Anhang K (normativ)    | Bremsentest Schwerkraft belastete Achsen .....                                                                                                                                                          | 160 |
| K.1                    | Zyklischer Bremsentest – Testintervall an Maschinen der Bauart 3 und 4 .....                                                                                                                            | 160 |
| K.2                    | Bremsentestintervall .....                                                                                                                                                                              | 161 |
| K.3                    | Beispiele von Maßnahmen gegen ungewolltes Herabsinken von schwerkraftbelasteten Achsen entsprechend ISO 13849-1:2006 .....                                                                              | 166 |
| K.3.1                  | Allgemeine Anforderungen .....                                                                                                                                                                          | 166 |
| K.3.2                  | Maßnahmen entsprechend ISO 13849-1, Kategorie 2 (zyklischer Bremsentest) .....                                                                                                                          | 166 |
| K.3.3                  | Maßnahmen entsprechend ISO 13849-1:2006, Kategorie 3 (Redundante Maßnahmen zur Absturzsicherung) .....                                                                                                  | 166 |
| Anhang ZA (informativ) | Zusammenhang zwischen dieser internationalen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EC .....                                                                                | 170 |
| Literaturhinweise      | .....                                                                                                                                                                                                   | 171 |

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16090-1:2014) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Werkzeugmaschinen“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen Sicherheit“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Es ist möglich, dass Elemente dieses Dokumentes Gegenstand von Patentrechten sind. ISO soll nicht für die Auffindung solcher Patentrechte verantwortlich gehalten werden.

Die Internationale Norm ISO 16090-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39, *Werkzeugmaschinen*, Unterkomitee SC 10 und dem Technischen Komitee CEN/TC 143, *Werkzeugmaschinen Sicherheit*, erarbeitet.

Diese Ausgabe annulliert und ersetzt die Ausgaben:

- EN 12417:2001+A2:2009, Machine tools — Safety — Machining centres
- EN 12417:2001+A2:2009/AC:2010
- EN 13128:2001+A2:2009, Safety of machine tools — Milling machines (including boring machines)
- EN 13128:2001+A2:2009/AC:2010
- EN 14070:2003+A1:2009, Safety of machine tools — Transfer and special-purpose machines
- EN 14070:2003+A1:2009/AC:2010

ISO 16090 besteht aus folgenden Teilen, unter dem allgemeinen Titel *Werkzeugmaschinen Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen*

- *Teil 1: Sicherheitsanforderungen*
- *Teil 2: Anwendungsbeispiele für optionale Sonderbetriebsart*
- *Teil [n+1]*

Dieses Dokument ist eine Arbeitsvorlage für die internationale Norm.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16090-1:2014 wurde vom CEN als prEN ISO 16090-1:2014 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Diese Internationale Norm ist nach ISO 12100:2010 eine Typ C-Norm.

Wenn die Bestimmungen dieser Typ C-Norm sich von denen unterscheiden, die in Typ A- oder Typ B-Normen festgelegt sind, haben die Bestimmungen dieser Typ C-Norm Vorrang.

Fräsmaschinen weisen einen weiten Bereich von Gefährdungen auf, nicht zuletzt durch deren umfangreiche Anwendung als Drehwerkzeug, 'stationäre' Werkzeugmaschine und zum allgemeinen Zerspanen von Kaltarbeitsstählen und anderen nicht explosiven Materialien, Holz und Stein ausgeschlossen.

Der Schutz der Bediener und anderer Personen vor Kontakt mit sich bewegenden Schneidwerkzeugen, vor allem bei hoher Spindeldrehzahl oder während eines kraftbetriebenen Werkzeugwechsels zwischen dem Werkzeugmagazin und der Spindel oder vor einem Kontakt mit sich schnell bewegenden Werkstücken, ist von großer Wichtigkeit.

Bei kraftbetriebenen Vorrichtungen für die Werkstückübergabe, können auch gefährliche Situationen während des Be- und Entladen, sowie beim Ausrichten, Spannen oder Lösen des Werkstücks entstehen.

Eine vollständige Verkleidung des Arbeitsbereiches mittels Schutzeinrichtungen ist an kleineren Maschinen zweckmäßig. Um die Anforderungen für einen Zugang zum Arbeitsbereich an großen Maschinen zu erfüllen, die für die Bearbeitung eines weiten Bereiches von Werkstückformen verwendet werden, kann es erforderlich sein die Bediener durch andere Mittel zu schützen (z. B. durch Umzäunungen, Schutzeinrichtungen um den Bedienplatz).

Mobile Steuerpulte (mit Kabel gebunden oder über Funk) ermöglichen es den Bedienern vor allem bei großen Maschinen, den Arbeitsraum, das Beladen und Ausrichten, das Spannen, das Zerspanen oder die Entladearbeiten zu beobachten und das mobile Steuerpult mit sich zu führen während dem sie sich bewegen.

Die von dieser Norm abgedeckten signifikanten Gefährdungen sind in 4 aufgeführt. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der in Tabelle 3 ermittelten Gefährdungen und Verfahren zur Überprüfung dieser Anforderungen oder Maßnahmen sind in 5 zu finden.

Die in Anhang D enthaltenen Bilder sind nur Beispiele und dienen nicht dem alleinigen Zweck den Text zu interpretieren.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die technischen Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen fest, die von Personen zu beachten sind, die mit der Konstruktion, dem Bau und der Lieferung (einschließlich Installation und Demontage, mit Vorkehrungen für Transport und Instandhaltung) von stationären Maschinen zur Kaltbearbeitung von Metall und anderen nicht explosiven Materialien, Holz und Stein ausgeschlossen, mit Werkzeugen geometrisch definierter Schneide (Fräsbearbeitung) befasst sind.

Diese Norm schließt folgende Maschinen ein, welche die Fähigkeit besitzen Fräs- und Bohrarbeiten durchzuführen ohne sich auf diese zu beschränken:

- a) Manuelle Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung (siehe 3.2.1, Bauart 1), wie z. B.:
  - Konsol- und Ständerfräsmaschinen (siehe Bild C.1)
  - Bohr- und Fräsmaschinen (siehe Bild C.2).
- b) Manuell gesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten (siehe 3.2.2, Bauart 2), wie z.B.:
  - Bettfräsmaschinen (siehe Bilder C.3 und C.4)
  - Kopierfräsmaschinen
- c) Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren (siehe 3.2.3, Bauart 3), z. B.:
  - automatische Fräsmaschinen und Fräszentren wie z.B. Mehrspindelfräsmaschinen, Verzahnungsfräsmaschinen (siehe Bilder C.5, C.6 und C.7)
  - Bearbeitungszentren
- d) Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen (siehe 3.2.4, Bauart 4), welche nur für die Bearbeitung eines vorher festgelegten Metalls oder Werkstück gleichartigen Materials oder einer beschränkten Teilefamilie ähnlicher Werkstücke durch eine vorgegebene Folge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern gestaltet sind (siehe Bild C.8, C.9, C.10, C.11, C.12 und C.13).

Diese Norm berücksichtigt die bestimmungsgemäße Verwendung einschließlich der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung, der Wartung, der Reinigung und der Einrichtarbeiten. Sie legt Zugangsregelungen zu Bedienpositionen und zu Be- und Entladestationen fest. Sie setzt den Zugang zur Maschine von allen Seiten voraus. Sie beschreibt Mittel zur Risikominderung sowohl für Bediener als auch für andere gefährdete Personen.

Diese Internationale Norm gilt auch für Werkstücktransfereinrichtungen sowie Transporteinrichtungen zum Beladen/Entladen wenn diese einen integralen Bestandteil der Maschine bilden.

Diese Internationale Norm behandelt signifikante Gefährdungen an Fräsmaschinen bei bestimmungsgemäßer Verwendung und unter Bedingungen, die für den Hersteller vorhersehbar sind (siehe 4).

Gefährdungen, die aus anderen Metallbearbeitungsverfahren herrühren (z. B. Schleifen, Drehen, Reibschweißen, Umformen, EDM, Laser-Bearbeitung), werden durch andere Normen abgedeckt (siehe Literaturhinweise). Wenn jedoch zusätzliche Dreh- und Schleifoperationen vorgesehen sind, müssen zusätzliche Gefährdungen durch die weiteren Spannbbedingungen und dem Herausschleudern von Teilen berücksichtigt werden.

Diese Internationale Norm gilt für Maschinen, die nach dem Ausgabedatum dieser Norm hergestellt wurden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

ISO 1182:2010, *Reaction to fire tests for products — Non-combustibility test*

ISO 1940-1:2003, *Mechanical vibration — Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state — Part 1: Specification and verification of balance tolerances*

ISO 1760:2010, *Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value)*

ISO 2592:2000, *Determination of flash and fire points — Cleveland open cup method*

ISO 3448:1992, *Industrial liquid lubricants — ISO viscosity classification*

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 6385:2004, *Ergonomic principles in the design of work systems*

ISO 8525:2008, *Airborne noise emitted by machine tools — Operating conditions for metal-cutting machines*

ISO 9241(all parts), *Ergonomics of human-system interaction*

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/Amd1:2010, *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 11228-1:2003, *Ergonomics — Manual handling — Part 1: Lifting and carrying*

ISO/TR 11688-1:1995, *Acoustics — Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment — Part 1: Planning*

ISO/TR 11688-2:1998, *Acoustics — Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment — Part 2: Introduction to the physics of low-noise design*

ISO 11925-2:2010, *Reaction to fire tests — Ignitability of products subjected to direct impingement of flame -- Part 2: Single-flame source test*

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

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*

ISO 13850:2006,<sup>1)</sup> *Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design*

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

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 the design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*

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

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

ISO 14119:1998/Amd1:2007,<sup>2)</sup> *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*

ISO 14120:2002, *Safety of machinery — Guards -- General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*

ISO 14122-1:2001, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*

ISO 14122-2:2001, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*

---

<sup>1)</sup> Wird eventuell durch eine neuere Ausgabe ersetzt (ISO/CD 13858:2013-03)

<sup>2)</sup> Wird eventuell durch eine neuere Ausgabe ersetzt (ISO/FDIS 14119:2013-04)

ISO 14122-3:2001, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

ISO 14122-4:2004, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders*

ISO 14159:2002, *Safety of machinery — Hygiene requirements for the design of machinery*

ISO 14738:2002/Cor 2:2005, *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 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*

ISO 15641:2001, *Milling cutters for high speed machining — Safety requirements*

ISO/CD 16089:2013,<sup>3)</sup> *Machine-tools safety — Safety — Stationary grinding machines*

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

ISO 23125:2010/Amd 1:2012, *Machine-tools safety — Safety — Turning machines*

ISO 19353:2005, *Safety of machinery — Fire prevention and protection*

IEC 60204-1-Ed.5.1:2009, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

IEC 60529-Ed.2.1+CR2:2007, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code); Corrigendum 2*

IEC 60825-1:2007, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61000-6-2:2005, *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 61000-6-4:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments*

IEC 61496-1:2012, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 1: General requirements and tests*

IEC 61496-2:2013, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*

IEC 61800-5-2:2007, *Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-2: Safety requirements — Functional*

IEC 62061:2005+CR2:2008, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

---

<sup>3)</sup> Wird eventuell durch die fertige Ausgabe ersetzt.

IEC/TR 62061-1:2010, *Guidance on the application of ISO 13849-1 and IEC 62061 in the design of safety-related control systems for machinery*

EN 1005-1+A1:2008, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions*

EN 1005-2+A1:2008, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery*

EN 1005-3+A1:2008, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation*

EN 1005-4+A1:2008, *Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery*

ANMERKUNG In diesem Abschnitt wird spezifiziert, ob ein datierter oder undatierter Verweis gemacht wird. Auch wenn im Rest dieses Dokuments das Veröffentlichungsdatum nicht wiederholt wird, ist der Verweis in diesem Abschnitt verbindlich.

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100:2010, ISO 13849-1:2006 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1 Allgemeine Begriffe

##### 3.1.1

##### **Fräsmaschine**

Maschine zur spanenden Kaltbearbeitung von Metall und anderen nicht explosiven Materialien, Kaltmetall, Holz und Stein ausgeschlossen, mittels rotierender Schneidwerkzeuge

##### 3.1.2

##### **Ausbohrmaschine**

eine Maschine, die zur Ausführung von Ausbohroperationen gestaltet ist (siehe 3.1.4), solche Maschinen können üblicherweise auch Fräsoperationen ausführen

ANMERKUNG Diese Definition schließt Maschinen aus, die ausschließlich zum Bohren verwendet werden.

##### 3.1.3

##### **Stationäre Maschine**

eine Maschine, welche zusammengebaut und aufgestellt wird, mit der Absicht sie an einem zuvor festgelegten Ort permanent zu betreiben

##### 3.1.4

##### **ausbohren**

Kaltbearbeitungsvorgang zur Fertigbearbeitung eines vorgeformten Loches auf Maß in Kaltmetall und anderen nicht explosiven Materialien, Holz und Stein ausgeschlossen, üblicherweise mit einem rotierenden einschneidigen Werkzeug unter kraftbetriebenem axialen Vorschub

##### 3.1.5

##### **numerische Steuerung** <sup>4)</sup>

##### **NC**

##### **computernumerische Steuerung**

##### **CNC**

automatische Steuerung eines Prozesses durch eine Vorrichtung, die während des Prozesses zugeführte numerische Daten verwendet

---

4) Numerische Steuerung und „NC“ ist der bevorzugte Begriff.

ANMERKUNG Aus ISO 2806:1994, 2.1.1 übernommen.

### 3.1.6

#### **Manual Data Input**

##### **MDI**

manuelle Daten Eingabe am Bedienpult der Maschine und anschließende Ausführung der eingegebenen Befehle durch die NC

### 3.1.7

#### **Jogging**

##### **JOG**

Verfahren einer Achse oder eines Antriebs von Hand, entweder über Tipptaster oder Handrad

### 3.1.8

#### **elektro-sensitive Schutzeinrichtung**

##### **ESPE**

Anordnung von Teilen und/oder Komponenten, die im Zusammenspiel Schutzfunktionen auslösen oder die körperliche Anwesenheit von Personen an der Maschine feststellen. Diese beinhalten einen Fühler, steuernde Überwachungseinheiten, Ausgänge und alle internen Verbindungen.

ANMERKUNG EN 61496-1:2012, 3.5.

### 3.1.9

#### **aktive opto-elektronische Schutzeinrichtung**

##### **AOPD**

Einrichtung, deren Abtastfunktion durch aussendende und empfangende opto-elektronische Bauteile erfolgt; durch Empfangsunterbrechung der im Gerät erzeugten optischen Strahlung wird die Anwesenheit eines undurchsichtigen Gegenstandes im festgelegten Wirkungsbereich nachgewiesen.

ANMERKUNG IEC 61496-2:2013 stellt detaillierte Festlegungen zu AOPD zur Verfügung, für die Anwendung siehe IEC 62046

### 3.1.10

#### **druckempfindliche Schutzeinrichtung**

##### **PSPD**

Mechanisch betätigte Baugruppe aus Vorrichtungen und/oder Bauteilen, die zum Zweck einer Auslösung der Schutzfunktion oder einer Anwesenheitserkennung zusammenwirken und mindestens ein oder mehrere Sensoren beinhalten; eine Steuereinheit (sofern erforderlich); eine oder mehrere Schalteinrichtungen für Ausgangssignale. Sicherheitsrelevante mit der PSPD verbundene Steuerungen oder die PSPD selbst können eine Sekundärschalteinrichtung, Einschaltverriegelung, Wiedereinschaltverriegelung usw. haben.

ANMERKUNG ISO 13856-1, -2 und -3 stellt detaillierte Festlegungen zu Verfügung.

### 3.1.11

#### **Betriebshalt**

Halt der Maschinenbewegungen im Produktionsprozess. Regelfunktionen zwischen Steuerung und Maschinenantrieben bleiben erhalten (Drehmoment, Drehzahl, Lage).

### 3.1.12

#### **sicherer Betriebshalt**

##### **SOS**

Betriebshalt mit zusätzlichen steuerungstechnischen Maßnahmen zur Verhinderung von gefährlichen Maschinenbewegungen infolge von Fehlern in der Steuerung

ANMERKUNG Die SOS-Funktion verhindert, dass der Motor einen vorgegebenen Toleranzwert an der Halteposition nicht überschreitet. Das elektrische Antriebssystem versorgt den Motor mit Energie um externen Kräften zu widerstehen, siehe IEC 61800-5-2:2007.

### 3.1.13

#### sicherer Halt 1

##### SS1

SS1 macht eine festgelegte Motorbremsung zu einem Teil der Sicherheitsfunktion. Wenn der Motor stillsteht wird die STO-Funktion angesteuert. Diese Sicherheitsfunktion stimmt mit einem Halt der Kategorie 1 (Kontrollierter Halt) überein, siehe IEC 60204-1:2009.

ANMERKUNG Die Funktion SS1 bremst den Motor, überwacht die Größe der Motorverzögerung und initialisiert die STO-Funktion nach einer Verzögerungszeit, siehe auch IEC 61800-5-2:2007.

### 3.1.14

#### sicherer Halt 2

##### SS2

SS2 macht eine festgelegte Motorbremsung zu einem Teil der Sicherheitsfunktion. Wenn der Motor stillsteht wird die SOS-Funktion angesteuert. Im Gegensatz zu SS1 befindet sich der stillstehende Motor in einer Betriebsschleife. Das heißt, die Stillstandsposition wird präzise gehalten durch die aktive Kontrollschleife. Diese Sicherheitsfunktion stimmt mit einem Halt der Kategorie 2 (Kontrollierter Halt) überein, siehe IEC 60204-1:2009.

ANMERKUNG Die Funktion SS2 bremst den Motor, überwacht die Größe der Motorverzögerung und initialisiert die SOS-Funktion nach einer Verzögerungszeit, siehe auch IEC 61800-5-2:2007.

### 3.1.15

#### sicherer Betriebshalt

##### SOS

Halt mit überwachtem Stillstand bei dem die Antriebe in Position gehalten werden, um gefährliche Maschinenbewegungen infolge von Fehlern in der Steuerung zu vermeiden.

### 3.1.16

#### sichere Drehmoment-Verhinderung

##### STO

Funktion, die eine Energieübertragung zum Motor verhindert

ANMERKUNG Die STO-Funktion verhindert eine Energieübertragung zum Motor, welche ein Drehmoment verursachen kann, siehe auch IEC 61800-5-2:2007.

### 3.1.17

#### Richtungssteuerung

ein positiv betätigtes Steuerungsgerät, um zwischen gegensätzlichen Bewegungsrichtungen zu wählen und diese beizubehalten

ANMERKUNG Eine Richtungssteuerung kann eine Bildschirmtaste, Sensortaste, Drucktaster oder Drehknopf sein, z. B. um eine Tür zu öffnen/schließen oder einer Bewegung im und gegen den Uhrzeigersinn.

## 3.2 Bauarten von Fräsmaschinen

Unter Berücksichtigung der Anwendungen und der relevanten Gefährdungen sind Fräsmaschinen in vier unterschiedliche Bauarten unterteilt. Siehe Übersicht in Tabelle 1.

Tabelle 1 — Übersicht: Bauarten und Größen von Fräsmaschinen

| Bauart Nr. | Bauartname                                                                               | Abschnitt in der die Bauart definiert ist |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Bauart 1   | Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung                         | 3.2.1                                     |
| Bauart 2   | Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungs-Fähigkeiten | 3.2.2                                     |
| Bauart 3   | Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren                        | 3.2.3                                     |
| Bauart 4   | Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen                                             | 3.2.4                                     |

### 3.2.1

#### **Bauart 1: Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung**

eine Maschine, bei der die Achsbewegung durch Betätigung eines Handrades gesteuert wird oder bei der die kraftbetriebene Bewegung einer einzelnen Achse durch mechanische, elektrische oder andere Einrichtungen gesteuert wird, aber ohne die Möglichkeit programmierter Achsenbewegungen.

ANMERKUNG Zur bildlichen Darstellung siehe Bilder C.1 und C.2.

### 3.2.2

#### **Bauart 2: Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten**

eine Maschine die mit elektronischen Handrädern wie eine Maschine der Bauart 1, oder mit einer begrenzten NC-Steuerung über das Bedienfeld der NC-Steuerung betrieben werden kann.

ANMERKUNG Zur bildlichen Darstellung siehe Bilder C.3 und C.4.

### 3.2.3

#### **Bauart 3: Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren**

eine Maschine bei der die Möglichkeit besteht programmierte Mehrachs-bewegungen durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Zur bildlichen Darstellung siehe Bilder C.5 und C.6.

ANMERKUNG 2 Maschinen der Bauart 3 können auch andere Bearbeitungsprozesse beinhalten. Für diese Prozesse, z. B. drehen, schleifen, sind die relevanten Normen zu beachten.

#### 3.2.3.1

##### **automatische Fräsmaschinen und Fräszentren**

eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mit üblicherweise horizontaler oder vertikaler Spindel-anordnung, die zwei oder mehr Bearbeitungsverfahren (z. B. Fräsen, Bohren) ausführen kann. Solche Maschinen können Einrichtungen zur manuellen Steuerung in unterschiedlichem Ausmaß enthalten.

#### 3.2.3.2

##### **Bearbeitungszentren**

eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mit üblicherweise horizontaler oder vertikaler Spindel-anordnung, die zwei oder mehr Bearbeitungsverfahren (z. B. Fräsen, Bohren) ausführen kann und die über Einrichtungen verfügt, mit denen Werkzeuge automatisch aus einem Magazin oder einer ähnlichen Speichereinheit nach Maßgabe des Bearbeitungsprogramms gewechselt werden können. Solche Maschinen können Einrichtungen zur manuellen Steuerung in unterschiedlichem Ausmaß enthalten.

### 3.2.4

#### **Bauart 4: Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen**

Maschine, die ausschließlich dazu konstruiert wurde, mittels einer vorgegebenen Folge von Bearbeitungsschritten und Prozessparametern ein vorher spezifiziertes Werkstück oder Teilefamilien zu bearbeiten.

ANMERKUNG 1 Zur bildlichen Darstellung siehe Bilder C.8 bis C.13 sowie D.7 und D.8.

ANMERKUNG 2 Maschinen der Bauart 4 können auch andere Bearbeitungsprozesse beinhalten. Für diese Prozesse sind die relevanten Normen zu beachten.

ANMERKUNG 3 Diese Maschinen können eine oder mehrere der folgenden Einrichtungen enthalten:

- Station(en) mit integrierten Einheit(en);
- Transportsystem(e) für Werkstücke;
- Spannmittel;
- Kühlschmierstoffsystem(e);
- Späneabfuereinrichtung(en)
- Mess- und Prüfsysteme

### 3.3 Maschinenteile

#### 3.3.1

##### **Station einer Transfermaschine**

Bezeichnung für die festen Positionen innerhalb der Maschine, an denen sich während der Teilbearbeitungen im Arbeitszyklus der Maschine Werkstücke befinden.

ANMERKUNG 1 Stationen werden üblicherweise durch fortlaufende Nummerierung gekennzeichnet, z. B.:

- Station 1: Ladestation
- Station 2: Bearbeitungsstation
- Station 3: Messstation
- Station 4: Leerstation
- Station XX: Entladestation

ANMERKUNG 2 Die Bezeichnung „Station“ umfasst auch Spanneinrichtungen, Einheiten, Spindelköpfe und andere in der betreffenden Station mit dem Prozess im Zusammenhang stehenden Einrichtungen (siehe Bilder C.11, C.12 und C.13).

#### 3.3.2

##### **Einheit einer Transfermaschine**

in einer Station angeordnetes ein- oder mehrachsiges Modul, das die Werkzeuge trägt, oder eine Einrichtung, die den Prozess am Werkstück ausführt.

ANMERKUNG Zur bildlichen Darstellung siehe Bilder C.12 und C.13.

#### 3.3.3

##### **Werkstückrüstbereich**

Bereich der Maschine, in dem das Werkstück be- oder entladen wird und in dem zeitgleich kein Bearbeitungsprozess stattfindet.

#### 3.3.4

##### **Werkstückzufuhreinrichtung**

Mechanismus als Bestandteil der Maschine mit dessen Hilfe ein vorher geladenes Werkstück im Austausch gegen ein fertig bearbeitetes Werkstück der Maschine zugeführt wird (z. B. ein Palettenwechsler).

#### 3.3.5

##### **Werkstückbe- und -entladeeinrichtung**

Einrichtung, die der Maschine Werkstücke zuführt oder diese abführt.

### 3.3.6

#### **Werkzeugrüstbereich**

Bereich der Maschine, in dem das Werkzeug be- oder entladen wird.

### 3.3.7

#### **Arbeitsbereich**

Bereich der Maschine, in dem die Zerspanung stattfindet.

### 3.3.8

#### **begehbare Arbeitsraum**

der Arbeitsraum einer Maschine wird als begehbare angesehen, wenn für den bestimmungsgemäßen Betrieb eine Standposition innerhalb des Arbeitsraums erforderlich ist.

### 3.3.9

#### **elektronisches Handrad**

#### **manueller Pulsgenerator**

#### **MPG**

von Hand betätigte Befehlseinrichtung, die während ihrer Drehung durch Erzeugung von Eingabeimpulsen in die numerische Steuerung eine Achs- oder Spindelbewegung auslöst.

### 3.3.10

#### **Spindel**

eine Achse für rotierendes Schneidwerkzeug (Werkzeugspindel)

### 3.3.11

#### **Werkstückspindel**

eine Achse für rotierendes Werkstück

### 3.3.12

#### **Gegenspindel**

Spindel, mit der das Werkstück an eine andere Spindel übergeben wird, während beide Spindeln gleichschnell rotieren

### 3.3.13

#### **Zuführachse**

Achse, die ein Schneidwerkzeug oder Werkstück zuführt

ANMERKUNG „Zuführachse“ kann von einem oder mehreren Vorschubantrieben angetrieben werden.

## 3.4 Sichere Betriebsarten

### 3.4.1

#### **sichere Betriebsart**

#### **MSO**

sichere Betriebsart ist eine vom Benutzer einer Maschine wählbare begrenzte Menge von Funktionen einer Maschine mit üblichen Eigenschaften und ohne erhöhtes Risiko. Sichere Betriebsart ist selbst keine Funktion. Die Funktionen, welche unter dem Begriff der sicheren Betriebsart zusammengefasst sind, können nur benutzt werden wenn diese sichere Betriebsart gewählt ist.

ANMERKUNG Für Spezifikationen zu Sicherheitseinrichtungen und Schutzmaßnahmen bezüglich sicherer Betriebsarten, siehe Abschnitt 5.

### 3.4.2

#### **sichere Betriebsartwahleinrichtung**

Einrichtung bestehend aus Zugangs-, Auswahl- und Aktivierungssystem zur manuellen Auswahl der sicheren Betriebsarten der Maschine, zu dem nur ein eingeschränkter Personenkreis Zugangsmöglichkeiten hat.

#### 3.4.2.1

##### **Zugangssystem**

Einrichtung, die den Zugang auf eine eingeschränkte Personengruppe beschränkt und versehentliche oder missbräuchliche Betätigung des Wahlsystems verhindert.

#### 3.4.2.2

##### **Wahlsystem für die sichere Betriebsart**

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

ANMERKUNG Das Wahlsystem kann im Zugangssystem integriert werden, z. B. in einem Schlüsselschalter (Wahlschalter der sicheren Betriebsart).

#### 3.4.2.3

##### **Aktivierungssystem**

Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS), um die begrenzte Anzahl der Funktionen der gewählten sicheren Betriebsart zu aktivieren.

#### 3.4.3

##### **sichere Betriebsart 0: Manueller Betrieb**

###### **MSO 0**

Betrieb der Maschine durch den Bediener im nicht automatischen Betrieb der Maschinenachsen, wobei der Bediener die Kontrolle über den Bearbeitungsprozess ohne die Verwendung von vorprogrammierten Operationen hat

ANMERKUNG Die Bewegung der Achsen kann durch Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung, Richtungssteuerung, elektronische Handräder oder Joysticks erfolgen.

#### 3.4.4

##### **sichere Betriebsart 1: Automatischer Betrieb**

###### **MSO 1**

automatischer, programmierter Betrieb der Maschine ohne Einschränkung des Funktionsumfangs, so lange bis das Programm oder der Bediener die Maschine unterbricht oder stillsetzt.

ANMERKUNG Der Automatische Betrieb kann Betriebsunterbrechungen zum Wechsel von Werkzeugen und Werkstücken beinhalten. Manuelle Bewegungen der Maschinenachsen sind mittels Tippschalter oder MPG-Operationen zulässig, wenn alle trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind.

#### 3.4.5

##### **sichere Betriebsart 2: Einrichtbetrieb**

###### **MSO 2**

sichere Betriebsart bei der der Bediener Vorbereitungen für die nachfolgenden Arbeitsprozesse durchführt.

ANMERKUNG Die Überprüfung der Werkzeug- oder Werkstückposition (z. B. durch Antasten des Werkstücks mit einem Messtaster oder dem Werkzeug im Einzelsatzbetrieb) gehören zum Einrichtbetrieb (siehe 5.2.4.5).

#### 3.4.6

##### **Betriebsart 3: Sonderbetriebsart mit manuellem Eingreifen unter eingeschränkten Betriebsbedingungen**

###### **MSO 3**

Betriebsart die den temporären Betrieb der Maschine unter manueller oder numerischer Steuerung bei eingeschränkter Leistung und temporär geöffneten trennenden und/oder ausgesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen erlaubt.

#### 3.4.7

##### **Betriebsart: Servicebetrieb**

###### **MSO SE**

sichere Betriebsart für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, wie Laser-Kalibrierung der Achsen, Kugelstabprüfung und Spindelfehleranalyse.

ANMERKUNG Im Servicebetrieb ist die Bearbeitung von Werkstücken nicht erlaubt (siehe 5.2.4.7).

### 3.5 Obligatorische und optionale sichere Betriebsarten für Fräsmaschinen

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die obligatorischen, optionalen und nicht erlaubten Betriebsarten für die Bauarten der Fräsmaschinen.

**Tabelle 2 — Übersicht von Fräsmaschinenbauarten und sichere Betriebsarten**

| <b>Sichere Betriebsarten (MSO)</b>                                                                                                                                                 | <b>Bauart 1</b><br>Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung | <b>Bauart 2</b><br>Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten | <b>Bauart 3</b><br>Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren | <b>Bauart 4</b><br>Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>MSO 0 (Manueller Betrieb)</b>                                                                                                                                                   | obligatorisch                                                                       | obligatorisch                                                                                              | nicht erlaubt                                                                        | nicht erlaubt                                                   |
| <b>MSO 1 (Automatischer Betrieb)</b>                                                                                                                                               | nicht erlaubt                                                                       | obligatorisch eingeschränkte <sup>b</sup> Betriebsart 1                                                    | obligatorisch                                                                        | obligatorisch                                                   |
| <b>MSO 2 (Einrichtbetrieb)</b>                                                                                                                                                     | nicht erlaubt                                                                       | optional                                                                                                   | obligatorisch                                                                        | obligatorisch                                                   |
| <b>MSO 3</b><br><b>Optional</b><br><b>Betrieb für</b><br><b>manuelle Eingriffe</b><br><b>unter</b><br><b>eingeschränkten</b><br><b>Betriebs-</b><br><b>bedingungen<sup>a</sup></b> | nicht erlaubt                                                                       | nicht erlaubt                                                                                              | optional                                                                             | optional                                                        |
| <b>MSO SE</b><br><b>Servicebetrieb<sup>a</sup></b>                                                                                                                                 | nicht erlaubt                                                                       | optional                                                                                                   | optional                                                                             | optional                                                        |

<sup>a</sup> Diese sicheren Betriebsarten sind nur durch entsprechend ausgebildetes Personal (siehe 6.3.1 a) 3) mittels sichere Betriebsartenwahleinrichtung (z. B. Schlüsselschalter) zugänglich. Für die Organisation der Zugangsberechtigung oder des Zugangs kann es nötig sein, unterschiedliche Schlüsselschalter (oder andere adäquate Zugangsmechanismen) für eine Fräsmaschine zur Verfügung zu stellen.

<sup>b</sup> Siehe Erklärung für eingeschränkte Betriebsart 1 in Abschnitt 5.2.1

ANMERKUNG 1 Anwendungsbeispiel:

- Schlüssel 1: Zugang zum Einrichtbetrieb (und Automatik-Betrieb) für die Einrichter;
- Schlüssel 2: Zugang zum Ändern des NC-Programmcodes und der anwenderbezogenen NC-Parameter für entsprechend geschultes Personal (siehe 6.3.1 a) 3));
- Schlüssel 3: Zugang zu sichere Betriebsart 3 für entsprechend geschultes und autorisiertes Personal (siehe 6.3.1 a) 3));
- Schlüssel 4: Zugang zum Servicebetrieb für geschultes Wartungspersonal des Maschinenbetreibers.

ANMERKUNG 2 In den meisten Anwendungsfällen kann der Schlüssel 1 (Einrichtbetrieb) und Schlüssel 2 (NC-Programmcode Zugang) identisch sein.

### 3.6 Maximal zulässige Spindeldrehzahlen und Achsvorschübe

#### 3.6.1

##### maximale Spindeldrehzahl

maximal zulässige Drehzahl einer Werkzeugspindel, spezifiziert und eingegeben als Maschinenparameter vom Hersteller der Maschine

### 3.6.2

#### **maximale Bearbeitungsdrehzahl**

maximal zulässige Bearbeitungsdrehzahl der/des Werkzeuge(s).

ANMERKUNG 1 Die maximal zulässige Bearbeitungsdrehzahl hängt von konstruktiven Begrenzungen ab, die von dem/den Hersteller(n) der Maschine, der Spindel, den Werkzeugen oder den Spannmitteln gegeben werden und von der Größe, Masse und Wucht/Unwucht des spezifischen Werkzeugs.

ANMERKUNG 2 Zu Ursachen der Unwucht siehe ISO 1940-1 und ISO 15641.

### 3.6.3

#### **verringerte Spindeldrehzahl**

maximal zulässige Drehzahl der Spindel(n) in Einrichtbetrieb (MSO 2) und Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3).

ANMERKUNG Die Drehzahl bei diesen Betriebsarten ist aus Sicherheitsgründen reduziert [siehe 5.2.4.5.2 a) und b)].

### 3.6.4

#### **maximale Achsvorschubgeschwindigkeit**

maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit der Achsen, die vom Hersteller angegeben und als Maschinenparameter eingestellt ist.

ANMERKUNG Die maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit der Achsen hängt von den vom Maschinenhersteller angegebenen konstruktiven Begrenzungen ab.

### 3.6.5

#### **verringerte Achsvorschubgeschwindigkeit**

maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit der Achsen in der sicheren Betriebsart Einrichtbetrieb (MSO 2) und Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3)

ANMERKUNG Die Vorschubgeschwindigkeit bei diesen Betriebsarten ist aus Sicherheitsgründen reduziert [siehe 5.2.4.5.2 a) und b)].

### 3.6.6

#### **sicher begrenzte Geschwindigkeit**

##### **SLS**

Die linearen Geschwindigkeiten und Drehzahlen sind, in Abhängigkeit der ausgewählten sicheren Betriebsart und der Sicherheitsfunktion, begrenzt.

ANMERKUNG Die SLS-Funktion verhindert die Überschreitung einer spezifizierten Geschwindigkeitsgrenze des Motors, siehe auch Sicherheitsfunktionen in Anhang J, Tabelle J.2. Abschnitt 2.3.

### 3.7

#### **Minimalmengenschmierung**

##### **MQL**

Für die Minimalmengenschmierung verwendete Schmierung, die fast vollständig während der Bearbeitung verbraucht wird. Die zu verwendende Menge ist abhängig von dem Bearbeitungsprozess.

## 4 Liste der signifikanten Gefährdungen

Die in Tabelle 3 enthaltene Liste der Gefährdungen ist das Ergebnis einer Identifizierung der Gefährdungen und einer Risikobeurteilung für Fräsmaschinen nach ISO 12100:2010, die unter den Anwendungsbereich dieser Norm fallen. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen sowie die Benutzerinformationen, die in 5 und 7 enthalten sind, basieren auf der Risikobewertung und beziehen sich auf die identifizierten Gefährdungen, indem diese entweder beseitigt oder die Risikoauswirkungen reduziert werden.

Die Risikobeurteilung geht sowohl von vorhersehbarem Zugang von allen Seiten als auch von unerwartetem Anlauf aus. Sowohl für den Bediener als auch für andere Personen, die Zugang zu den Gefährdungsbereichen haben können, sind die Risiken unter Berücksichtigung der Gefährdungen identifiziert, die unter verschiedenen Bedingungen (z. B. Inbetriebnahme, Einrichten, Produktion, Wartung, Reparatur, Stilllegung) während der Lebensdauer der Maschine auftreten können. Die Bewertung beinhaltet eine Analyse der Auswirkung eines Ausfalls in der Steuerung.

Zusätzlich muss der Anwender dieser Norm (d. h. der Konstrukteur, Hersteller, Lieferant) bestätigen, dass die Risikobeurteilung für die in Betracht gezogene Maschine unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte vollständig ist:

- a) der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine, einschließlich Wartung, Einrichten und Reinigen und der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung; (siehe ISO 12100:2010), und
- b) der Identifizierung der mit der Maschine einhergehenden signifikanten Gefährdungen.

### 4.1 Die hauptsächlichen Gefährdungsbereiche

Die hauptsächlichen Gefährdungsbereiche sind die Folgenden:

- a) Arbeitsbereiche mit sich bewegender/n Spindel(n) und Werkstück(en), Spannelemente für Werkstück- und Werkzeugspannung, Werkzeugwechsler, Kopiereinrichtung(en), Rüstplätze für Werkstück(e) und Werkzeug(e), Kühlschmierstoff unter Hochdruck, spezielle Messeinrichtungen (Laser);
- b) Werkstück Be-/Entladeeinrichtungen;
- c) externe Werkzeugmagazine und Werkzeugwechseleinrichtungen;
- d) Bereich um den Späneförderer (falls integriert);
- e) offene Getriebe;
- f) offene Nockenmechanismen;
- g) Leitspindel (Bauart 1: handgesteuerte Maschinen ohne NC-Funktionen);
- h) Zugspindel (Bauart 1: handgesteuerte Maschinen ohne NC-Funktionen);
- i) Kugelgewindetriebe (Bauart 2, 3 und 4);
- j) Linear- und Drehantriebe;

### 4.2 Von dieser Norm abgedeckte signifikante Gefährdungen und gefährliche Situationen

Die von dieser Internationalen Norm abgedeckten signifikanten Gefährdungen sind in Tabelle 3 aufgelistet. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei folgenden Gefährdungen:

- a) Herausschleudern von Werkzeugen und Späne (siehe Anhang B, Tabelle B.2);
- b) kraftgetriebene Werkzeuge;

- c) Berühren von sich bewegenden Teilen der Maschine, einschließlich Schneiden und Quetschen zwischen sich bewegenden und feststehenden Teilen der Maschine;
- d) Ausrutschen, Stolpern und Fallen;
- e) Brand und Explosion;
- f) versehentliches Einschließen durch sich selbst/ versehentliches Einschließen durch Dritte.

Tabelle 3 — Liste der Gefährdungen und gefährlichen Situationen

| Nr. | Ursachen für Gefährdungen und gefährliche Situationen            | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen                                                                             | Mögliche Folgen                                   | Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm |
|-----|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | <b>B .1&amp;4<sup>a</sup> Mechanische Gefährdungen</b>           |                                                                                                                                                              |                                                   |                                                     |
| 1.1 | Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil | Manuelle Tätigkeiten im Bereich zwischen Werkzeug und Teilen der Fräsmaschine, besonders der Werkstückauflage oder zwischen Werkzeug und Werkstück.          | Quetschen, Scheren, Einziehen oder Fangen         | 5.1                                                 |
|     |                                                                  | Manuelle Tätigkeiten im Bereich von Wechseleinrichtungen, z. B. Werkzeugwechsler / Werkstückwechsler / Palettenwechsler                                      |                                                   | 5.2                                                 |
|     |                                                                  | Zustellbewegung des Werkzeuges an das Werkstück                                                                                                              | Quetschen, Scheren, wegfliegende Teile            | 5.1                                                 |
|     |                                                                  | Manuelle Tätigkeiten in der Nähe des Werkstücks oder der Maschinenspindel                                                                                    | Erfassen und Aufwickeln                           | 5.2                                                 |
|     |                                                                  | Spannen von Werkzeugen und Werkstücken                                                                                                                       | Quetschen, Scheren                                | 5.2.5                                               |
| 1.2 | Sich bewegende Teile                                             | Tätigkeiten im Bereich sich bewegender Achsen und im Bereich automatischer Be-/Entladevorrichtungen während der Bearbeitung, Einrichten, Wartung, Reparatur. | Stoß, Einziehen oder Fangen<br>Quetschen, Scheren | 5.1                                                 |
|     |                                                                  | Tätigkeiten am Werkzeugwechsler / Werkstückwechsler / Palettenwechsler                                                                                       |                                                   | 5.2                                                 |
|     |                                                                  | Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen                                                                                                                     |                                                   |                                                     |
| 1.3 | Rotierende Teile                                                 | Unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder rotierendem Werkstück oder Werkzeugreinigungsgerät                                                | Einziehen oder Fangen                             | 5.1                                                 |
|     |                                                                  |                                                                                                                                                              | Reiben und Abschürfen                             | 5.2                                                 |
| 1.4 | Spitze-/schneidende Teile scharfe Kanten                         | Unbeabsichtigter Kontakt mit scharfen Kanten von Maschinenteilen, des Werkstücks oder Werkzeuges                                                             | Stechen, Durchstechen                             | 5.1                                                 |
|     |                                                                  |                                                                                                                                                              | Reiben und Abschürfen                             | 5.2                                                 |

Tabelle 3 — (fortgesetzt)

| Nr.  | Ursachen für Gefährdungen und gefährliche Situationen | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mögliche Folgen                                                 | Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm                              |
|------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1.5  | Herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände    | Herausschleudern oder Fallen von Materialteilen und Spänen während des Betriebes, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels, der Wartung, oder Stillsetzung<br>- herabfallendes Werkstück;<br>- Bruch des Werkzeuges;<br>- herausgeschleuderte zerbrochene Maschinenteile an oder in der Nähe der Maschine.                                                                                                                                       | Quetschen,<br>Stoß,<br>Durchstechen oder Stechen                | 5.1<br>5.2<br>5.11<br>5.13<br>Anhang A, B und E, sowie Anmerkung unter Tabelle 3 |
| 1.6  | Schwerkraft                                           | Herabfallende bewegliche Maschinenelemente während des Einrichtens, z. B. beim Werkzeugwechsel oder beim Werkstückwechsel und gewichtsbelastete vertikale Achsen. Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben                                                                                                                                                                                                                        | Quetschen,<br>Scheren,<br>Stoß                                  | 5.2.5.5<br>5.2.5.6                                                               |
| 1.7  | Höhe in Bezug auf den Boden                           | Absturz von hoch gelegenen Arbeitsplätzen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Stoß, Ausrutschen, Stolpern, Stürzen                            | 5.16                                                                             |
| 1.8  | Hochdruck                                             | An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine. Inbetriebsetzen und Arbeiten an Kühlmittelanlagen                                                                                                                                                                                                                                                                | Eindringen von unter Druck stehenden Medien in die Haut / Augen | 5.8.1 b)<br>5.8.1 c)                                                             |
| 1.9  | Standfestigkeit                                       | Umfallen oder Kippen einer nicht befestigten Maschine oder von Maschinenteilen<br>-während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Stoß,<br>Quetschen,<br>Scheren                                  | 5.14                                                                             |
| 1.10 | Raue, rutschige Oberfläche                            | 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>- Rückständen, die in heraus-spritzenden Flüssigkeiten enthalten sind;<br>- Unzureichenden Geländern oder anderen zurückhaltenden Einrichtungen, speziell an Stellen, von denen die Gefährdung des Herabstürzens besteht. | Ausrutschen,<br>Stolpern und Stürzen                            | 5.14<br>5.15<br>5.16                                                             |

Tabelle 3 — (fortgesetzt)

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und gefährliche Situationen                                  | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen                                                                                                                        | Mögliche Folgen                                                                                                                                                                | Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>2</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Elektrische Gefährdungen</b>                                        |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 2.1      | Spannungsführende Teile                                                                | Berührung von Teilen, die unter Spannung stehen                                                                                                                                                         | elektrischer Schlag                                                                                                                                                            | 5.3                                                 |
| 2.2      | Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind                             | Berührung von Teilen, die fehlerbedingt unter Spannung stehen                                                                                                                                           | elektrischer Schlag                                                                                                                                                            | 5.3                                                 |
| <b>3</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Thermische Gefährdungen</b>                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 3.1      | Objekte oder Materialien hoher Temperatur                                              | Herausfliegen von heißen Spänen oder Werkstücken während der Fräsbearbeitung und des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, und heiße Oberflächen                                               | Verbrennung infolge Explosion, Flamme                                                                                                                                          | 5.6                                                 |
| <b>4</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Geräuschgefährdungen</b>                                            |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 4.1      | Herstellungsprozess und bewegliche Teile                                               | Schwingungen des Werkzeuges und/oder des Werkstückes während der Bearbeitung, Antriebs- und Übertragungselemente, während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine beim Reinigen mit Druckluft | - bleibender Hörverlust<br>- alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge einer Störung der Sprachkommunikation oder einer Störung akustischer Signale. | 5.4                                                 |
| <b>5</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Schwingungsgefährdungen</b>                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 5.1      | Schwingende Teile                                                                      | Schwingungsübertragung vom Fräsprozess auf den Bediener                                                                                                                                                 | - Unbehagen<br>- neurologische Erkrankung                                                                                                                                      | 5.7                                                 |
| <b>6</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Strahlungsgefährdungen</b>                                          |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 6.1      | Nieder- und hochfrequente elektromagnetische Strahlung                                 | An elektrischen Geräten, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                | 5.5                                                 |
| 6.2      | optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laserstrahlen | An Messmitteln und Lasern, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                | 5.5                                                 |
| <b>7</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Material-/Substanzgefährdungen</b>                                  |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                     |
| 7.1      | biologische und mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz                    | Kontakt mit verunreinigtem Kühlschmierstoff während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine                                                                                                   | Infektion                                                                                                                                                                      | 5.6                                                 |
| 7.2      | Flüssigkeit                                                                            | Hautkontakt mit Kühlschmierstoff -während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine                                                                                                             | Hautschädigung                                                                                                                                                                 | 5.6                                                 |

Tabelle 3 — (fortgesetzt)

| Nr.      | Ursachen für Gefährdungen und gefährliche Situationen   | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen                                                                                                                  | Mögliche Folgen                                                                                                                 | Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm |
|----------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 7.3      | Nebel und Dampf                                         | Einatmung und Aufnahme von Substanzen, die während der Bearbeitung verwendet oder erzeugt werden, z. B. durch Kühlschmierstoffe<br><br>-während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine | Atembeschwerden<br>Vergiftung                                                                                                   | 5.6                                                 |
| 7.4      | Entflammbares Material                                  | Tätigkeiten mit:<br><br>-brennbarem Material, z. B. Aluminium-, Titan-, oder Magnesiumspäne, und/oder<br><br>-brennbarem Kühlschmierstoff, z. B. ölhaltigem KSS                                   | Brand- und Explosionsgefahr, Verbrennungen                                                                                      | 5.6<br>Anhang F                                     |
| <b>8</b> | <b>B.1<sup>a</sup> Ergonomische Gefährdungen</b>        |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                 |                                                     |
| 8.1      | Gestaltung oder Position von visuellen Anzeigegegeräten | Fehlbeurteilung der angezeigten Information am Arbeitsplatz des Bedieners                                                                                                                         | alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge menschlichen Fehlverhaltens.                                | 5.7                                                 |
| 8.2      | Gestaltung, Position oder Erkennung von Steuergeräten   | Fehlbedienung der Maschine am Arbeitsplatz des Bedieners                                                                                                                                          |                                                                                                                                 | 5.7                                                 |
| 8.3      | Überanstrengung                                         | An Steuergeräten und während der Handhabung.                                                                                                                                                      | Ermüdung                                                                                                                        | 5.7                                                 |
| 8.4      | Körperhaltung                                           | Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein beim Werkstück- oder Werkzeugwechsel                                                                                         | Störung des Bewegungsapparates                                                                                                  | 5.7                                                 |
| 8.5      | sich wiederholende Tätigkeiten                          | Ungenügende Berücksichtigung der Körperhaltung bei Instandhaltungsaufgaben                                                                                                                        | Ermüdung<br>Versuchung Sicherheitsvorrichtungen zu umgehen                                                                      | 5.7, 5.4                                            |
| 8.6      | Sichtbarkeit, örtliche Beleuchtung                      | Tätigkeiten während des Handhabens und Ausrichtens des Werkstücks und des Werkzeuges, während des Be-/Entladens, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels und der Wartung.                           | Beeinträchtigung der Beurteilungsfähigkeit und Genauigkeit von manuellen Tätigkeiten<br>Ermüdung.<br>Menschliches Fehlverhalten | 5.7                                                 |

Tabelle 3 — (fortgesetzt)

| Nr.                                                                                                                                                 | Ursachen für Gefährdungen und gefährliche Situationen                                    | Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Mögliche Folgen                                                                                          | Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>9</b>                                                                                                                                            | <b>B.1<sup>a</sup> Gefährdungen in Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |                                                     |
| 9.1                                                                                                                                                 | Menschliches Fehlverhalten                                                               | Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung, Fehlbedienung der Maschine (Manipulation)<br>Unsachgemäße(s) Handhabung und Einrichten des Werkstückes und des Fräswerkzeuges.<br>Unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes und/oder Bearbeitungsprozesses.<br>Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein.<br>Fehlerhafte Montage                                                    | Alle oben aufgeführten Gefährdungen                                                                      | 5.12                                                |
| <b>10</b>                                                                                                                                           | <b>B1<sup>a</sup> Kombination von Gefährdungen</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |                                                     |
| 10.1                                                                                                                                                | Ausfall der Energieversorgung                                                            | Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder Werkzeug<br>Nichtausführen des Stillsetzens von bewegten Teilen                                                                                                                                                                                                                                       | Quetschen,<br>Scheren,<br>Stoß,<br>Schneiden oder Abschneiden,                                           | 5.8<br>5.10                                         |
| 10.2                                                                                                                                                | Wiederherstellung der Energiezufuhr nach einer Unterbrechung                             | unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit)<br>unbeabsichtigter unerwarteter Anlauf                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          | 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 des Steuerungssystems | Erfassen und Aufwickeln,<br>Einziehen oder Fangen,<br>Durchstich oder Einstich,<br>Reiben und Abschürfen | 5.11<br>Anhang G                                    |
| <sup>a</sup> Tabelle 3 enthält die für Fräsmaschinenbauarten und Größen spezifischen Gefährdungen aus ISO 12100:2010, Anhang B, Tabelle B.1 und B.4 |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |                                                     |

## 5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

Fräsmaschinen entsprechend dieser Internationalen Norm (siehe auch Tabelle 1), müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zusätzlich muss die Maschine nach den Grundsätzen in ISO 12100:2010, bezüglich solcher Gefährdungen gestaltet sein, welche in dieser Internationalen Norm nicht behandelt werden.

Als Leitfaden im Zusammenhang mit der Risikominderung durch konstruktive Maßnahmen siehe ISO 12100:2010, 6 und für Schutzmaßnahmen siehe ISO 12100:2010, 6.3.

Die Konstrukteure müssen Gefährdungen berücksichtigen, die während der Lebensdauer der Maschine eintreten können und sich sowohl gegen Bediener als auch andere Personen richten, die unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung, Zugang zu(m) Gefahrenbereich(en) haben, einschließlich dem vernünftigerweise vorhersehbaren Missbrauch der Maschine (siehe ISO 12100:2010, 3.24). Vernünftigerweise vorhersehbarer Missbrauch sind alle Tätigkeiten, die von der Fräsbearbeitung, der Ausbohrbearbeitung, dem Gewindeschneiden oder sonstigen Bearbeitungen die in der Dokumentation enthalten sind, abweichen, z. B. Bearbeitung von brennbaren oder explosiven Stoffen, Glasschleifprozesse, Grafitbearbeitung. Sowohl Bearbeitungsvorgänge als auch Vorgänge, die ein Eingreifen des Bedieners oder anderer Personen erfordern (z. B. Einrichten, Säubern, Wartung und Reparatur) müssen berücksichtigt werden. Eine Analyse des Ausfalls von Maschinenteilen einschließlich des Ausfalls der Steuerung(en) ist Teil der Risikobewertung und die ISO 13849-2:2012, gibt hierzu Anleitungen. Aus diesem Grund sind typischerweise vorhandene Sicherheitsfunktionen und dessen erforderliche Performance Levels (PL<sub>r</sub>) inklusive der dazugehörigen Kategorien nach ISO 13849-2:2012 im Anhang J, Tabelle J.1 und J.22 festgelegt. Typische Anforderungswerte an Sicherheitsfunktionen sind im Anhang I, Tabelle I.1 festgelegt.

Jede Maschinenart muss gemäß den bestimmten Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, wie sie in diesem Abschnitt aufgelistet sind, gestaltet und abgesichert werden. Alle Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, die in diesem Abschnitt genannt werden, gelten für alle Bauarten von Fräsmaschinen (siehe Tabelle 1), solange nicht gesondert darauf verwiesen wird.

#### 5.1.1 Anforderungen für trennende Schutzeinrichtungen für alle Fräsmaschinenbauarten

##### 5.1.1.1 Allgemein

Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120:2002 entsprechen. Die Befestigungssysteme von feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen müssen mit der Schutzeinrichtung oder der Maschine verbunden bleiben, wenn die trennenden Schutzeinrichtungen entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine für routinemäßige Reinigungs- Einstell- und Wartungsarbeiten entfernt werden müssen, die durch den Betreiber der Maschine durchgeführt werden.

##### 5.1.1.2 Position und Sicherheit

Die Anforderungen sind die folgenden:

- a) Bezüglich Höhe und Lage, wenn trennende Schutzeinrichtungen am Boden befestigt sind (z. B. bei Umzäunungen), müssen diese sicher verankert sein und eine Mindesthöhe von 1 400 mm besitzen. Die Entfernung zum Gefahrenbereich muss ISO 13857:2008, Tabelle 2 entsprechen. Keine Öffnung zwischen Boden und Unterkante der trennenden Schutzeinrichtung darf 180 mm überschreiten (siehe ISO 13857:2008, Tabelle 7).
- b) Für die Sicherung von Antrieben, muss der Zugang zu mechanischen Kraftübertragungselementen (z. B. Ketten und Kettenräder, Getriebe, Vorschubspindeln, Kugelgewindespindeln usw.) durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen (einschließlich ausfahrbare trennende Schutzeinrichtungen) verhindert werden, es sei denn sie sind durch ausreichende Abstände geschützt (siehe ISO 13857:2008, Tabelle 2). Wenn Zugang zu diesen Bauteilen mehr als einmal pro Schicht während der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine erforderlich ist, müssen bewegliche verriegelte trennende

Schutzeinrichtungen vorgesehen werden. Bezüglich der Anforderungen für die Sicherheitsfunktion von verriegelten Einrichtungen in Verbindung mit beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen siehe Anhang J, Tabelle J.2.

c) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen:

- 1) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen mit oder ohne Zuhaltung nach ISO 14119:2013 verriegelt sein, um den Zugang zu gefährlichen Bereichen zu verhindern, in denen gefährliche Maschinenbewegungen stattfinden. Die Auswahl von Verriegelungseinrichtungen muss ISO 14119:2013, 6 entsprechend erfolgen.
- 2) Ein erkannter Fehler in der Verriegelungseinrichtung, d. h. in der Funktion oder der Anordnung, muss nach Kategorie 1 zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik, führen. Bei Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllt SOS nach IEC 61800-5-2 die oben genannten Anforderungen (SS2-Halt).

ANMERKUNG Diese Maßnahme trifft nicht in den Fällen zu, in denen der Halt ebenfalls durch Fehler (z. B. Energieausfall) behaftet ist.

- 3) Bezüglich der Anforderungen für die Sicherheitsfunktion von verriegelten Einrichtungen in Verbindung mit beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen siehe Anhang J, Tabelle J.13.

d) Kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen:

Die Anforderungen aus 5.2.3.1) müssen erfüllt werden.

Ein Anfahren der Maschine darf so lange nicht möglich sein, bis die trennende Schutzeinrichtung vollständig geschlossen ist. Wenn die trennende Schutzeinrichtung den Anforderungen der ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 entspricht, darf das Schließen der Schutzeinrichtung als Startbefehl für die Maschine verwendet werden;

Schwerkraftbelastete kraftbetriebene trennende Schutzeinrichtungen dürfen bei Energieausfall zu keinen gefahrbringenden Situationen führen

- 1) Wenn kraftbetriebene automatische bewegliche trennende Schutzeinrichtungen für den Zugang des Benutzers vorgesehen sind, müssen diese mit druckempfindlichen Kanten versehen sein oder mit reduzierter Kraft betrieben werden. Sie müssen gemäß ISO 12100:2010, 6.3.3.2.6 sowie ISO 14120:2002, 5.2.5.2, mit einer Schutzeinrichtung gegen Abscheren an der Vorderkante (siehe Anhang J) versehen sein.

— Wenn druckempfindliche Sensoren an den Kanten verwendet werden, müssen diese über die gesamte Länge der Vorderkante oder bis zu einer Höhe von 2,50 m oberhalb des Bodens oder der Arbeitsbühne vorhanden sein, falls die Höhe der trennenden Schutzeinrichtung 2,50 m übersteigt. Die druckempfindlichen Kanten müssen ISO 13856-2 entsprechen. Beim Öffnen dürfen keine Gefahren durch Kneifen und Scheren an den Kanten vorhanden sein.

— Wenn mit reduzierter Kraft betrieben, darf die Kraft, welche die Tür am Schließen hindert 75 N nicht übersteigen und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung darf nicht größer als 4 J sein. Wenn die trennende Schutzeinrichtung mit einer Schutzeinrichtung versehen ist, die ein automatisches Wiederöffnen der trennenden Schutzeinrichtung beim Auslösen einleitet, so darf die Kraft 150 N und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung 10 J nicht übersteigen.

Begrenzung der Energie und Kräfte nach ISO 14120:2002, EN 12445:2000 und Länge des Zeitabschnitts nach EN 12453:2000.

- 2) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung mittels Zweihandsteuerung:

Fester Bedienplatz im Falle von Bewegungen der kraftbetriebenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung durch Anordnung des Bedienpultes in ausreichender Distanz zum Gefahrenbereich (siehe ISO 13855:2010, 9, min 100 mm) mit zwei Schlüsseln, B1 (erste Hand) und B2 (zweite Hand) einer Zweihandsteuerung (nach ISO 13851:2002). Diese Lösung ist nur anwendbar für die Steuerung von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen für das Laden von Werkzeugen oder Werkstücken.

- 3) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung mittels Zustimmungseinrichtung (ISO 12100:2010) und Richtungssteuerung:

Diese Variante ist für kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtungen geeignet wenn die Lösung nach 5.1.1.2 d) 1), 2) oder 3) aus ergonomischen Gründen unakzeptabel ist, da die Dauer der Schließbewegung aufgrund der Türgröße sehr lange ist (z. B. 50 Sekunden) oder die Kräfte und die Energie nicht entsprechend den Standards [5.1.1.2 d) 2)], implementiert werden kann.

Durch eine Zustimmungseinrichtung (erste Hand) und eine Richtungssteuerung (zweite Hand), wird die kraftbetriebene trennende Schutzeinrichtung mit reduzierter Geschwindigkeit bewegt falls Gefahren durch Einklemmen und Scheren vorhanden sind.

Falls Drucktaster zur Richtungssteuerung verwendet werden, sind die Anforderungen einer Zweihandsteuerung für Zustimmungseinrichtung und Richtungssteuerung zu erfüllen (nach ISO 13851:2002).

Ein Mindestabstand zum Gefahrenbereich ist für den Bediener nicht vorgeschrieben.

Zustimmungseinrichtung und Richtungssteuerung sind auf einem beweglichen Bedienpult oder einem tragbaren manuellen Bedienpult befestigt um die volle Übersicht des Bedieners über den Gefahrenbereich sicherzustellen.

Solange nur eine Stoßgefahr besteht (Spalt > 300 mm), sind Verfahrensgeschwindigkeiten von bis zu 25 m/min erlaubt.

Gefahr durch Einklemmen und Quetschen besteht im Bereich des Spaltes < 300 mm, zwischen der kraftbetriebenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und der feststehenden trennenden Schutzeinrichtung zwischen der sich die kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtung bewegt. Deshalb ist nur eine max. Verfahrensgeschwindigkeit von 5 m/min erlaubt.

Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung (erste Hand) und der Richtungssteuerung (zweite Hand), muss der Antrieb zum schnellstmöglichen Stillstand kommen (siehe Halt-Bedingungen IEC 60204-1:2009, 9.2.2).

- 4) Ein Anfahren der Maschine darf so lange nicht möglich sein, bis die trennende Schutzeinrichtung vollständig geschlossen ist. Wenn die trennende Schutzeinrichtung den Anforderungen der ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 entspricht, darf das Schließen der Schutzeinrichtung als Startbefehl für die Maschine verwendet werden;
- 5) Diese Anforderungen dürfen nur für trennende Schutzeinrichtungen Anwendung finden, wie sie in ISO 12100:2010, 3.27 definiert sind;
- 6) Wenn die kraftbetriebene bewegliche trennende Schutzeinrichtung durch eine Zweihandbedienung mit Ortsbindung oder eine nicht trennende Schutzeinrichtung (z. B AOPD) ausgelöst wird ist ein Mindestabstand nach ISO 13855:2010, 8 einzuhalten. Wenn diese Anforderung erfüllt ist entfällt die Anforderung nach 5.1.1.2 d) 1) und 2);
- 7) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtung

ANMERKUNG Siehe Anhang J, Tabelle J.13, Sicherheitsfunktionen.

## 5.2 Spezifische Anforderungen welche aus mechanischen Gefährdungen resultieren

### 5.2.1 Maschinen der Bauart 1

#### 5.2.1.1 Primäre Sicherheitseinrichtungen für Maschinen der Bauart 1, handgesteuerte Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung

Die folgenden Anforderungen für primäre Schutzeinrichtungen müssen erfüllt sein:

- a) Um den Zugang zum Werkzeug zu verhindern, müssen ein beweglicher verriegelter oder einstellbarer Werkzeugschutz, einstellbare Schutzeinrichtungen oder bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen am Maschinentisch befestigt sein (siehe Bilder im Anhang D.1). Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120:2002 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119:1998 entsprechen.
- b) Elektrische Schnittstelle um die Schutzeinrichtung einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung mit der Steuerung zu verbinden.
- c) Bezüglich Handrädern, muss die Gefahr des Hineinziehens, des Einfangens und des Stoßes, die von kraftgetriebener Drehung von Handrädern ausgeht, verhindert werden, z. B. durch automatisches entkoppeln oder durch die Verwendung ebener massiver (keine Speichen) Handräder entweder ohne Knauf oder mit zur Sicherung gefedertem Knauf.
- d) Schutzkleidung und Ausbildung sind wichtig. Da der Bediener nicht vor dem Arbeitsbereich geschützt ist, muss besonders dafür Sorge getragen werden dass er über die erforderliche Ausbildung verfügt und Schutzkleidung, z. B. Schutzbrillen, eng anliegende Kleidung usw. siehe Anleitung in 6.2.1 p), anwendet und – soweit möglich – zusätzliche Sicherheitseinrichtungen, entsprechend der anstehenden Bearbeitung, einsetzt.
- e) Kontinuierlich kraftgetriebene Achsenverschubgeschwindigkeit überschreitet 2 m/min nicht und/oder tippschaltergesteuerte Achsenverschubgeschwindigkeit im Eilgang überschreitet 5 m/min nicht.

ANMERKUNG Gefährdungen durch Quetschen, Scheren und Stoß werden üblicherweise für handgesteuerte Fräsmaschinen mit kleinem Vorschub nach Tabelle 2 nicht als signifikant angesehen.

Wenn Maschinen der Bauart 1 mit kontinuierlich kraftgetriebenen Achsenverschubgeschwindigkeiten welche 2 m/min und/oder tippschaltergesteuerte Achsenverschubgeschwindigkeiten im Eilgang welche 5 m/min überschreiten, versehen sind, gelten die Anforderungen nach 5.2.2 für die Bauart 2 ebenso für Maschinen der Bauart 1.

### 5.2.2 Maschinen der Bauart 2

#### 5.2.2.1 Primäre Sicherheitseinrichtungen für Maschinen der Bauart 2, handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten

Die Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen und spezifische Anforderungen für Maschinen der Bauart 2 sind die folgenden:

- a) Der Arbeitsbereich muss mit feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen gesichert sein (siehe Bild D.2). Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120:2002 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119:1998 entsprechen.

ANMERKUNG ISO 13857:2008 gibt Richtlinien für Abstände gegen das Erreichen von Gefahrenbereichen mit den oberen Gliedmaßen an.

- b) Maschinenbewegungen dürfen nur möglich sein, wenn die verriegelte(n) bewegliche(n) trennende(n) Schutzeinrichtung(en) geschlossen sind. Verriegelungseinrichtungen müssen ISO 14119:1998 entsprechen. Das Öffnen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung muss zum Stillsetzen der gefahrbringenden Bewegungen führen und diese verhindern. Die Halt-Funktion muss der

Kategorie 0 nach IEC 60204-1:2009, 9.2.5.3 entsprechen, außer wenn ein gesteuertes Herunterfahren erforderlich ist, wofür eine Halt-Funktion der Kategorie 1 anzuwenden ist. Bei Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllt SOS nach IEC 61800-5-2:2007 die oben genannten Anforderungen (SS2-Halt), IEC 60204-1:2009, 9.2.2, Halt der Kategorie 2. Zuhaltung (siehe ISO 14119:1998) ist erforderlich wenn das Öffnen der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung den Zugang zu diesen Gefährdungen während der Verzögerung (d. h. beim Auslauf) zulässt. Siehe ISO 13855:2010, 9.

- c) Wenn bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung kraftbetriebene Maschinenbewegungen erforderlich sind (z. B. zum Einrichten), sind diese Bewegungen nur unter folgenden Bedingungen zulässig:

- 1) Achsgeschwindigkeit begrenzt auf 2 m/min, und mittels Tippschalter ausgelöst.

ANMERKUNG Bei Fehlern in der Steuerung oder in den Leistungsteilen kann ein geringes Absacken der schwerkraftbelasteten Achsen durch die Reaktionszeit der mechanischen Haltebremse nicht ausgeschlossen werden.

- 2) Spindeldrehung ausgelöst und aufrecht erhalten mit einer der folgenden Einrichtungen:

— Tippschalter;

— Befehlseinrichtung für Spindelstart in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung.

ANMERKUNG Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Befehl „Zyklusstart“ erfolgt, kann die Achs- und Spindelbewegung nur gestartet und fortgesetzt werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung führt, je nach verwendeter Technik, zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2.

- d) Die Spindeldrehzahl muss durch die Fähigkeit die Drehbewegung anzuhalten begrenzt sein, welche nicht mehr als zwei Umdrehungen erfordern darf (ohne Last), wobei die bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist und die Sicherheitseinrichtung aktiv ist. Nach dem Stopp-Befehl muss die Spindel innerhalb 2 Umdrehungen zum Stillstand kommen. Bei Netzausfall, Fehlern in der Steuerung oder den Leistungsteilen kann ein Austrudeln der Spindelantriebe nicht ausgeschlossen werden.
- e) Der Zugang zu Maschinenteilen, die sich mit linearen Geschwindigkeiten von mehr als 15 m/min bewegen, muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung(en) verhindert sein; nur eine Gefahr durch Stoß besteht; oder 2 m/min wo Gefahr durch Quetschen, Scheren und Einfangen besteht. Für Sicherheitsabstände siehe ISO 13857:2008.

## 5.2.3 Maschinen der Bauart 3 und 4

### 5.2.3.1 Zugang zum Arbeitsbereich

Trennende Schutzeinrichtungen müssen vorhanden sein, welche den Zugang zu gefahrbringenden Teilen/Bereich (siehe 4) der Maschinen verhindern, um die in Tabelle 3 aufgelisteten Risiken (Einfangen, Quetschen, Schneiden, usw.) zu mindern/reduzieren. Allgemeine Anleitungen für die Auswahl von Schutzeinrichtungen für Bereiche an denen Gefährdungen durch sich bewegende Maschinenteile nicht durch Gestaltung verhindert werden können, sind in 5.1.1 und ISO 12100-2010, Tabelle 1, angegeben Bezüglich der Merkmale von trennenden Schutzeinrichtungen, die Gefahren durch Herausschleudern minimieren sollen, siehe 5.13.

Der Arbeitsbereich muss, wenn vernünftigerweise anwendbar, während der Bearbeitungsvorgänge von feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen umschlossen sein. Wenn eine Verkleidung vernünftigerweise nicht anwendbar ist (z. B. aufgrund der Größe des Werkstückes, seiner Geometrie oder spezieller Charakteristika der Maschine oder ihrer Anwendung), müssen Bediener und andere gefährdete Personen durch eine Kombination anderer Maßnahmen (z. B. geschützter Bedienerstandort (Kabine), Umzäunung, andere nicht trennende Schutzeinrichtungen) geschützt sein.

Die Schutzeinrichtungen die den Zugang zum Arbeitsbereich verhindern, wie ESPE, AOPD oder PSPD müssen den folgenden Normen entsprechen:

- IEC 61496-1:2012 (ESPE);
- IEC 61496-2:2013, (AOPD);
- ISO 13856-1:2013 (PSPD).

ANMERKUNG Siehe Definition von ESPE, AOPD und PSPD in 3.1.8, 3.1.9 und 3.1.10.

### 5.2.3.2 Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen, spezifische Anforderungen für Maschinen der Bauarten 3 und 4

Die Eigenschaften und spezifischen Anforderungen für Maschinen der Bauarten 3 und 4 sind die folgenden:

- a) Befestigung  
Wo vernünftigerweise anwendbar, müssen Schutzeinrichtungen für den Arbeitsbereich an der Maschinenstruktur befestigt sein (siehe ISO 14120:2002, 3.2.1). (Siehe auch die nachfolgend aufgeführten Charakteristika trennender Schutzeinrichtungen und die Bilder D.3 bis D.8).
- b) Zurückhalten  
Trennende Schutzeinrichtungen sind so zu gestalten, dass sie die Exposition gegenüber Spänen, Flüssigkeiten und Teilen, die ausgestoßen oder herausgeschleudert werden können, begrenzen und/oder verhindern [siehe auch Tabelle 3, 1.5 (Herausfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände), 1.10 (Raue oder rutschige Oberflächen) 7.1 bis 7.3 (biologische Substanzen, Flüssigkeiten, Dämpfe und Stäube)].
- c) Beobachtung  
Wenn die routinemäßige Beobachtung des Maschinenbetriebes erforderlich ist, müssen Einrichtungen (z. B. Fenster) vorhanden sein, die dies ohne die Notwendigkeit zum Öffnen, Entfernen oder Außerkraftsetzen einer trennenden Schutzeinrichtung oder anderer nicht trennender Schutzeinrichtungen des Arbeitsbereiches ermöglichen (siehe auch Tabelle 3, Abschnitt 8.6 Sichtbarkeit und örtliche Beleuchtung).
- d) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen
  - 1) Alle trennenden Schutzeinrichtungen durch die ein Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen während des Betriebs von mehr als einmal pro Schicht erforderlich ist müssen als verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ausgeführt sein. Das Öffnen einer trennenden Schutzeinrichtung oder das Auslösen einer Schutzvorrichtung in einer sicheren Betriebsart muss die Sicherheitsanforderungen der gewählten sicheren Betriebsart einleiten. (siehe ISO 14118:2000).

Wenn das Öffnen einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung den/die Bediener durch:

- Quetschen;
- Scheren;
- Schneiden oder Abschneiden;
- Erfassen oder Aufwickeln;
- Einziehen oder Fangen;
- Stoß;
- Durchstich oder Einstich;

Gefährdungen aussetzt, muss eine Zuhaltung vorhanden sein, siehe ISO 14119:1998.

Ist bei Energieausfall mit nachlaufenden Bewegungen (z. B. Austrudeln von Spindel) zu rechnen, muss die Zuhaltung im energielosen Zustand den Zugang zur Maschine verhindern.

Wenn ein unbeabsichtigtes Einschließen einer Person durch eine Zuhaltung nicht ausgeschlossen werden kann, müssen

- Mittel vorgesehen werden, mit denen sich die eingeschlossene Person ohne Hilfe von außen selbst befreien kann (siehe Fluchtentriegelung, ISO 14119:1998+A1:2007, 7);
  - im begehbaren Raum eine Einrichtungen vorhanden sein, um Hilfe herbeizurufen.
- 2) Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die Möglichkeit des Umgehens der Verriegelung(en) zu minimieren (siehe ISO 14119:1998+A1:2007, 7).
  - 3) Wenn körperlicher Zugang oder ein Aufenthalt innerhalb der/des Gefahrenbereiche(s) möglich, jedoch für den Bediener nicht sichtbar ist, müssen Mittel für das Verhindern eines erneuten Anfahrens vorgesehen werden.

ANMERKUNG Dies Mittel können sein:

- anwesenheitserkennende Schutzeinrichtungen, oder
- Verhinderung des Verschließens von Türen durch technische Maßnahmen, z. B. Schlüssel, oder
- doppelte Quittierung (innerhalb und außerhalb der Schutzeinrichtung), oder
- Quittierung von einer Stelle, an der der Gefahrenbereich eingesehen werden kann (direkte Ansteuerung der Zuhaltung).

e) Mehrere Arbeitsbereiche:

Wenn an einer einzelnen Maschine der Bauart 3 mehr als ein Arbeitsbereich vorhanden ist, müssen Schutzeinrichtungen (z. B. feststehende oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, AOPD, ESPE) den/die Bediener vor Gefährdungen aus einem benachbarten aktiven Arbeitsbereich schützen (z. B. beim Be-/Entladen von Werkstücken in einem nicht aktiven Arbeitsbereich, beim Reinigen). Nicht erlaubte Bewegung der Maschine in einen angrenzenden nicht-aktiven Arbeitsbereich muss durch eine Begrenzungseinrichtung (z. B. mechanische Anschläge, Bereichsendschalter, Lichtschranken, AOPDs) verhindert sein.

f) Alternativen zu Verkleidungen:

- 1) Der Zugang zum Arbeitsbereich vom üblichen (festen) Bedienplatz aus muss für den Bediener durch eine örtliche Schutzeinrichtung verhindert sein (typischerweise in Form einer Kabine - siehe Bild D.6). Der Zugang zur Kabine darf nicht den Eintritt in den von einer Umzäunung oder anderen nicht trennenden Schutzeinrichtungen umschlossenen Gefährbereich erfordern. Wenn dies wegen der Maschinengestaltung oder anderer betrieblicher Umstände nicht möglich ist, darf der Zugang zum Bedienplatz nicht eine Annäherung an Gefährdungssituationen erfordern.
- 2) Wenn für den Bediener der Maschine vom geschützten (festen) Bedienplatz (Kabine) Zugang zum Arbeitsbereich erforderlich ist, z. B. zum Einrichten, muss die Kabine so gestaltet sein, dass der Zugang durch eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung von innerhalb der Kabine aus erfolgt. Wahlweise muss das Mitnehmen eines mobilen Steuerpultes aus dem Bereich der Kabine heraus den gleichen Effekt haben wie die oben erwähnte verriegelte trennende Schutzeinrichtung. Der Betrieb der Maschine in der sicheren Betriebsart 1 (Automatikbetrieb) darf nur möglich sein wenn das mobile Steuerpult (siehe oben) sich wieder innerhalb der Kabine befindet. Jede andere kraftbetriebene Maschinenbewegung darf nur durch die Wahl einer geeigneten sicheren Betriebsart erreicht werden (siehe 5.2.4, sichere Betriebsarten der Maschinenbedienung).
- 3) Anderen Personen als dem Maschinenbediener muss der Zugang zum Arbeitsbereich verwehrt sein. Zugangsstellen (z. B. Pforten) müssen verriegelt sein. Wenn eine Verriegelung aufgrund der besonderen Maschinengestaltung und Anwendung nicht möglich ist, muss sich jede nicht verriegelte

Zugangsstelle innerhalb des Sichtfeldes des/der Bediener(s) von der üblichen Arbeitsposition aus befinden. Zur Umzäunung siehe ISO 11161:2007, 8.5.2.

- 4) Wenn es vorgesehen ist die Maschine während des Betriebszyklus ganz oder teilweise unbeaufsichtigt zu betreiben, ist der unerlaubte Zugang durch andere Mittel der Zugangskontrolle (z. B. Tastaturgesteuerte Verriegelung) zu verhindern. Es muss ein Konzept erarbeitet werden, um den Bedienplatz (z. B. Kabine) von einem/in einen ungefährlichen Bereich, außerhalb der trennenden Schutzeinrichtung oder Umzäunung während des Betriebs der Maschine zu verlassen oder zu diesem zurückzukehren (siehe Anhang H).
- g) Es müssen im Notfall (z. B. zum Befreien von eingeschlossenen oder festgehaltenen Personen) bei abgeschalteter oder eingeschalteter Energiezufuhr Vorkehrungen zum Bewegen der Maschinenachsen getroffen sein. Diese Vorkehrungen sind z. B.:
  - 1) bei abgeschalteter Energiezufuhr
    - manuell betätigtes Entlastungsventil, um unter Druck stehende Systeme zu entlasten;
  - 2) bei eingeschalteter Energiezufuhr
    - manuelle Steuervorrichtung von kraftbetriebenen vorgesteuerten Ventilen/Antrieben;
    - Steuervorrichtung um Gegenbewegungen einzuleiten. [siehe 6.3.1 o)].

ANMERKUNG Für Anforderungen bezüglich Sicherheitsfunktionen, siehe Anhang J.

## 5.2.4 Sichere Betriebsarten der Maschinenbedienung

Wenn die Maschine so konstruiert und gebaut ist, dass mehrere sichere Betriebsarten (siehe Tabelle 2) mit unterschiedlichen Schutzmaßnahmen und/oder Bedienungsverfahren möglich sind, so muss die Maschine mit einer sicheren Betriebsartenwahleinrichtung ausgestattet sein (siehe ISO 12100:2010; 6.2.11.10).

### 5.2.4.1 Anforderungen an sichere Betriebsartenwahleinrichtung

Die sichere Betriebsartenwahl darf nur durch ein Zugangssystem erfolgen.

Das Zugangssystem muss keine Sicherheitsfunktion erfüllen und liegt außerhalb des Bereiches der sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems (siehe Bild 1).

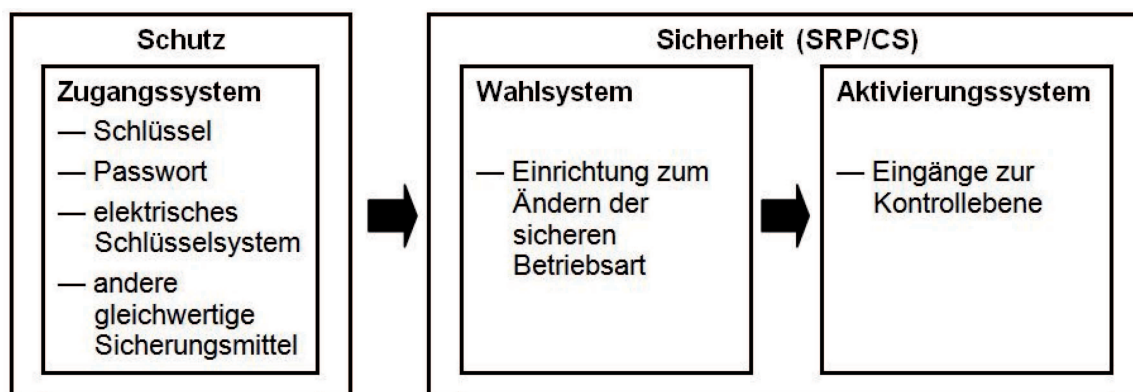


**Bild 1 — Grenze zwischen dem Schutzsystem und dem Sicherheitssystem**

Durch die sichere Betriebsartenwahleinrichtung und die damit verbundene Steuerungsanordnung muss sichergestellt sein, dass zu jeder Zeit nur eine sichere Betriebsart ausgewählt und aktiv ist. Bezüglich Anforderungen an Sicherheitsfunktionen siehe Anhang J.

Die Wahl einer sicheren Betriebsart darf grundsätzlich nur von außerhalb der gefahrbringenden Bereiche erfolgen. Sofern die Wahl einer sicheren Betriebsart von innerhalb des gefahrbringenden Bereiches ausgewählt werden muss, darf die gewählte sichere Betriebsart erst aktiv werden, wenn hierdurch keine Gefährdung erzeugt wird.

Die gewählte sichere Betriebsart muss deutlich erkennbar sein. Beispielsweise durch eine Anzeige am Bedienpult, durch farbige Signalleuchten oder einen Text auf der Bedienoberfläche (MMS — Mensch-Maschine-Schnittstelle). Siehe auch 5.2.4.8 und Tabelle 4.

#### 5.2.4.2 Wahl der sicheren Betriebsart und/oder Optionen für Maschinen der Bauart 2, 3 und 4

Zu den Anforderungen von Abschnitt 5.2.4.1 gelten zusätzlich die folgenden:

- a) Wenn mehr als eine Position (Steuerkonsole) für die Wahl der sicheren Betriebsart vorgesehen ist, darf der Automatikbetrieb (MSO 1) nur dann möglich sein, wenn alle Wahlschalter der sicheren Betriebsart auf „Automatik“ gestellt sind.
- b) Wenn mehr als eine Position (Steuerkonsole) für die Wahl der sicheren Betriebsart an einem Gefahrenbereich von mehreren Maschinen oder zusammenwirkenden Teilmaschinen vorhanden ist und wenn an einer beliebigen Steuerkonsole eines zugeordneten Gefahrenbereiches eine andere Betriebsart als MSO 1 gewählt wird, muss für diesen Gefahrenbereich der automatische Zyklus unterbrochen werden bevor der Zugang zum Gefahrenbereich ermöglicht wird.
- c) Jede gewählte sichere Betriebsart muss optisch angezeigt werden. Es kann im Einzelfall auch ein akustisches Signal verwendet werden (siehe auch 5.2.4.6).
- d) Wenn die entsprechenden Sicherheitsanforderungen erfüllt sind, kann ein dynamischer Übergang von einer sicheren Betriebsart zur anderen sicheren Betriebsart unter den folgenden Bedingungen vorgesehen werden:
  - 1) Allgemein:  
Wenn die Maschine in einer sicheren Betriebsart läuft und eine andere sichere Betriebsart (vor)gewählt wurde, kann die vorherige sichere Betriebsart fortwährend aktiviert werden und betrieben werden so lange alle Sicherheitsanforderungen der vorherigen sicheren Betriebsart erfüllt sind (z. B. verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen sind geschlossen, Schutzeinrichtungen sind nicht außer Kraft gesetzt) oder die Sicherheitsanforderungen der neu gewählten sicheren Betriebsart erlauben dies. Die neue sichere Betriebsart kann aktiviert werden, wenn der vorherige Prozess beendet ist und die Sicherheitsanforderungen der neu gewählten sicheren Betriebsart (die vorgewählte sichere Betriebsart) erfüllt sind.  
  
ANMERKUNG Diese Möglichkeit wird hauptsächlich bei Maschinen der Bauart 3 oder 4 angewendet, wenn die zentrale Steuerungseinheit den Prozess zum Ende bringt, bevor die neue sichere Betriebsart aktiviert werden kann.
  - 2) Von einer beliebigen sicheren Betriebsart in den Einrichtbetrieb (MSO 2):  
Zuerst muss der Arbeitszyklus der Maschine unterbrochen, dann kann der Zugang zum Arbeitsbereich freigegeben werden (z. B. durch entriegeln der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung).
  - 3) Von Automatikbetrieb (MSO 1) in Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3):  
Zuerst müssen die Betriebsbedingungen der MSO 1 auf die Anforderungen der MSO 3 reduziert und überwacht werden, erst dann dürfen die entsprechenden Sicherheitsanforderungen (die Möglichkeit zum temporären/teilweisen Öffnen von trennenden Schutzeinrichtungen oder die Unterbrechung von nicht trennenden Schutzeinrichtungen) frei geschaltet werden.
  - 4) Von Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3) in Automatikbetrieb (MSO 1):  
Zuerst müssen die erhöhten Sicherheitsanforderungen der MSO 1 (bewegliche trennende Schutzeinrichtungen geschlossen oder Lichtvorhänge aktiviert) hergestellt und überwacht werden, erst dann dürfen die Betriebsbedingungen auf die höheren Werte für MSO 1 frei geschaltet werden.

#### 5.2.4.3 Sichere Betriebsart 0: Manueller Betrieb (MSO 0)

Wenn MSO 0 (manueller Betrieb) gewählt ist, gelten folgende Anforderungen:

- a) Die Spindel darf nur durch manuelle Betätigung einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung bei geschlossenem und verriegeltem Spindelschutz ausgelöst werden. Bewegungen der Spindel ohne Spindelschutz dürfen nur gestartet und fortgesetzt werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung stoppt die Spindel, je nach verwendeter Technik, nach den Anforderungen der ISO 60204-1:2009, 9.2.2.
- b) Bewegungen des Achsenverschiebens und im Eilgang müssen von Hand wählbar sein und dürfen nur mittels Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (siehe Anhang J) möglich sein.

— Die Verfahrensgeschwindigkeit muss auf 6 m/min begrenzt sein.

- c) Es darf immer nur eine Vorschubachse bewegt werden. Gleichzeitig darf die Spindel sich drehen. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung stoppt die Spindel und die Vorschubbewegung nach den Anforderungen der IEC 60204-1:2009, 9.2.2., abhängig von der verwendeten Technik.

#### 5.2.4.4 Sichere Betriebsart 1: Automatischer Betrieb (MSO 1)

Diese sichere Betriebsart ist die Standardbetriebsart für die Produktion und nutzt die volle Leistungsfähigkeit der Maschine. Wenn MSO 1 (automatischer Betrieb) gewählt ist, gelten folgende Bedingungen bevor die Maschine gestartet wird:

- a) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, welche Zugang zum Arbeitsbereich ermöglichen, müssen geschlossen und die nicht trennenden Schutzeinrichtungen wirksam sein, um den Arbeitsablauf im automatischen Betrieb zu ermöglichen und fortzusetzen.
- b) Wenn Ganzkörperzugang vorgesehen ist, muss sichergestellt sein dass sich keine Personen in Gefahrenbereichen der Maschine befinden. Kann nicht sichergestellt werden, dass Personen von der Position erkannt werden, an dem sich die Steuerungsgeräte für Start/Neustart befinden, so sind zusätzliche Schutzmaßnahmen vorzusehen.
- c) Wenn mehrere Hauptsteuerungsgeräte für den Zyklusstart vorhanden sind, darf zu jeder Zeit nur eines wirksam sein [siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.8 e)].
- d) Bei einem Start/Neustart in MSO 1 müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

— Der Start/Neustart darf nur an einem Steuerstand erfolgen, an dem keine Gefahr besteht;

— Alle Schutzeinrichtungen inklusive deren sicherheitsrelevanten Funktionen müssen ordnungsgemäß angeordnet und aktiv sein;

— Es muss sichergestellt sein, dass Start/Neustart nicht unbeabsichtigt ausgelöst werden kann.

ANMERKUNG 1 Steuerungsgeräte für Start/Neustart sollten so angeordnet sein, dass ein klarer und unbehinderter Blick auf Personen welche sich im Gefahrenbereich aufhalten möglich ist.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Schutzmaßnahmen können Personenerkennungssysteme oder doppelte Quittierung innerhalb und außerhalb des Schutzbereiches (siehe ISO 13849-1:2006, 5.2.2), oder akustische oder optische Warneinrichtung (siehe ISO 11161:2007, 8.10) sein.

ANMERKUNG 3 Bewegungen der Maschinenachsen mittels Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder elektronischem Handrad ist in der sicheren Betriebsart 1 erlaubt.

#### 5.2.4.5 Sichere Betriebsart 2: Einrichtungsbetrieb (MSO 2)

Sichere Betriebsart 2 ist eine Betriebsart, in welcher der Bediener Einstellungen für den nachstehenden Bearbeitungsprozess bei geöffneten beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen vornehmen kann. Die Überprüfung der Werkzeug- oder Werkstückposition, z. B. durch Berühren des Werkstückes mittels Taster oder Werkzeug ist Teil des Einrichtungsbetriebs.

##### 5.2.4.5.1 Grundlegende Festlegungen

Wenn ein Tippschalter oder ein elektronisches Handrad verwendet wird, darf die Achs- oder Spindelbewegung nur erfolgen und fortgesetzt werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2 führen, abhängig von der verwendeten Technik. Eine Zustimmungseinrichtung ist nicht erforderlich, wenn der Tippschalter oder das elektronische Handrad die Sicherheitsanforderungen nach 5.11.2 erfüllt.

Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Befehl „Zyklusstart“ erfolgt, darf die Achs- und Spindelbewegung nur gestartet und fortgesetzt werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2 führen, abhängig von der verwendeten Technik.

Wenn Ganzkörperzugang vorgesehen ist, muss eine Geschwindigkeitsüberwachung vorhanden sein (siehe Anhang J, Tabelle J.18, Abschnitt 18.1 und 18.4). Wenn Ganzkörperzugang nicht vorgesehen ist, kann eine Zustimmungseinrichtung in Betracht gezogen werden.

Die in MSO 2 erforderlichen Bewegungen können auf eine vorher festgelegte Folge von Bewegungsschritten beschränkt sein, die jedoch keine vollständige Automatisierung darstellen dürfen.

Bei Netzausfall oder Fehlern in der Steuerung oder den Leistungsteilen kann ein Auslaufen der Spindelantriebe nicht ausgeschlossen und ein gewisses Absacken der schwerkraftbelasteten Achsen durch die Reaktionszeit der mechanischen Haltebremse nicht verhindert werden.

##### 5.2.4.5.2 Funktionsbereiche

Wenn eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist oder eine nicht trennende Schutzeinrichtung außer Kraft gesetzt ist, dürfen gefahrbringende kraftbetriebene Maschinenbewegungen nur unter folgenden Bedingungen zugelassen werden:

- a) Die Vorschubgeschwindigkeiten linearer Achsen und Umfangsgeschwindigkeiten von Drehachsen [vom Drehpunkt zum fernsten Punkt (Umfang, Störkreis inklusive Werkstück)]:
  - dürfen 2 m/min nicht überschreiten; oder
  - die Bewegung muss in Schritten mit einer Schrittweite von höchstens 10 mm begrenzt sein.
- b) Die Spindeldrehzahl muss durch das Bremsvermögen begrenzt sein:
  - Die Spindel muss nach einem Haltbefehl, innerhalb 2 Umdrehungen still stehen (ohne Werkzeug).

ANMERKUNG 1 Müssen auf Grund technologischer Anforderungen bei Einrichtungsbetrieben, Drehzahlen verwendet werden welche die Haltbedingung nicht erfüllen; sollte dies im Einzelfall begründet werden.

ANMERKUNG 2 Die Anzahl von 2 Umdrehungen bezieht sich nur auf den Weg / Winkel, der im Abbremsvorgang zurückgelegt wird. Reaktionszeiten vom Bediener, z. B. das Loslassen der Zustimmungseinrichtung und Steuerung sind nicht enthalten.

- c) Die Achsbewegung von jeweils nur einer Achse und/oder Spindelbewegung müssen unter Berücksichtigung von 5.2.4.5.1 wie folgt ausgelöst und aufrechterhalten werden:
  - Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, oder;

- elektronisches Handrad, oder;
  - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Befehl „Zyklusstart“ in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung (siehe IEC 60204-1:2009, 9.2.5.8).
- d) Die Grenzen für Drehzahlen oder Vorschubgeschwindigkeiten oder für die Schrittabstände [wie oben in a) und b) festgelegt] müssen überwacht sein (siehe 5.8.3 und Geschwindigkeitsbegrenzungssteuerung in Anhang J, Tabelle J.18, Abschnitt 15.2); beim Überschreiten der Grenzwerte muss ein Halt eingeleitet werden, ein kontrollierter Halt der Bewegung nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2), abhängig von der verwendeten Technik.
- e) Es müssen Maßnahmen zur Verhinderung von gefahrbringenden Bewegungen vertikaler oder schräg gestellter Achsen getroffen sein, die durch Einfluss der Schwerkraft verursacht werden (z. B. Bremsen, Gegengewicht, siehe Anhang K).
- f) Ungeschützte Bewegungen des Späneförderers dürfen nur mittels Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung ausgelöst und aufrechterhalten werden oder mit einer Zustimmungseinrichtung (erste Hand) in Verbindung mit einer Richtungssteuerung (zweite Hand).
- g) Wenn eine Maschine mehr als eine Bedienstation hat, müssen Maßnahmen vorgesehen werden die sicherzustellen das das Einleiten von Befehlen von anderen Bedienstationen nicht zu Gefahrensituationen führen. (siehe IEC 60204-1:2009, 9.2.5.1).
- h) Nur für Maschinen der Bauart 3 und 4:  
Automatische Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen müssen bei anstehenden Arbeiten im Arbeitsraum stillgesetzt bleiben. Die Auslösung ihrer automatischen Bewegung darf nur durch eine erneute Anwahl der MSO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte Einzelbewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jeder Bewegungsschritt muss mit einem Startbefehl eingeleitet werden. Dies kann z. B. über MDI erfolgen.

#### **5.2.4.6 Sichere Betriebsart 3: Automatik-Betrieb mit manuellem Eingriff unter eingeschränkten Betriebsbedingungen (MSO 3)**

Diese sichere Betriebsart erlaubt den zeitlich begrenzten Gebrauch der Maschine unter manueller oder numerischer Steuerung bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen.

Das temporäre Risiko in MSO 3 ist wegen der offenen trennenden Schutzeinrichtungen bzw. nicht aktiver nicht trennenden Schutzeinrichtungen signifikant größer als MSO 1. Um das Gesamtrisiko über die Lebensdauer der Maschine angemessen zu reduzieren, muss die Anwendungsdauer und damit der zeitliche Anteil dieser sicheren Betriebsart auf das absolut notwendige Minimum beschränkt werden. Das Gesamtrisiko sinkt proportional mit der kürzeren Nutzungsdauer der MSO 3.

In dieser Norm wird durch die Leistungseinschränkung der MSO 3 eine Motivation zum Rückschalten in die leistungsfähigere MSO 1 gegeben.

Diese sichere Betriebsart darf nur zur Verfügung gestellt werden, wenn Einzelheiten der beabsichtigten Anwendung bekannt sind und das erforderliche Ausbildungsniveau des Bedieners in der Betriebsanleitung definiert wird (siehe 6.3.1, a), 3).

Wenn MSO 3 zur Verfügung steht und aktiviert ist, gelten folgende Bedingungen:

- a) Die vektoriellen Geschwindigkeiten mehrfacher Achsen und Geschwindigkeiten einzelner Achsen müssen auf 5m/min begrenzt sein.
- b) Die Spindeldrehzahl muss durch das Bremsvermögen begrenzt sein, welches nicht mehr als 5 Umdrehungen erfordern darf (ohne Werkzeug), nach dem Stoppsignal.

ANMERKUNG 1 Um diese Haltbedingung zu erfüllen kann es notwendig sein, Erkennungssysteme für den Werkzeugdurchmesser oder Messsysteme bereit zu stellen, um die erlaubte Geschwindigkeit jedes verwendeten Werkzeuges zu begrenzen.

ANMERKUNG 2 Alternative Lösungen zu diesem Abschnitt wurden während der Entwicklung dieses Standards berücksichtigt, jedoch keine soliden Schlussfolgerungen erreicht.

ANMERKUNG 3 Die Anzahl von 5 Umdrehungen gilt nur für den Abstand/Winkel des Abbremsvorganges. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht enthalten, z. B. das Lösen der Zustimmungseinrichtung und Kontrolle.

- c) Die Grenzen für Geschwindigkeiten oder Schrittabstände [wie oben in a) und b) festgelegt] müssen überwacht sein und, wenn überschritten, muss die Energie zu den Antrieben durch einen kontrollierten Halt reduziert werden (IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik).
- d) Nicht programmierte Bewegungen müssen wie folgt erzielt werden:
- 1) Die Spindelrotation muss mittels Steuerungsgerät für den Spindelstart in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung ausgelöst und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
  - 2) Die Achsbewegungen können wie folgt ausgelöst und aufrechterhalten werden:
    - Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung
    - elektronisches Handrad
    - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Zyklusstart in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung
- e) Die Programmausführung muss mittels Steuerungsgerät für den Zyklusstart in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung ausgelöst und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
- f) Die Anforderungen der MSO 2 in 5.2.4.5.2, e), f), g) und h) gelten ebenfalls.
- g) In jedem der oben aufgeführten Fälle muss das Loslassen der Zustimmungseinrichtung, je nach verwendeter Technik, zu einem Halt der Kategorie 1 oder 2, nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, führen.
- h) Wenn aus ergonomischen Gründen bei der Anwendung der MSO 3 die Verwendung einer Zustimmungseinrichtung unpraktisch ist (z. B. weil die Dauer einer notwendigen Prozessbeobachtung und/oder eines Eingreifens eine akzeptable Ermüdungszeit beim Betätigen der Zustimmungseinrichtung durch den Maschinenbediener überschreitet oder die Einstellung mehrerer Parameter an der Steuereinrichtung die anhaltende Betätigung der Zustimmungseinrichtung verhindert) muss eine Kombination anderer steuerungstechnischer Maßnahmen anstelle der Zustimmungseinrichtung verwendet werden, um die Gefährdung durch Einziehen und Quetschen zu reduzieren. Zwei Beispiele von akzeptierten Kombinationen alternativer steuerungstechnischer Maßnahmen sind:
- 1) Eine sichere Standposition des Bedieners, die durch eine aktive Lichtschranke (AOPD) (z. B. eine Einrichtung mit Abtastfunktion oder einem Lichtvorhang) oder anderen erprobten Sicherheitsüberwachungsgeräten sichergestellt wird, jedoch mit Ausnahme der Verwendung einer Schaltmatte oder einer ähnlichen leicht umgeharen Einrichtung, zusammen mit:
    - einer leicht erreichbaren Not-Halt-Einrichtung und,
    - Sicherheits-Schaltleisten, die an allen beweglichen Maschinenteilen angebracht sein müssen, welche eine Quetschgefährdung darstellen und,
    - die Überwachung der reduzierten Spindeldrehzahlen und der Geschwindigkeit der Achsen müssen den Anforderungen von Anhang J, Tabelle J.18, Abschnitt 18.4 (siehe auch 5.8.3) entsprechen, und

- der Festlegung von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen (PPE) die in der Benutzerinformation anzugeben sind (siehe 6.3.1 a) 2), p) und 6.3.8 dieses Standards).
- 2) Schutz gegen Einziehen durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen, welche die rotierende Spindel und die Schneiden abdecken oder ein AOPD (Lichtvorhang) um das sich drehende Werkzeug und die Schneiden herum (oder davor) (die Position der AOPD muss die Anforderungen der ISO 13855:2010 erfüllen), zusammen mit:
  - einer leicht erreichbaren Not-Halt-Einrichtung und,
  - Sicherheits-Schaltleisten, die an allen beweglichen Maschinenteilen angebracht sein müssen, welche eine Quetschgefährdung darstellen und,
  - die Überwachung für reduzierte Spindeldrehzahlen und der Geschwindigkeit der Achsen müssen den Anforderungen von Anhang J, Tabelle J.18, Abschnitt 18.4 (siehe auch 5.8.3) entsprechen, und
  - der Festlegung von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen (PPE) die in der Benutzerinformation anzugeben sind (siehe 6.3.1 a) 2), p) und 6.3.8 dieses Standards).

ANMERKUNG 1 Andere steuerungstechnische Maßnahmen, die gegenüber den Angaben in 1) und 2) eine vergleichbare Herabsetzung des Risikos ergeben, können verwendet werden.

Um das Risiko herausfliegender Teile herabzusetzen, muss die Schnittgeschwindigkeit bei allen Anwendungen in der MSO 3 unter den Anwendungsbereich von ISO 15641:2001, Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, fallen.

ANMERKUNG 2 Beispiele von Arbeitssituationen und Arbeitsaufgaben, für die eine MSO 3 erforderlich ist, beinhaltet die ISO/TR 16090-2<sup>5)</sup>

#### 5.2.4.7 Sichere Betriebsart Servicebetrieb (MSO SE)

Sichere Betriebsart Servicebetrieb darf nur für Bedienpersonal zur Verfügung gestellt werden, welches durch den Maschinenhersteller geschult und autorisiert ist.

Allgemeines im Servicebetrieb:

- a) In der Betriebsanleitung sind entsprechende Sicherheitsanweisungen aufzunehmen;
- b) Bewegungen von automatischen Werkstückwechselmechanismen müssen — soweit anwendbar — mit reduzierten Geschwindigkeiten erfolgen. Die einzelnen Schritte müssen nacheinander gestartet werden;
- c) Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die gefahrbringende Bewegungen von schwerkraftbelasteten Vertikal- oder Schrägachsen verhindern (z. B. redundantes Bremssystem). Anforderungen bezüglich der Sicherheitsfunktionen, z. B. Steuerungsfunktion, die ein unbeabsichtigtes Absinken von Vertikal- oder Schrägachsen verhindert, werden in Anhang J aufgezeigt;
- d) Wenn möglich müssen, entsprechend der Risikobeurteilung, zusätzliche Schutzmaßnahmen vorgesehen werden, wie sekundäre trennende Schutzeinrichtungen, Barrieren oder Blenden in Verbindung mit Warnhinweisen;
- e) Diese Betriebsart ermöglicht eine eingeschränkte automatische Funktionalität der Maschine oder Teilen davon, wobei die wesentlichen trennenden Schutzeinrichtungen zum jeweiligen Arbeitsbereich offen sein können.

---

5) In Bearbeitung von ISO/TC 39/SC 10/WG 4.

Mit folgenden Einschränkungen:

- 1) Vor der Auswahl der MSO SE (Servicebetrieb) muss eine Absperrung mit Warnschild aufgestellt werden. Das Warnschild zeigt an, dass an der Maschine Servicearbeiten durchgeführt werden und keine unbefugten Personen hinter die Absperrung treten dürfen.
- 2) Im Servicebetrieb dürfen keine Bearbeitungsvorgänge durchgeführt werden und müssen, soweit möglich, systematisch verhindert werden.
- 3) Die gleichzeitige Spindeldrehung mit den Vorschubachsen darf nur bei Messungen und der Kalibrierung erfolgen.
- 4) Kontinuierliche Bewegungszyklen müssen in Verbindung mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (z. B. für Reproduzierbarkeitsprüfungen) oder Zustimmungseinrichtung möglich sein. Wenn die Bewegung des Werkzeugwechslers und/oder des Werkzeugmagazins vorgesehen ist, müssen die Bewegungen beim automatischen Werkzeugwechsel oder der Bewegung des Werkzeugmagazins durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder Startknopf in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung und — soweit möglich — mit reduzierten Geschwindigkeiten erfolgen. Es muss möglich sein, die einzelnen Schritte nacheinander starten zu können.
- 5) Wenn entsprechend der Risikobeurteilung der Druck von Kühlschmierstoffen eine Gefährdung bei geöffneten trennenden verriegelten Schutzeinrichtungen verursachen kann, so muss die Einspritzung von Kühlschmierstoffen ausgeschaltet sein.
- 6) Die Auslösung der Bewegung muss von einem Steuerpult außerhalb der Reichweite von gefahrbringenden Bewegungen oder — soweit möglich — von einem mobilen Steuerpult erfolgen.

#### 5.2.4.8 Symbole für sichere Betriebsarten

Zur Kenntlichmachung der sicheren Betriebsarten von Fräsmaschinen sollen auf Befehlseinrichtungen und ggf. auf dem Bildschirm der SPS/NC, der Buchstabencode (z. B. MSO 0) oder die folgenden, genormten, Symbole verwendet werden:

**Tabelle 4 — Symbole zur Anzeige der sicheren Betriebsarten an Fräsmaschinen**

| Sichere Betriebsart                                                                                                                                          | ISO 369 / ISO 7000 Referenz                                | Symbol                                                                              | en: <b>Meaning</b><br>fr: <b>Référent</b><br>de: <b>Bedeutung</b>                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MSO 0</b><br>Manueller Betrieb                                                                                                                            | <b>ISO 369 – 5.1-13</b><br><br>ISO 7000 – 0096             |    | en: Manual control<br>fr: Commande manuelle<br>de: Handbetätigung, Handsteuerung                                                  |
| <b>MSO 1</b><br>Automatischer Betrieb                                                                                                                        | <b>ISO 369 – 5.1-15</b><br><br>ISO 7000 – 0017             |    | en: Automatic control (closed loop)<br>fr: Commande automatique (boucle fermée)<br>de: Automatikbetrieb (geschlossener Kreislauf) |
| <b>MSO 2</b><br>Einrichtbetrieb                                                                                                                              | <b>ISO 369 – 5.1-12</b><br><br>ISO 7000 – 0910             |   | en: Setting<br>fr: Réglage<br>de: Einrichten                                                                                      |
| <b>MSO 3</b><br>Automatischer Betrieb mit manuellem Eingriff                                                                                                 | <b>ISO 369 – 5.1-??<sup>a</sup></b><br><br>ISO 7000 – 1942 |  | en: Test run<br>fr: Session d'essai<br>de: Testlauf                                                                               |
| <b>MSO SE</b><br>Servicebetrieb                                                                                                                              | <b>ISO 369 – 5.1-44</b><br><br>ISO 7000 – 0717             |  | en: Call for maintenance<br>fr: Appeler le service de maintenance<br>de: Kundendienst rufen                                       |
| <sup>a</sup> Dieses Symbol und ein neuer Unterabschnitt "Symbole für sichere Betriebsarten" sollten mit der nächsten Revision in ISO 369 aufgenommen werden. |                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                   |

#### 5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstungen für Fräsmaschinen

##### 5.2.5.1 Spezifische Anforderungen für Maschinen mit Werkzeugmagazin(en)

Wenn die Maschine mit Werkzeugmagazin(en) ausgerüstet ist, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- Der Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen des Werkzeugmagazins muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden (siehe ISO 14119:1998, 7 und Anhänge), oder die gefahrbringenden Bewegungen müssen durch nicht trennende Schutzeinrichtungen stillgesetzt oder verhindert werden.

Wo eine routinemäßige Beobachtung erforderlich ist, müssen Einrichtungen (z. B. Fenster) vorhanden sein, die dies ohne die Notwendigkeit zum Öffnen, Entfernen oder Außerkraftsetzen einer trennenden Schutzausrüstung oder einer nicht trennenden Schutzausrüstung des Bereiches der Werkzeughandhabung und Werkzeugspannung ermöglichen.

- b) Bei offener verriegelter trennender Schutzeinrichtung müssen der Antrieb des Werkzeugmagazins stillgesetzt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- c) Zugangsöffnungen müssen ISO 15534-1:2000 und ISO 15534-2:2000 entsprechen.
- d) Wenn Ganzkörperzugang in den Gefährdungsbereich des Werkzeugmagazins vorgesehen ist:
  - 1) die gleichen Anforderungen welche an den Arbeitsbereich gestellt sind, müssen erfüllt werden (siehe 5.2.4.4, MSO 1, 5.2.4.5, MSO 2 und 5.2.4.6, MSO 3)
  - 2) Maßnahmen müssen getroffen sein, um den Bediener vor Gefährdungen zu schützen
  - 3) Es müssen Maßnahmen getroffen sein die es ermöglichen, Sicherheitsfunktionen nur dann außer Kraft zu setzen, wenn sich niemand im Gefährdungsbereich aufhält.
- e) Kraftgetriebene Bewegungen bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen ohne Ganzkörperzugang muss wie folgt ausgeführt werden:

Bewegungen müssen in einer Position mit ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich eingeleitet und aufrechterhalten werden (siehe ISO 13857:2008, mindestens 100 mm), durch

- eine Zustimmungseinrichtung zusammen mit einer Richtungssteuerung, und
- diese Bewegungen müssen entweder mit reduzierter Geschwindigkeit erfolgen (15 m/min, wenn nur eine Stoßgefährdung besteht und 2 m/min, wenn eine Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder Einfangen besteht), und
- aus ergonomischen Gründen kann es erforderlich sein, obwohl eine Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder Einfangen besteht, Bewegungen mit reduzierter Geschwindigkeit > 2m/min, wobei der Halteweg kleiner als 4 mm ist, einzuleiten und aufrecht zu erhalten. Für den Arbeitsbereich gestellten Anforderungen in 5.2.4.6 MSO 3 müssen erfüllt sein, oder
- wenn eine teilweise automatische Schrittfolge erforderlich ist, müssen für den Arbeitsbereich die gestellten Anforderungen in 5.2.4.6 MSO 3 erfüllt sein, oder
- eine Zweihandsteuerung. Bei Zweihandsteuerungen müssen die Anforderungen der ISO 13851:2002 erfüllt sein.

Die Maßnahme einer zweihändigen Operation von 260 mm (ISO 13851:2002) ist nicht notwendig/erforderlich, wenn keine Möglichkeit besteht die Zweihandsteuerung mit nur einer Hand zu betätigen, zum Beispiel durch 2 unabhängige Knopfschalter oder Drehsteuerungen. Die Anforderungen dieser Zweihandsteuerung entsprechend ISO 13851:2002, Typ III B oder C müssen erfüllt sein. Alternativ kann die Bewegung anstatt mit der Zweihandsteuerung, mittels Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einem Startknopf durchgeführt werden. Bei Beiden, Zweihandsteuerung oder Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einem Startknopf, siehe ISO 13857:2008 und auch ISO 13855:2010, 8, für Abstandsanforderungen.

Bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder überwachten trennenden Schutzausrüstungen dürfen durch die Auslösung eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung keine gefahrbringenden Maschinenbewegungen in Gang gesetzt werden (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4).

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder das Betätigen der Zweihandsteuerung führt zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, Kategorie je nach verwendeter Technik.

- f) Die Grenzen für Dreh- und Linearbewegungen [in e) definiert] müssen überwacht werden (siehe Abschnitt 5.8.3). Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung führt, je nach verwendeter Technik, zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2.

- g) Um ein Herausfallen oder Herausschleudern zu verhindern, müssen Werkzeuge in den Aufnahmen des Magazins gesichert sein. Bei Ganzkörperzugang sind in der Dokumentation Restgefährdungen aufgrund der Anwesenheit von Personen hinzuweisen.
- h) Es müssen Maßnahmen zur Verhinderung von gefahrbringenden Bewegungen vertikaler oder schräg gestellter Achsen durch Schwerkraft getroffen werden, z. B. Bremsen.
- i) Eine verriegelte trennende Schutteinrichtung mit Startfunktion (Steuerungsfunktion) darf nur verwendet werden, wenn alle Anforderungen der ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 erfüllt sind:
  - 1) sämtliche Anforderungen an verriegelte trennende Schutteinrichtungen sind erfüllt (siehe ISO 14119:1998),
  - 2) die Zykluszeit der Maschine ist kurz,
  - 3) die maximale Öffnungszeit der trennenden Schutteinrichtung ist auf einen niedrigen Wert voreingestellt (z. B. gleich der Zykluszeit) und, wenn diese Zeit überschritten wird, können gefährliche Funktionen durch das Schließen der verriegelten trennenden Schutteinrichtung mit Startfunktion nicht initialisiert werden und ein Zurücksetzen vor dem Maschinenstart ist erforderlich,
  - 4) Maße oder Form der Maschine verhindern den Zugang von Personen oder Körperteilen in den Gefährdungsbereich oder zwischen Gefährdungsbereich und trennende Schutteinrichtung, während diese geschlossen ist (siehe ISO 14120:2002),
  - 5) alle weiteren trennenden Schutteinrichtungen, sowohl feststehende (abnehmbarer Typ) als auch bewegliche, sind verriegelte trennende Schutteinrichtungen,
  - 6) die mit der verriegelten trennenden Schutteinrichtung mit Startfunktion verbundene Verriegelungseinrichtung ist so konstruiert — z. B. durch Redundanz des Positionsmelders und Verwendung einer automatischen Überwachung (siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.6) — dass ihr Ausfall nicht zu einem unbeabsichtigten/ unerwarteten Anlauf führen kann, und
  - 7) die trennende Schutteinrichtung wird sicher offen gehalten (zum Beispiel durch einer Feder oder Gegengewicht) so dass sie beim Fallen durch Eigengewicht keinen Start initiieren könnte.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkzeugmagazinen sind im Anhang J, Tabelle J.13, Abschnitt 13 und 15 aufgeführt.

#### 5.2.5.2 Spezifische Anforderungen für Maschinen mit Werkzeugwechsler

Wenn die Maschine mit Werkzeugwechsler ausgerüstet ist, müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

- a) Der Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen aus beliebiger Richtung muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutteinrichtungen verhindert sein, oder die gefahrbringenden Bewegungen müssen durch nicht trennende Schutteinrichtungen stillgesetzt oder verhindert werden (siehe ISO 14119:1998+Amd 1:2010, Abschnitt 7 und Anhänge).
- b) Wenn kraftbetriebene Bewegungen bei offener verriegelter trennender Schutteinrichtung vom Werkzeugwechsler erforderlich sind, müssen Bewegungen mittels Zustimmungseinrichtung in Kombination mit Richtungstaste und einer reduzierten Geschwindigkeit von maximal 5 m/min am Umfang oder Zweihandschaltung gestartet und aufrecht erhalten werden. Bei Zweihandschaltung müssen die Anforderungen der ISO 13855:2010, Abschnitt 8, eingehalten werden. Bei offener verriegelter trennender Schutteinrichtung müssen Vorkehrungen zur Verhinderung von Gefährdungen durch wegfliegende Werkzeuge getroffen werden.

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder das Betätigen der Zweihandsteuerung führt zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik.

- c) Bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder überwachten trennenden Schutzausrüstungen, darf durch die Auslösung eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung keine gefahrbringenden Maschinenbewegungen in Gang gesetzt werden (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4). Um ein Herausfallen oder ein Herausschleudern zu verhindern, müssen die Werkzeuge unter allen Betriebsbedingungen und/oder bei Verlust der Energiezufuhr sicher in den Aufnahmen des Werkzeugwechslers gehalten werden. Bei Ganzkörperzugang sind in der Dokumentation Restgefährdungen aufgrund der Anwesenheit von Personen hinzuweisen. Es müssen Maßnahmen zur Verhinderung von gefahrbringenden Bewegungen vertikaler oder schräggestellter Achsen durch Schwerkraft getroffen sein, z. B. Bremsen.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkzeugwechsler sind im Anhang J, Tabelle J.9, aufgeführt.

### 5.2.5.3 Spezifische Anforderungen an Werkstückhandhabungseinrichtungen

Die Werkstückhandhabung kann z. B. durch Palettenwechsler, automatische Werkstückwechseleinrichtungen oder andere Werkstückhandhabungseinrichtungen ausgeführt werden, welche integraler Bestandteil der Maschine sind.

Wenn die Maschine mit Werkstückhandhabungseinrichtungen ausgerüstet ist, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- a) Die Positionen für die Bediener an den Werkstückbe- und -entladeeinrichtungen müssen außerhalb von anderen gefahrbringenden Bewegungen der Maschine angeordnet sein.
- b) Der Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen von Werkstückhandhabungseinrichtungen muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert sein, oder die gefahrbringenden Bewegungen müssen durch Auslösung nicht trennender Schutzeinrichtungen entweder stillgesetzt oder verhindert sein (z. B. ESPE, AOPD).
- c) Wenn Zugang bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen oder außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen erforderlich ist, müssen Bewegungen mittels Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit Richtungstaste und reduzierter Geschwindigkeit von maximal 15 m/min bei ausschließlicher Stoßgefährdung und 5 m/min bei Quetsch- oder Schergefährdung oder Zweihandschaltung gestartet und aufrecht erhalten werden. Bei Zweihandschaltung müssen die Anforderungen der ISO 13855:2010, 8 erfüllt sein. Die Zweihandschaltung muss sich in sicherer Entfernung von gefahrbringenden Bewegungen befinden (siehe ISO 13851:2002 und ISO 13855:2010). Durch Auslösen eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung darf keine gefahrbringende Maschinenbewegung in Gang gesetzt werden (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4).

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder das Betätigen der Zweihandsteuerung führt zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik.

- d) Für Werkstückhandhabungseinrichtungen die nicht integraler Bestandteil der Maschine sind, siehe ISO 11161:2007.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkstückhandhabungseinrichtungen sind im Anhang J, Tabelle J.6, aufgeführt.

### 5.2.5.4 Werkstückrüstplatz

Wenn es an Werkstückrüstplätzen erforderlich ist, mit einer kraftbetriebenen Bewegung, z. B. eine Palette mit Werkstück zu drehen, um z. B. das Werkstück zu reinigen oder um Messungen durchzuführen, dann ist dies bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder überwachten trennenden Schutzeinrichtungen oder außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen mit maximaler Geschwindigkeit von 5 m/min am Umfang, möglich, wenn eine Zustimmungseinrichtung verwendet wird, oder mit maximaler Geschwindigkeit von 15 m/min am Umfang, wenn eine ortsgebundene Zweihandbedienung nach ISO 13855:2010, verwendet wird.

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder das Betätigen der Zweihandsteuerung führt zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkstückrüstplatz sind im Anhang J, Tabelle J.19 und Tabelle J.18.

#### 5.2.5.5 Spezifische Anforderungen an kraftbetriebene Werkstückspanneinrichtungen

Wenn die Maschine mit kraftbetriebenen Werkstückspanneinrichtungen ausgerüstet ist, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- a) Allgemeine Anforderungen:
  - 1) Es müssen Maßnahmen zur Verhinderung von ungewolltem Lösen der Werkstücke durch Schwerkraft getroffen werden, z. B. Klemmen, Abstützvorrichtung.
  - 2) Bei Maschinenkonstruktionen, an denen herausgeschleuderte Werkstücke eine Gefährdung darstellen, muss der Status der kraftbetriebenen Werkstückspanneinrichtung überwacht und falls die erforderliche Kraft nicht erreicht wird, der Start verhindert werden.
- b) Kraftbetriebene Werkstückspannbewegungen bei geöffneten beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen müssen:
  - 1) auf 4 mm Spannhub oder weniger beschränkt sein (siehe ISO 13857:2008, 4.2.4.1, Tabelle 4), oder
  - 2) durch trennende Schutzeinrichtungen (z. B. steuernde trennende Schutzeinrichtung) geschützt sein und/oder durch sonstige Schutzeinrichtungen (z. B. berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen), oder
  - 3) ausgelöst und aufrechterhalten mittels Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit Richtungstaste und reduzierter Geschwindigkeit von maximal 2 m/min oder, bei Anwendungen wo Spannvorrichtungen sichtbar sind, maximal 5 m/min, oder
  - 4) durch Zweihandschaltung ausgelöst und aufrechterhalten werden (bei Zweihandschaltungen müssen die Anforderungen der ISO 13855:2010, 8, und ISO 13851:2002 erfüllt werden), oder
  - 5) bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder überwachten trennenden Schutzausrüstungen darf durch die Auslösung eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung keine gefahrbringende Bewegung der Werkstückspannvorrichtung in Gang gesetzt werden (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4).
- c) Für mit Magnetkraft betriebene Werkstückspannvorrichtungen müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

Die Anforderungen nach 5.2.5.5 b) 1) (Spannhub), 5.2.5.5 b) 2) (trennende Schutzeinrichtungen), 5.2.5.5 b) 3) (sonstige Schutzeinrichtungen), 5.2.5.5 b) 5) (geöffnete trennende Schutzeinrichtungen) müssen beachtet werden.

Folgende Fälle sind gegeben:

- 1) Elektrisches Steuergerät wird mittels elektrischer Steckverbindung an die magnetische Spannplatte angesteckt und dann wird das Werkstück durch Betätigung einer Befehlseinrichtung gelöst oder gespannt. Eine magnetische Spannkraft bleibt nach dem Abstecken der elektrischen Versorgung erhalten. Die erzeugte Spannkraft oder der nominale Wert wird am elektrischen Steuergerät angezeigt (z. B.). Bewegungen mit dem Spannmittel sind erst nach dem Abstecken der elektrischen Steckverbindung möglich. Die Überprüfung, ob die erzeugte Spannkraft mit der angezeigten Spannkraft am Steuergerät übereinstimmt, muss nach Vorgabe des Herstellers in festgelegten zeitlichen Abständen überprüft werden. Für diese Spannmittel ist keine Sicherheitsfunktion nach ISO 13849-1:2006 definierbar, da nach dem Abstecken keine Verbindung zum Spannmittel mehr besteht.