

DIN EN ISO 16090-1



ICS 25.080.01

Einsprüche bis 2016-03-08
Ersatzvermerk
siehe unten

Entwurf

**Werkzeugmaschinen Sicherheit –
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen –
Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 16090-1.2:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16090-1:2015**

Machine tools safety –
Machining centres, Milling machines, Transfer machines –
Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1.2:2015);
German and English version prEN ISO 16090-1:2015

Sécurité des machines-outils –
Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert –
Partie 1: Exigences de sécurité (ISO/DIS 16090-1.2:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 16090-1:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-01-08 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 bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nwm@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter 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.

Ersatzvermerk

Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 12417:2009-07, DIN EN 13128:2009-09 und DIN EN 14070:2009-07;
Ersatz für E DIN EN ISO 16090-1:2014-11

Gesamtumfang 313 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2016-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, Sekretariat SNV (Schweiz) *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 DIN-Normenausschusses Werkzeugmaschinen (NWM), der maßgeblich an der Erarbeitung dieser Internationalen Norm mitgewirkt hat und auch für die deutsche Übersetzung sorgte.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 16090-1 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

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

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 SIO 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 SIO 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 SIO 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 12417:2009-07, DIN EN 13128:2009-09 und DIN EN 14070:2009-07 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.

Werkzeugmaschinen Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen — Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 16090-1.2:2015)

Sécurité des machines-outils — Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert — Partie 1 : Exigence de sécurité (ISO/DIS 16090-1.2:2015)

Machine tools safety — Machining centres, Milling machines, Transfer machines — Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 16090-1.2:2015)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Definitionen	11
3.1 Allgemeine Begriffe	11
3.2 Bauarten von Fräsmaschinen	13
3.3 Teile von Maschinen	14
3.4 Sichere Betriebsarten	16
3.5 Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Achsvorschübe	18
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Die hauptsächlichen Gefährdungsbereiche	19
4.3 Von dieser Norm abgedeckte signifikante Gefährdungen und Gefährdungssituationen	19
5 Sicherheitsanforderungen und / oder Schutzmaßnahmen	26
5.1 Allgemeine Anforderungen	26
5.2 Spezifische Anforderungen aufgrund mechanischen Gefährdungen	29
5.3 Spezifische Anforderungen infolge Gefährdungen durch Elektrizität	51
5.4 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Lärm	52
5.5 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung	52
5.6 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Werkstoffe oder Substanzen	53
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 überhöhten Drehzahl	58
5.9 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Schwankung der Werkzeugdrehzahl	59
5.10 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung	59
5.11 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Steuerung	60
5.12 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch fehlerhafte Montage	61
5.13 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch herausgeschleuderte Flüssigkeiten oder Gegenstände	62
5.14 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust der Stabilität	63
5.15 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	63
5.16 Anforderungen infolge der Zugänglichkeit hochgelegener Maschinenteile, die zur Wartung oder Störungsbeseitigung zugänglich sein müssen	63
5.17 Anforderungen an Maschinen mit Steuerkabinen im Arbeitsbereich	64
5.18 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	65
6 Benutzerinformationen	70
6.1 Allgemeines	70

6.2	Kennzeichnung.....	71
6.3	Betriebsanleitung.....	71
Anhang A (normativ) Aufprallprüfverfahren für trennende Schutzeinrichtungen an Maschinen.....		79
A.1	Allgemeines	79
A.2	Prüfverfahren	79
A.3	Ergebnisse.....	81
A.4	Prüfbericht.....	81
Anhang B (informativ) Ausrüstung für die Aufprallprüfung.....		82
B.1	Schussgerät.....	82
B.2	Beispiele von Werkstoffen	83
Anhang C (informativ) Erläuternde Bilder als Beispiel von Fräsmaschinen.....		85
C.1	Maschinen der Bauart 1	85
C.2	Maschinen der Bauart 2	86
C.3	Maschinen der Bauart 3	87
C.4	Maschinen der Bauart 4	88
Anhang D (informativ) Erläuternde Bilder von trennende Schutzeinrichtungen.....		92
D.1	Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 1 (handgesteuerte Maschinen)	92
D.2	Beispiele von trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 2 (Maschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten).....	93
D.3	Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 3 (automatische Maschinen).....	94
D.4	Beispiele von trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen; Bauart 4 (Transfer-, und Sondermaschinen)	96
Anhang E (informativ) Beispiele für die Integration von Absaug- und Brandlöscheinrichtungen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe.....		98
Anhang F (normativ) Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe		100
F.1	Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe	100
F.2	Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen	101
F.3	Verhinderung des Flammeneintritts in die Absauganlage	101
F.4	Dimensionierung von Druckentlastungsflächen	102
Anhang G (normativ) Bremsentest Schwerkraft belastete Achsen.....		103
G.1	Zyklischer Bremsentest – Testintervall an Maschinen der Bauart 3 und 4	103
G.2	Bremsentestintervall	104
G.3	Beispiele von Maßnahmen gegen ungewolltes Herabsinken von schwerkraftbelasteten Achsen entsprechend ISO 13849-1	108
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		112
Anhang I (informativ) Typische Anforderungsraten an Sicherheitsfunktionen.....		114
Anhang J (normativ) Sicherheitsfunktionen		121
J.1	Index über die Sicherheitsfunktionen in Tabelle J.1 bis J.21	121
J.2	Erklärung des Zusammenhangs zwischen Performance Level und Sicherheitsintegritätslevel.....	128
J.3	Sicherheitsbezogene Parameter	128
J.4	Tabellen der Sicherheitsfunktionen.....	129
Literaturhinweise.....		163

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16090-1:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Machine tools — Safety“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SNV gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur zweiten parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16090-1:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 16090-1:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

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

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

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

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

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 39/SC10.

Diese erste Ausgabe ersetzt die folgenden Normen:

EN 12417:2001+A2/AC:2010, Machine tools — Safety — Machining centres; Germans version;

EN 13128:2001+A2/AC:2010, Safety of machine tools — Milling machines (including boring machines); German version;

EN 14070:2003+A1/AC:2010, Safety of machine tools — Transfer and special-purpose machines; German version.

ISO 16090 besteht aus folgenden Teilen:

- *ISO 16090-1: Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen. Transfermaschinen, Teil 1: Sicherheitsanforderungen*
- *ISO/TR 16090-2: Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen. Transfermaschinen, Teil 2: Beispiele für die Anwendung spezieller Betriebsarten*
- *ISO/TR 16090-3: Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen. Transfermaschinen, Teil 3: Praktische Hinweise und Beispiele für die Risikoeinschätzung von Bearbeitungszentren*

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.

In dieser Norm bedeutet das Wort Fräsmaschine auch Bearbeitungszentrum, Fräsmaschine und Transfermaschine.

Fräsmaschinen weisen einen weiten Bereich von Gefährdungen auf, nicht zuletzt durch deren umfangreiche Anwendung als rotierendes Werkzeug, 'stationäre' Werkzeugmaschine und zum allgemeinen Zerspanen zur Kaltbearbeitung von Metallen und anderen nicht explosiven Materialien, ausgeschlossen sind Holz- und Steinbearbeitung.

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 Mechanismen für die Werkstückübergabe, können auch gefährliche Situationen während des Be- und Entladens, sowie beim Ausrichten, Spannen oder Lösen des Werkstücks entstehen.

Eine vollständige Umhausung 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).

Tragbare Bedienpulte (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 Bedienpult mit sich zu führen.

Die von dieser Norm abgedeckten signifikanten Gefährdungen sind in Abschnitt 4 aufgeführt. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der in Tabelle 2 ermittelten Gefährdungen und Verfahren zur Überprüfung dieser Anforderungen oder Maßnahmen sind in Abschnitt 5 zu finden.

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

1 Anwendungsbereich

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

Diese Norm beinhaltet die folgenden aufgeführten Maschinen – ohne dem Anspruch der Vollständigkeit – die Fräs- und Bohrbearbeitungen durchführen:

- a) Manuell betriebene Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung (vgl. 3.2.1, Maschinen der Bauart 1), wie z.B.
 - Konsol- und Ständerfräsmaschinen (vgl. Bild C.1)
 - Bohr- und Fräsmaschinen (vgl. Bild C.2)
- b) Manuell betriebene Bohr- und Fräsmaschinen mit limitierten numerischen Steuerungsmöglichkeiten (vgl. 3.2.2, Maschinen der Bauart 2), wie z.B.:
 - Bettfräsmaschinen (vgl. Bilder C.3 und C.4)
 - Kopierfräsmaschinen
- c) Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren (vgl. 3.2.3, Maschinen der Bauart 3), z.B.:
 - Automatische Fräsmaschinen und Fräszentren wie z.B. Mehrspindelfräsmaschinen, Verzahnungsfräsmaschinen (vgl. Bilder C.5, C.6 und C.7)
 - Bearbeitungszentren
- d) Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen (vgl. 3.2.4, Maschinen der 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 (Bilder C.8, C.9, C.10, C.11, C.12 und C.13).

Diese Internationale Norm berücksichtigt die bestimmungsgemäße Verwendung einschließlich der vorhersehbaren unsachgemäßen Verwendung, der Wartung, der Reinigung und der Einrichtarbeiten. Sie legt Zugangsregelungen für die Orte der Bedienung und zu den Be- und Entladestationen fest. Der Zugang zur Maschine von allen Seiten wird vorausgesetzt. Es werden Maßnahmen zur Risikominderung sowohl für den Bediener als auch für andere gefährdete Personen beschrieben.

Diese Internationale Norm gilt auch für Werkstücktransfereinrichtungen inklusive Transporteinrichtungen zum Be- und Entladen, sofern diese einen integralen Bestandteil der Maschine bilden.

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

Diese Norm behandelt keine Gefährdungen die von Bearbeitungslasern ausgehen. Gefährdungen, die von Bearbeitungslasern ausgehen, werden in ISO 11553-1 behandelt.

Gefährdungen, die mit dem Herausschleudern von Werkstücken einhergehen, dürfen nicht unterschätzt werden. Dieser Norm beschreibt die gegenwärtig verwendeten und dem Stand der Technik entsprechenden Methoden für die Bestimmung der Materialstärke der trennenden Schutzeinrichtungen, so dass im Eintrittsfall der Großteil der herausgeschleuderten Werkstücke innerhalb der Einhausung verbleibt. Diese wurden seit vielen Jahren erfolgreich angewendet (vgl. Anhang A). Jedoch ist es aus physikalischen Gründen unmöglich zu garantieren, dass alle Arten von Werkstücken durch die trennenden Schutzeinrichtungen zurückgehalten werden (abhängig von deren Gewicht, Größe und Auswurfenergie etc.), so dass die Möglichkeit eines Durchbruches durch die trennenden Schutzeinrichtung nicht komplett ausgeschlossen werden kann.

Des Weiteren liegt es in der Natur der Maschinen der Bauart 1, dass diese ungeschützt gegen eine Gefährdung aufgrund herausschleudernder Teile sind, so dass eine größere Gefährdung bei dieser Maschinenart besteht. Wenn hierfür spezifisches Wissen bekannt ist, können zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, die das Risiko weiter mindern, jedoch bleiben diese Vorkehrungen außerhalb des Geltungsbereiches dieser Norm.

Diese 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*

EN 614-1+A1:2009, *Safety of machines — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles*

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, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals — Part 1 through Part 16*

ISO 9241, *Ergonomics of human-system interaction — Part 20 and following*

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 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/Cor 1:2009, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2012, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*

ISO 13850:2006¹⁾ *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*

1) Könnte durch die neuere Version ISO/CD 3858:2013-03 ersetzt werden.

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

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

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

ISO 14122-1:2001/Amd 1:2010, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*

ISO 14122-2:2001/Amd 1:2010, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3:2001/Amd 1:2010, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

ISO 14122-4:2004/Amd 1:2010, *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 16089, *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*

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 und Definitionen

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 die für die Formgebung von kaltem Metall und anderen nichtbrennbare Materialien, außer Holz und Stein, mittels eines rotierenden Schneidwerkzeuges, konstruiert wurde

3.1.2

Bohrwerk

Werkzeugmaschine deren Hauptschnittbewegung die Rotation des Schneidwerkzeuges gegen das nichtrotierende Werkstück ist und bei der die Schneidenergie durch die Schneidwerkzeugrotation eingebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: 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

Fertigungsoperation, die aus der Feinbearbeitung von Durchmessern zylindrischer, konischer, Grund- oder Durchgangslöchern auf Maß besteht

3.1.5

numerische Steuerung

NC

Computernumerische Steuerung

CNC

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Aus ISO 2806:1994, 2.1.1 übernommen.

3.1.6

manuelle Dateneingabe

MDI

manuelle Dateneingabe am Bedienpult der Maschine mit anschließender Ausführung der eingegebenen Befehle durch die NC

3.1.7

Jogging

JOG

Verfahren einer Achse oder eines Antriebs von Hand, entweder über Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tipptaster) oder Handrad

3.1.8

berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

BWS

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

Anmerkung 1 zum Begriff: EN 61496-1:2012, 3.5

3.1.9

aktive opto-elektronische Schutzeinrichtung

AOS

Einrichtung deren Sensorik durch sendende und empfangende opto-elektronische Bauteile eine Unterbrechung der optischen Strahlung detektiert und dadurch die Anwesenheit eines lichtundurchlässigen Gegenstandes im festgelegten Wirkungsbereich feststellt

Anmerkung 1 zum Begriff: IEC 61496-2 stellt detaillierte Festlegungen zur AOS zur Verfügung; für deren Anwendung siehe IEC 62046

3.1.10

druckempfindliche Schutzeinrichtung

PSPD

Mechanisch betätigte Baugruppe aus Geräten 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 1 zum Begriff: ISO 13856-1, -2 und -3 stellt detaillierte Festlegungen zur 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 1 zum Begriff: Die SOS-Funktion verhindert, dass der Motor einen vorgegebenen Toleranzwert in der Stopposition nicht überschreitet. Das elektrische Antriebssystem versorgt den Motor mit Energie um externen Kräften zu widerstehen, siehe IEC 61800-5-2.

3.1.13

sicherer Halt 1

SS1

mit SS1 ist das kontrollierte Abbremsen des Motors Teil der Sicherheitsfunktion; wenn der Motor stillsteht wird die STO-Funktion ausgelöst; diese Sicherheitsfunktion entspricht einem Stopp der Kategorie 1 (kontrollierter Halt) gemäß IEC 60204-1.

3.1.14

sicherer Halt 2

SS2

mit SS2 ist das kontrollierte Abbremsen des Motors Teil der Sicherheitsfunktion; wenn der Motor stillsteht wird die SOS-Funktion ausgelöst; im Gegensatz zum sicheren Halt 1 (SS1) befindet sich der stillstehende Motor im geregelten Betrieb; das heißt, dass die eingenommenen Motorposition durch die aktive Lageregelung präzise gehalten wird; diese Sicherheitsfunktion entspricht einem Stopp der Kategorie 2 (kontrollierter Halt) gemäß IEC 60204-1.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SS2 Funktion bremst den Motor ab, überwacht die Höhe der Verzögerung der Motorbremsung und leitet die SOS Funktion nach einer Verzögerungszeit ein, siehe auch IEC 61800-5-2.

3.1.15

Sicher abgeschaltetes Drehmoment

STO

Funktion, die eine Energieübertragung zum Motor verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die STO-Funktion verhindert eine Energieübertragung zum Motor, welche ein Drehmoment verursachen kann, siehe auch IEC 61800-5-2.

3.1.16

Richtungssteuerung

eine betätigte Befehlseinrichtung, um zwischen gegensätzlichen Bewegungsrichtungen zu wählen und diese aufrecht zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Richtungssteuerung kann eine Bildschirmtaste, Sensortaste, Drucktaster oder Drehknopf sein, z.B. um eine Tür zu öffnen/schließen oder einer Bewegung im/gegen den Uhrzeigersinn auszulösen.

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 zu den Bauarten von Fräsmaschinen

Bauart Nr.	Beschreibung der Bauart	Abschnitt der die Bauart definiert
Bauart 1	Manuell betriebene Bohrwerke und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung	3.2.1
Bauart 2	Manuell betriebene Bohrwerke und Fräsmaschinen mit limitierter numerischer Steuerung	3.2.2
Bauart 3	Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren	3.2.3
Bauart 4	Transfer- und Einzweck- bzw. Sondermaschinen	3.2.4

3.2.1

Bauart 1: Manuell betriebene Bohrwerke und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung

Maschinen, 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 Achsbewegungen

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

3.2.2

Bauart 2: Manuell betriebene Bohrwerke und Fräsmaschinen mit limitierter numerische Steuerung

Maschinen, die wie Maschinen der Bauart 1 betrieben werden können oder als Maschinen mit limitierter NC-Steuerung bei der die Betriebssteuerung über das NC Bedienfeld erfolgt

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

3.2.3

Bauart 3: Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren

Maschinen, bei der die Möglichkeit besteht programmierte Mehrachs-bewegungen durchzuführen

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

Anmerkung 2 zum Begriff: In derartigen Maschinen können Einrichtungen für eine manuelle Steuerung in unterschiedlichen Qualitäten integriert sein

3.2.4

Bauart 4: Transfer- und Einzweck- bzw. Sondermaschinen

Maschinen, die in erster Linie für das Fräsen von vorgegebenen Werkstücken oder Teilefamilien mittels einer vorher festgelegten Abfolge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern konstruiert wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Illustration siehe Bilder C.8 bis C.13 sowie D.7 und D.8

Anmerkung 2 zum Begriff: Es ist möglich, dass Maschinen der Bauart 4 auch andere Bearbeitungsverfahren beinhalten. Für diejenigen Verfahren sind die entsprechenden Normen zu berücksichtigen.

3.3 Teile von Maschinen

3.3.1

Station einer Transfermaschine

Begriff der sich auf feste Positionen innerhalb der Maschine bezieht wo sich Werkstücke während des Bearbeitungsabschnittes in der Maschine befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Stationen werden üblicherweise durch fortlaufende Nummerierung gekennzeichnet, z.B.:

- Station 1: Ladestation
- Station 2: Bearbeitungsstation
- Station 3: Messstation
- Station 4: Leerstation
- Station 5: Entladestation

Anmerkung 2 zum Begriff: 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 der Transfermaschine

Ein- oder Mehrachsenmodul, das die Werkzeuge trägt oder eine Einrichtung, die den Prozess am Werkstück durchführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Illustration siehe Bilder C.12 und C.13

3.3.3

Werkstückrüstbereich

Maschinenbereich, in dem das Werkstück be- und entladen wird und in dem zeitgleich kein Bearbeitungsprozess stattfindet

3.3.4

Werkstückzuführeinrichtung

Einrichtung der Maschine mit deren Hilfe ein vorher geladenes Werkstück im Austausch gegen ein fertig bearbeitetes Werkstück der Maschine zugeführt wird (z.B. ein Paletten-Wechsler)

3.3.5

Werkstückbe- und -entladeeinrichtung

Einrichtung, die der Maschine Werkstücke zuführt oder entnimmt

3.3.6

Werkzeugbereich

Bereich der Maschine, wo Werkzeuge geladen und entladen werden

3.3.7

Arbeitsbereich

Bereich der Maschine, wo der Zerspanungsprozess stattfindet

3.3.8

begehbbarer Arbeitsbereich

der Arbeitsbereich einer Maschine wird als begehbar angesehen, wenn eine stationäre Standposition innerhalb des Arbeitsbereichs für den bestimmungsgemäßen Betrieb 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

Antriebssystem für ein rotierendes Schneidwerkzeug (Werkzeugspindel)

3.3.11

Werkstückspindel

Antriebssystem für ein rotierendes Werkstück

3.3.12

Gegenspindel

Spindel die das Werkstück an eine andere Spindel übergibt, während beide Spindeln gleichschnell rotieren

3.3.13

Vorschubachse

Achse, die ein Schneidwerkzeug oder Werkstück bewegt

Anmerkung 1 zum Begriff: „Vorschubachse“ kann durch einen oder mehrere Vorschubantriebe bewegt werden.

3.3.14

Element

Gegenstände, die im Falle eines Herausschleuderns, wie durch die Berechnung im Anhang A aufgezeigt, von der Einhausung der Maschine zurückgehalten werden, wie z.B. Späne, Werkzeugsplitter und ähnliche Werkstücke

3.4 Sichere Betriebsarten

3.4.1

Sichere Betriebsart

MSO

Betriebsart die eine bestimmte Anzahl von Maschinenfunktionen mit vorgegebenen Sicherheitsmaßnahmen bereitstellt. Die sichere Betriebsart selbst ist keine Funktion. Die Funktionen, die unter dem Begriff sichere Betriebsart zusammengefasst sind, können nur verwendet werden, wenn eine bestimmte sichere Betriebsart aktiviert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Spezifikationen zu den Sicherheitseinrichtungen und den Schutzmaßnahmen die zu den verschiedenen sicheren Betriebsarten gehören, sind in Kapitel 5 definiert

3.4.2

Einrichtung zur Anwahl von sicheren Betriebsarten

Einrichtung zur manuellen Anwahl der sicheren Betriebsart der Maschine, zu der nur ein eingeschränkter Personenkreis Zugang hat

3.4.2.1

Zugangseinrichtung

Einrichtung, die den Zugang auf einen eingeschränkten Personenkreis beschränkt und versehentliche oder missbräuchliche Betätigung des Auswahlsystems verhindert

3.4.2.2

Anwahleinrichtung für die sichere Betriebsart

Einrichtung die es ermöglicht die sicher Betriebsart einer Maschine zu ändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anwahleinrichtung kann in die Zugangseinrichtung z.B. Schlüsselschalter (Anwahlschalter für sichere Betriebsart) integriert werden.

3.4.2.3

Aktivierungseinrichtung

Sicherheitsbezogenes Teil der Steuerung (SRP/CS), welches die begrenzte Anzahl der Funktionen aktiviert, die für die ausgewählte sichere Betriebsart zur Verfügung stehen

3.4.3

Sichere Betriebsart 0

MSO 0

Betreiben der Maschine durch den Bediener im nicht-automatischen Betrieb der Maschinenachsen, bei welchem der Bediener die Kontrolle über den Bearbeitungsprozess, ohne die Verwendung von vorprogrammierten Abläufen, hat

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Achsbewegung kann durch Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, durch Richtungssteuerung, durch elektronische Handräder oder durch Joysticks erfolgen.

3.4.4

Sichere Betriebsart 1

MSO 1

automatischer, programmierter, sequentieller Betrieb der Maschine, mit der Einrichtung zum manuellen oder automatischen Beladen / Entladen von Werkstücken und Werkzeugen, bis das Programm oder der Bediener die Maschine stoppt

Anmerkung 1 zum Begriff: MSO 1 kann auch als automatischer Betrieb bezeichnet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Automatische Betrieb kann Betriebsunterbrechungen zum Wechsel von Werkzeugen und Werkstücken beinhalten.

3.4.5

Sichere Betriebsart 2

MSO 2

sichere Betriebsart bei der Einstellungen für den nachfolgenden Bearbeitungsprozess durch den Bediener (Einrichter) vorgenommen werden

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

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

3.4.6

Sichere Betriebsart 3

MSO 3

Eingeschränkter automatischer Betrieb (feste Abfolge separater aufeinanderfolgender Schritte) der durch den Bediener gestartet wird

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

3.4.7

Sichere Betriebsart SE

MSO SE

sichere Betriebsart für Service- und Instandhaltungsarbeiten, wie Laser-Kalibrierung der Achsen, Kugeltastprüfung und Spindelfehleranalyse

Anmerkung 1 zum Begriff: In MSO SE ist die Bearbeitung von Werkstücken nicht zugelassen (siehe 5.2.4.7).

3.5 Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Achsvorschübe

3.5.1

Maximale Spindeldrehzahl

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

3.5.2

Maximale Arbeitsgeschwindigkeit

Maximal zulässige Arbeitsgeschwindigkeit für das(die) Werkzeug(e) und/oder Werkstück(e)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die maximal zulässige Arbeitsgeschwindigkeit hängt von den konstruktionsbedingten Einschränkungen ab, die von dem(den) Hersteller(n) der Spindel und den Werkzeugen oder der Spannvorrichtung angegeben werden sowie von der Größe, dem Gewicht, dem Rundlauf/Unwucht des bestimmten Werkzeugs und Werkstücks.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Gründe von Unwucht siehe ISO 1940-1 und ISO 15641.

3.5.3

Reduzierte Spindeldrehzahl

Maximal zulässige Rotationsgeschwindigkeit (Geschwindigkeitsbegrenzung) der Spindel die durch den Maschinenhersteller aus Sicherheitsgründen durch die Steuerung begrenzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spindeldrehzahl ist in diesen Betriebsarten aus Sicherheitsgründen reduziert [siehe 5.2.4.5.2 a) und b)].

3.5.4

Maximale Vorschubgeschwindigkeit

Maximal zulässiger Achsvorschub die vom Maschinenhersteller spezifiziert und als Maschinenparameter festgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der maximal zulässige Achsenvorschub hängt von den konstruktionsbedingten Beschränkungen ab, die von dem(den) Hersteller(n) spezifiziert werden.

3.5.5

Reduzierte Vorschubgeschwindigkeit

Maximal zulässiger Vorschub ist aus Sicherheitsgründen durch die Steuerung begrenzt

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

3.5.6

Sicher begrenzte Geschwindigkeit

SLS

Funktion die den Motor daran hindert die spezifizierte Geschwindigkeitsbegrenzung zu überschreiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SLS Funktion verhindert das der Motor die spezifizierte Geschwindigkeitsbegrenzung überschreitet, siehe auch Sicherheitsfunktionen in Anhang J, Tabelle J.2, Kapitel 2.3.

3.5.7

Minimalmengenschmierung

MMS

Prozess bei dem minimale Mengen eines Kühl-/Schmierstoffs an der Werkzeugschneide aufgebracht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Menge die benötigt wird hängt von Bearbeitungsprozess ab.

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

4.1 Allgemeines

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

Die Maschine muss die Sicherheitsanforderungen und/oder die Schutzmaßnahmen/Risikominderungsmaßnahmen die in diesem Abschnitt aufgeführt sind erfüllen. Zusätzlich muss die Maschine nach den Grundsätzen der EN ISO 12100, für relevante aber nicht signifikante Gefährdungen, welche nicht in diesem Dokument behandelt werden, ausgelegt werden.

4.2 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) Handhabungsgeräte für die Werkstückbe-/entladung;
- 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.

4.3 Von dieser Norm abgedeckte signifikante Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Die von dieser Norm abgedeckten signifikanten Gefährdungen sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2 — Liste der signifikanten Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
1	B.1&4^a Mechanische Gefährdungen			
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. Manuelle Tätigkeiten im Bereich von Wechseleinrichtungen, z.B. Werkzeugwechsler / Werkstückwechsler / Palettenwechsler	Gefährdung durch Quetschen, Scheren oder durch Einziehen oder Einfangen	5.1 5.2
		Zustellbewegung des Werkzeuges an das Werkstück	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, wegfliegende Teile	5.1
		Manuelle Tätigkeiten in der Nähe des Werkstücks oder der Maschinenspindel	Gefährdung durch Erfassen	5.2
		Spannen von Werkzeugen und Werkstücken	Gefährdung durch 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. Tätigkeiten am Werkzeugwechsler / Werkstückwechsler / Palettenwechsler Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen	Gefährdung durch Stoß, Einziehen oder Einfangen, Quetschen oder Scheren	5.1 5.2
1.3	Rotierende Teile	Unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder rotierendem Werkstück oder Werkzeugreinigungsgerät	Gefährdung durch Einziehen oder Einfangen Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2
1.4	Spitze-/schneidende Teile scharfe Kanten	Unbeabsichtigter Kontakt mit scharfen Kanten von Maschinenteilen, des Werkstücks oder Werkzeuges	Gefährdung durch Ein- oder Durchstich Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser 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 - herabfallendes Werkstück; - Bruch des Werkzeuges; - herausgeschleuderte zerbrochene Maschinenteile an oder in der Nähe der Maschine.	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Ein- oder Durchstich	5.1 5.2 5.11 5.13 Anhang A, B und E, sowie Anmerkung unter Tabelle 2
1.6	Schwerkraft	Herabfallende bewegliche Maschinenelemente während des Einrichtens, z.B. beim Werkzeugwechsel oder beim Werkstückwechsel und gewichts-belastete vertikale Achsen Bruch während der Bearbeitung Fallen lassen oder Fallen von Maschinenelementen während dem Transport oder dem Einrichten, z.B. bei Aktivitäten in der Nähe schwerkraftbelasteter Achsen Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren, Gefährdung durch Stoß	5.2.5.5 5.2.5.6 Anhang G, G 3.1.1
1.7	Höhe in Bezug auf den Boden	Absturz von hoch gelegenen Arbeitsplätzen	Gefährdung durch Stoß, Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	5.16
1.8	Hochdruck	An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine. Inbetriebsetzung und Arbeiten an Kühlmittelanlagen	Eindringen von unter Druck stehenden Medien in die Haut / Augen	5.8.1 b) 5.8.1 c)
1.9	Standfestigkeit	Umfallen oder Kippen einer nicht befestigten Maschine oder von Maschinenteilen -während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren	5.14

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
1.10	Raue, rutschige Oberfläche	<p>Tätigkeiten am Boden- und Stufenbereich an und um die Maschine herum, sowie Arbeiten in der Höhe aufgrund von:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herausspritzen oder Auslaufen von Kühlschmierstoff, Schmiermitteln und Hydraulikflüssigkeit; - Rückständen, die in heraus-spritzenden Flüssigkeiten enthalten sind; - Unzureichenden Geländern oder anderen zurückhaltenden Einrichtungen, speziell an Stellen, von denen die Gefährdung des Herabstürzens besteht. 	Gefährdung durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	<p>5.14</p> <p>5.15</p> <p>5.16</p>

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
2	B.1^a Elektrische Gefährdungen			
2.1	Spannungsführende Teile	Berührung von Teilen, die unter Spannung stehen	Gefährdung durch elektrischen Schlag	5.3
2.2	Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind	Berührung von Teilen, die fehlerbedingt unter Spannung stehen	Gefährdung durch elektrischen Schlag	5.3
3	B.1^a Thermische Gefährdungen			
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	Gefährdung durch Verbrennung Gefährdung durch Kälteschäden	5.6
3.2	Explosion		Gefährdung durch Verbrennung, Sturz, Stoß	??
3.3	Entflammen		Gefährdung durch Verbrennung	??
4	B.1^a Geräuschgefährdungen			
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 Alle weiteren (z.B. mechanischen, elektrischen) Probleme als Folge einer Störung der Sprachkommunikation oder einer Störung akustischer Signale.	5.4
5	B.1^a Schwingungsgefährdungen			
5.1	Schwingende Teile	Schwingungsübertragung vom Fräsprozess auf den Bediener	Unbehagen Neurologische Erkrankung	5.7
6	B.1^a Strahlungsgefährdungen			
6.1	Nieder- und hochfrequente elektromagnetische Strahlung	An elektrischen Geräten, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung	Gefährdung durch Verbrennung	5.5
6.2	optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laserstrahlen	An Messmitteln und Lasern, insbesondere während des Einrichtens oder der Instandsetzung	Augen- und Hautverletzungen	5.5

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
7	B.1^a Material-/Substanzgefährdungen			
7.1	biologische oder mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz	Kontakt mit verunreinigtem Kühlschmierstoff während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Infektion	5.6
7.2	Flüssigkeit	Hautkontakt mit Kühlschmierstoff -während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Hautschädigung	5.6
7.3	Nebel und Dampf	Einatmen und Aufnahme von Substanzen, die während der Bearbeitung verwendet oder erzeugt werden, z.B. durch Kühlschmierstoffe während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Atembeschwerden Vergiftung	5.6
7.4	Entflammbares Material	Tätigkeiten mit: - brennbarem Material, z.B. Aluminium-, Titan-, oder Magnesiumspäne, und/oder - brennbarem Kühlschmierstoff, z.B. ölhaltigem KSS	Gefährdung durch Feuer und Explosion, Verbrennungen	5.6 Anhang F
8	B.1^a Ergonomische Gefährdungen			
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 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 Urteilungsfähigkeit und Genauigkeit manueller Tätigkeit Ermüdung, Menschliches Fehlverhalten	5.7

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
8.7	Menschliches Fehlverhalten / menschliches Verhalten	Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine Fälschliche Handhabung des Arbeitsmaterials und des Fräswerkzeuges unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes und / oder Organisation des Bearbeitungsprozesses unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand / Arm oder Fuß / Bein fehlerhafte Montage	Alle oben aufgeführten Gefährdungen	5.12

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche an Fräsmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Norm
	B.1^a Gefährdungen in Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine			
9.1	Elektromagnetische Interferenz	Unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Geschwindigkeits-änderungen, unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf)	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, Fangen, Erfassen	5.8.5
10	B1^a Kombination von Gefährdungen			
10.1	Ausfall der Energieversorgung	Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder Werkzeug Nichtausführen des Stillsetzens von bewegten Teilen	Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren,	5.8 5.10
10.2	Wiederherstellung der Energiezufuhr nach einer Unterbrechung	unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit) unbeabsichtigter unerwarteter Anlauf	Gefährdung durch Stoß, Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden,	5.8
10.3	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	Herunterfallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder einem Werkzeug, Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen, unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit), unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf, andere gefährliche Ereignisse wegen Versagens oder mangelhafter Gestaltung des Steuerungssystems	Gefährdung durch Erfassen Gefährdung durch Einziehen oder Fangen Gefährdung durch Einstich oder Durchstich Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.11
^a Tabelle 2 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

Maschinen die nach dieser Norm gefertigt sind, müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Für weitere Gefährdungen die in dieser Norm nicht berücksichtigt sind, gelten die Grundsätze der ISO 12100, welche die Maschine dann erfüllen muss.

Für Richtlinien im Zusammenhang mit der Risikominderung durch konstruktive Maßnahmen, wird auf ISO 12100:2010, 6 und für Schutzmaßnahmen auf ISO 12100:2010, 6.3 verwiesen.

Eine Schadensanalyse der Maschinenkomponenten, einschließlich dem Ausfall der Steuerung(en), ist Teil der Vorgehensweise bei der Risikobewertung zu diesem Thema und ist in ISO 13849-2:2012 angegeben. Deshalb sind die allgemein verwendeten Sicherheitsfunktionen und die zugehörigen geforderten

Performance Level (PLr), inklusive aller dazugehörigen Kategorien gemäß ISO 13849-1:2012, im Anhang J, Tabellen J.2 bis J.21 aufgelistet. Typische Anforderungsraten sind im Anhang I, Tabelle I.1 spezifiziert.

Jeder Maschinentyp muss in Übereinstimmung mit den spezifischen Anforderungen und / oder Schutzmaßnahmen konstruiert sein, wie sie in diesem Abschnitt aufgelistet sind. Alle Anforderungen und / oder Schutzmaßnahmen die in diesem Abschnitt beschrieben sind, treffen auf alle Bauarten von Maschinen (siehe Tabelle 1) zu, es sei denn es wird ausdrücklich darauf Bezug genommen.

5.1.1 Anforderungen für trennende Schutzeinrichtungen für alle Bauarten von Maschinen

5.1.1.1 Allgemeines

Trennende Schutzeinrichtungen müssen der ISO 14120:2002 entsprechen. Befestigungsvorrichtungen feststehender trennender Schutzeinrichtungen müssen mit den trennenden Schutzeinrichtungen oder mit der Maschine verbunden bleiben, wenn die trennenden Schutzeinrichtungen entsprechend ihrer bestimmungsmäßigen Verwendung der Maschine für die routinemäßige Reinigung, Einrichten und Wartungstätigkeiten durch den Bediener der Maschine entfernt werden müssen.

5.1.1.2 Position und Sicherheit

Die Anforderungen sind die Folgenden:

- a) Bezüglich der Höhe und der Lage, müssen am Boden befestigte trennende Schutzeinrichtungen (z.B. bei Umzäunungen) sicher verankert sein und eine Mindesthöhe von 1 400 mm besitzen und einen Abstand zum Gefahrenbereich gemäß den Vorgaben der ISO 13857:2008, Tabelle 2 erfüllen. Öffnungen zwischen Boden und Unterkante der trennenden Schutzeinrichtung darf nicht größer als 200 mm sein (vgl. ISO 11161:2007+Amd1:2010, 8.5.2).
- 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 bei normalem Maschinenbetrieb erforderlich ist, müssen bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen werden.
- c) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen:
 - 1) Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit oder ohne Zuhaltung müssen nach ISO 14119:2013 verriegelt sein, um den Zugang zu gefährlichen Bereichen, in denen gefährliche Maschinenbewegungen stattfinden, zu verhindern. Die Auswahl von Verriegelungseinrichtungen muss entsprechend ISO 14119:2013, 6 erfolgen.
 - 2) Eine erkannte Störung der Verriegelungseinrichtung, d.h. in der Funktion oder der Anordnung, muss zu einem Stillsetzen der Maschine gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2 je nach verwendeter Technik, führen. Für Steuerungen mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllt SOS nach IEC 61800-5-2 die oben genannten Anforderungen (SS2-Stopp). Diese Vorgehensweise kann nicht für alle Fälle angewendet werden, insbesondere dann, wenn der Halt ebenfalls durch Versagen (z.B. Energieausfall) betroffen ist.
- d) Kraftbetätigte bewegliche trennende Schutzeinrichtung für Bedienerzugang. Hier gelten die Anforderungen des Kapitels 5.2.3.1.

Ein Start der Maschinenbewegung darf nicht möglich sein, bevor die trennende Schutzvorrichtung vollständig geschlossen ist. Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung kann als Startkommando für die Maschine genutzt werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung den Anforderungen der ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 entspricht.

Schwerkraftbeladene kraftbetätigte trennende Schutzeinrichtungen dürfen im Falle eines Stromausfalls keine gefahrbringende Situation herbeiführen.

1) Automatische kraftbetätigte trennende Schutzeinrichtungen

i) Ohne Zugang zum Arbeitsbereich

Druckempfindliche Leisten an den Kanten oder reduzierte Kräfte müssen gegeben sein. Diese müssen gemäß ISO 12100:2010, 6.3.3.2.6 und ISO 14120:2002, 5.2.5.2 ausgelegt sein und eine nichttrennende Schutzeinrichtung vorsehen, um eine Gefährdung durch Scheren an der Frontseite zu verhindern. Die Kanten müssen abgerundet sein und einen Mindestradius von 2 mm an jeder Kante besitzen und einen Gesamtwert von mindestens 6 mm (EN 12453:2000, 5.1.1.5.3) aufweisen.

- Bei Verwendung druckempfindlicher Leisten, müssen diese entlang der gesamten Länge an der Vorderseite bis zu einer Maximalhöhe von 2 700 mm über dem Boden oder der Plattform (ISO 13857:2008, 4.2.1.3) angebracht sein. Die druckempfindliche Leiste muss der ISO 13856-2 entsprechen. Während des Öffnungsvorgangs dürfen keine Gefährdungen durch Scheren oder Quetschen entstehen.
- Bei Anwendung reduzierte Kräfte, darf die aufzubringende Kraft, welche die Schließbewegung der trennenden Schutzeinrichtung verhindert, nicht größer sein als 75 N und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung darf nicht größer als 4 J sein. Wenn die trennende Schutzeinrichtung mit einer nichttrennenden Schutzeinrichtung ausgestattet ist, welche eine automatische Wiederöffnung der trennenden Schutzeinrichtung bei Initiierung bewirkt, könnte dies ein Maximum von 150 N und die kinetische Energie ein Maximum von 10 J sein.

Beschränkung der Energie und der Kräfte gemäß ISO 14120:2002 EN 12445 und die Länge der Zeitspanne gemäß EN 12453.

ii) Mit Zugang zum Arbeitsbereich

Zusätzlich zu 1) i) muss ein Erfassungssystem für Personen vorhanden sein, um eine Gefährdung durch Fangen (Einschluss) im Arbeitsbereich [siehe Kapitel 5.2.3.2 d) 3)] zu verhindern.

Oder

2) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen durch Zweihandsteuerung

Feststehende Bedienerposition im Falle von Bewegung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung durch das Anbringen des Bedienpultes in ausreichender Entfernung zum Gefährdungsbereich (ISO 13855:2010, 9 mindestens 100 mm) mit zwei Drucktasten B1 (erste Hand) und B2 (zweite Hand) einer Zweihandsteuerung (gemäß ISO 13851).

Oder

3) Manuelle Bedienung der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung durch Zustimmungseinrichtung (ISO 12100) und Richtungssteuerung

Bediener muss keinen Mindestabstand zum Gefährdungsbereich einhalten.

Zustimmungseinrichtung und Richtungssteuerung sind auf einem Bedienpult oder auf einem tragbaren Handbedienpult zu montieren, um dem Bediener volle Übersicht auf den Gefährdungsbereich zu ermöglichen.

Besteht nur die Gefährdung durch Stoß (Spalt > 300 mm), sind Verfahrensgeschwindigkeiten bis zu 25 m/min zulässig.

Wenn der Spalt zwischen beweglicher kraftbetriebener trennenden Schutzeinrichtung und feststehender trennender Schutzeinrichtung größer als 300 mm ist und eine Gefährdung durch Quetschen und Scheren besteht, ist eine maximale Verfahrgeschwindigkeit von nur 5 m/min zulässig.

Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung (erste Hand) oder der Richtungssteuerung (zweite Hand) muss der Antrieb schnellstmöglich bis zum Stillstand abgebremst werden (IEC 60204-1:2009, 9.2.2).

- 4) Bei Verwendung von Einhandsteuerungen muss sich die Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung in einer sicheren feststehenden Position befinden.

ANMERKUNG Sicherheitsfunktionen sind im Anhang J, Tabelle J.13 zu finden.

5.2 Spezifische Anforderungen aufgrund mechanischen Gefährdungen

5.2.1 Maschinen der Bauart 1

5.2.1.1 Primäre Schutzeinrichtungen

Die nachfolgenden Anforderungen zur Absicherung müssen erfüllt sein:

- a) Um den Zugang zu den Schneidwerkzeugen zu blockieren und die Gefährdung durch herausgeschleudernde Teile (Bild in Anhang D.1) zu minimieren, müssen einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Schneidwerkzeuge, einstellbare trennende Schutzeinrichtungen oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorhanden sein. Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120:2002 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119 entsprechen.
- b) Elektrische Schnittstelle um eine verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung mit der Steuerung zu verbinden.
- c) Im Hinblick auf Handräder, müssen die Gefährdungen durch Fangen, Einziehen und Stoß, die von kraftbetriebener Drehung von Handrädern ausgeht, z.B. durch automatisches entkoppeln oder durch die Verwendung ebener massiver (keine Speichen) Handräder entweder ohne Knauf oder mit zur Sicherung gefedertem Knauf, verhindert werden.
- 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., trägt (siehe Anleitung in 6.3.1 q) und – soweit möglich – zusätzliche Sicherheitseinrichtungen entsprechend dem gegenwärtigen Bearbeitungsprozess, benützt.
- e) Die kontinuierlich angetriebene Achsen-Vorschubgeschwindigkeit darf 2 m/min nicht überschreiten und/oder Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung für den Eilvorschub darf 5 m/min nicht überschreiten.

ANMERKUNG Gefährdungen durch Quetschen, Scheren und Stoß werden üblicherweise für handgesteuerte Fräsmaschinen mit kleinem Vorschub nach Tabelle 3 nicht als signifikant angesehen.

Wenn die Vorschubgeschwindigkeit bei Maschinen der Bauart 1 2 m/min überschreiten und/oder bei Verwendung von Steuereinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung die Achsgeschwindigkeit im Eilvorschub 5 m/min überschreitet, gelten für Maschinen der Bauart 1 die gleichen Anforderungen wie für die Maschinen der Bauart 2 (siehe 5.2.2).

5.2.2 Maschinen der Bauart 2

5.2.2.1 Primäre Schutzeinrichtungen

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

- a) Der Arbeitsbereich muss mit feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen abgesichert sein (siehe Bild D.2). Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120:2002 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119 entsprechen. Wenn durch das Öffnen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung Zugang zu den Gefährdungen während des Abbremsens (d.h. Run-down) gegeben ist, muss diese mit einer Verriegelung (ISO 14119) ausgestattet sein. Siehe ISO 13855:2010, 9.
- b) Maschinenbewegungen dürfen nur möglich sein, wenn die verriegelte(n) bewegliche(n) trennende(n) Schutzeinrichtung(en) geschlossen sind. Verriegelungseinrichtungen müssen ISO 14119 entsprechen. Das Öffnen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung muss zum Stillsetzen der gefährdenden Bewegungen führen und diese blockieren. Der Halt muss in Kategorie 0 oder in Kategorie 1 gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.5.3 erfolgen. Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik, SOS, SS2, SS1 und STO gemäß IEC 61800-5-2 erfüllen die oben genannten Anforderungen.
- c) Wenn kraftbetriebene Maschinenbewegungen bei geöffneter beweglicher trennender Schutzeinrichtung erforderlich sind (z.B. beim Einrichten), sind derartige Bewegungen nur unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - 1) Die Vorschubgeschwindigkeit der Achsen muss auf 2 m/min begrenzt sein und die Ingangsetzung und Inganghaltung des Vorschubes muss mit einer Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung erfolgen (ISO 12100:2010, 3.28.3).

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) Die Ingangsetzung und Inganghaltung der Spindeldrehung muss auf einem der folgenden Wege erfolgen:
 - Durch Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung;
 - Durch Spindelstarteinrichtung mit Zustimmungseinrichtung. Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI) erfolgt und mit dem Startbefehl abgeschlossen wird, darf die Achs- und Spindelbewegung nur eingeleitet und beibehalten werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss ein Halt der Kategorie 0 oder der Kategorie 1 gemäß ISO 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik, eingeleitet werden. Steuerungen mit integrierter Sicherheitstechnik, SOS, SS1, SS2 und STO gemäß IEC 61800-5-2, erfüllen diese Anforderungen.
- d) Die Drehzahl der Spindel muss durch deren Fähigkeit zum Anhalten der Umdrehung begrenzt werden, während die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet sind und die Schutzausrüstung wirksam ist. Die Spindel – ohne Werkzeug – muss nach Auslösung des Haltebefehls innerhalb von zwei Umdrehungen zum Stillstand kommen. Bei Stromausfall oder Fehlern in der Steuerung oder den Leistungsteilen ist ein Austrudeln der Spindel zulässig.
- e) Feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen dann vorhanden sein, um den Zugang zu beweglichen Maschinenelementen zu verhindern, wenn deren Lineargeschwindigkeiten mehr als 15 m/min betragen und nur eine Gefährdung durch Stoß besteht. Wenn Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder Fangen bestehen, darf die Lineargeschwindigkeit nur 2 m/min betragen. Für weitere Informationen zu Sicherheitsabständen, 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, um die in Tabelle 2 aufgelisteten Risiken (Erfassen, Quetschen, Scheren, usw.) zu reduzieren, indem sie den Zugang zu den gefahrbringenden Teilen/Bereich (siehe 4) der Maschinen verhindern. Allgemeine Richtlinien für die Auswahl von Schutzeinrichtungen für Bereiche an denen Gefährdungen durch sich bewegende Maschinenteile nicht durch die Konstruktion verhindert werden können, sind in Kapitel 5.1.1 sowie in der ISO 12100-2010, Tabelle 1, angegeben. Merkmale trennender Schutzeinrichtungen zur Minimierung von Gefährdungen durch das Herausschleudern siehe 5.13.

Der Arbeitsbereich muss, wenn dies praktisch umsetzbar ist, während der Bearbeitungsvorgänge von feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen umschlossen sein. Wenn eine Umhausung nicht praktische durchführbar ist (z.B. aufgrund der Größe des Werkstückes, aus geometrischen Gründen oder aus Gründen spezieller Merkmale der Maschine oder ihrer Anwendung), müssen Bediener und andere gefährdete Personen durch 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, (BWS);
- IEC 61496-2, (AOS);
- ISO 13856-1, (PSPD).

ANMERKUNG Siehe Definitionen von BWS (3.1.8), AOS (3.1.9) und PSPD (3.1.10).

5.2.3.2 Eigenschaften trennender Schutzeinrichtungen

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

- a) Befestigung: wenn praktisch umsetzbar, müssen die technischen Schutzmaßnahmen für den Arbeitsbereich an der Maschinenstruktur befestigt sein (siehe ISO 14120:2002, 3.2.1) (siehe auch die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften trennender Schutzeinrichtungen und die Bilder D.3 bis D.8).
- b) Überwachung: wenn die routinemäßige Überwachung des Maschinenbetriebes erforderlich ist, müssen Maßnahmen (z.B. Fenster) vorhanden sein, die dies ohne die Notwendigkeit zum Öffnen, Entfernen oder Außerkraftsetzen einer trennenden Schutzeinrichtung oder anderer nicht trennender Schutzeinrichtung(en) des Arbeitsbereiches ermöglichen (siehe auch Tabelle 2, Abschnitt 8.6 Sichtbarkeit und örtliche Beleuchtung).
- c) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen:
 - 1) Alle trennenden Schutzeinrichtungen durch die ein Zugang zu gefährdenden 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 nicht trennenden Schutzeinrichtung in jeder Betriebsart muss die Sicherheitsanforderungen der gewählten sicheren Betriebsart einleiten (siehe ISO 14118:2000). Wenn das Öffnen einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung den/die Bediener durch:
 - Quetschen,
 - Scheren,
 - Schneiden oder Abschneiden,

- Erfassen,
- Einziehen oder Fangen,
- Stoßen,
- Durch- oder Einstich

gefährdet, muss eine Zuhaltung vorhanden sein (ISO 14119).

Ist bei Stromausfall 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 Zuhaltungseinrichtung nicht ausgeschlossen werden kann, müssen

- Einrichtungen (z.B. Schwer- oder Federkraft betriebene Einrichtungen) vorhanden sein, die ein unbeabsichtigtes Schließen der trennenden Schutzeinrichtungen verhindert und/oder
- Maßnahmen getroffen werden, mit denen sich die eingeschlossene Person ohne Hilfe von außen selbst befreien kann (ISO 14119:2013, 7) und/oder
- Notruf-Einrichtungen in erreichbarer Nähe vorhanden sein, um Hilfe herbeizurufen.

2) Es müssen Maßnahmen getroffen werden, welche die Möglichkeit einer Umgehung der Verriegelungseinrichtung(en) minimieren (siehe ISO 14119:2013, 7).

3) Wenn ein oder ein Aufenthalt innerhalb der/des Gefährdungsbereich(e)s möglich ist, ohne für den Bediener sichtbar zu sein, müssen Maßnahmen vorgesehen werden, die einen Neustart der Maschine verhindern. Dies können die folgenden Maßnahmen sein:

- Nichttrennende Schutzeinrichtung durch Anwesenheitsmeldung oder
- Verhinderung der Türschließung durch technische Maßnahmen, z.B. Schlüssel, oder
- doppelte Quittierung (innerhalb und außerhalb der nichttrennenden Schutzeinrichtung) oder
- Quittierung von einer Stelle, von welcher der Gefährdungsbereich eingesehen werden kann (direkte Ansteuerung der Zuhaltungseinrichtung)
- Nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen vorhanden sein, die ein unbeabsichtigtes Verschließen der trennenden Schutzeinrichtungen und das Einschließen von Personen verhindert oder es müssen Einrichtungen (z.B. durch Schwerkraft- oder Federmechanismus) vorgesehen werden, die ein Verschließen der trennenden Schutzeinrichtungen verhindern.

4) Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit einer Startfunktion (Steuerungsfunktion) dürfen nur eingesetzt werden, wenn diese alle Anforderungen der ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5 erfüllen.

d) Mehrere Arbeitsbereich: wenn an einer einzelnen Maschine der Bauart 3 mehr als ein Arbeitsbereich zur Verfügung stehen, müssen Schutzeinrichtungen (z.B. feststehende oder bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen oder nichttrennende Schutzeinrichtungen) vorhanden sein, die den/die Bediener vor den Gefährdungen des angrenzenden aktiven Arbeitsbereich schützen (z.B. beim Be-/Entladen von Werkstücken in einem nicht aktiven Arbeitsbereich, beim Reinigen). Eine unzulässige Maschinenbewegung in einen angrenzenden, nicht-aktiven Arbeitsbereich hinein, muss durch eine Begrenzungseinrichtung (z.B. mechanische Anschläge, Endschalter, Lichtschranken, AOS) verhindert werden.

e) Alternativen zur Umhausung:

- 1) Der Zugang zum Arbeitsbereich durch den Bediener von dessen normaler (fester) Bedienposition aus, muss durch eine örtliche Schutzeinrichtung verhindert sein (typischerweise in Form einer Kabine - siehe Bild D.6). Der Zugang zur Kabine darf nicht den Eintritt in die umzäunte oder durch anderen nicht trennenden Schutzeinrichtungen abgesicherten Gefährdungsbereich erfordern. Wenn dies aufgrund der Maschinenkonstruktion oder anderer betrieblicher Umstände nicht möglich ist, darf durch den Zugang zur Bedienposition keine Annäherung zu Gefährdungssituationen entstehen.
- 2) Wenn für den Bediener der Maschine von der geschützten (festen) Bedienposition (Kabine) der Zugang zum Arbeitsbereich erforderlich ist, z.B. für das Einrichten, muss die Kabine so gestaltet sein, dass der Zugang durch eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung von innerhalb der Kabine aus erfolgt. Alternativ muss die Bewegung des mobilen Bedienpultes von der Kabinenposition aus den gleichen Effekt haben wie die verriegelte trennende Schutzeinrichtung oben. Der Betrieb der Maschine in der sicheren Betriebsart 1 (Automatikbetrieb) darf nur möglich sein wenn das mobile Bedienpult (siehe oben) sich wieder innerhalb der Kabine befindet. Jede andere kraftbetriebene Bewegung von Maschinenelementen darf nur durch die Wahl einer geeigneten sicheren Betriebsart möglich sein (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 seiner üblichen Bedienerposition befinden. Zur Umzäunung siehe ISO 11161:2007, 8.5.2.
- 4) Wo es vorhersehbar ist, dass die Maschine, für einige oder alle Bearbeitungszyklen, unbeaufsichtigt betrieben wird, müssen andere Maßnahme (z.B. Tastaturgesteuerte Verriegelung) für die Zugangskontrolle ergriffen werden, um einen unzulässigen Zugang zu verhindern. Es muss ein Konzept ausgearbeitet werden, wie der Bedienplatz (z.B. Kabine) während des Maschinenbetriebs zu verlassen bzw. zu diesem zurückzukehren ist, von einem ungefährlichen Bereich außerhalb der trennenden Schutzeinrichtung / Umzäunung (siehe Anhang H).

5.2.4 Sichere Betriebsarten des Maschinenbetriebs

5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

Tabelle 3 gibt einen Überblick der vorgeschriebenen, optionalen oder unzulässigen sicheren Betriebsarten für Fräsmaschinen.

Tabelle 3 — Überblick zu den Bauarten von Maschinen und den sicheren Betriebsarten

Sichere Betriebsarten (MSO)	Bauart 1 Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung	Bauart 2 Handgesteuerte Bohr- und Fräsmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten	Bauart 3 Numerisch gesteuerte Fräsmaschinen, Fräs- und Bearbeitungszentren	Bauart 4 Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen
MSO 0 Manueller Betrieb	obligatorisch	obligatorisch	nicht erlaubt	nicht erlaubt
MSO 1 Automatikbetrieb	nicht erlaubt	obligatorisch eingeschränkte ^b Betriebsart 1	obligatorisch	obligatorisch
MSO 2 Einrichtbetrieb^a	nicht erlaubt	optional	obligatorisch	obligatorisch
MSO 3 Optionalen Betrieb für manuelle Eingriffe unter eingeschränkten Betriebsbedingungen^a	nicht erlaubt	nicht erlaubt	optional	optional
MSO SE Servicebetrieb^a	nicht erlaubt	optional	optional	optional

^a Diese sicheren Betriebsarten sind nur durch entsprechend ausgebildetes Personal (siehe 6.3.1 a) 3) mittels einer Einrichtung zur Anwahl von sicheren Betriebsarten (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.

^b Siehe Erklärung für eingeschränkte Betriebsart 1 in Abschnitt 5.2.1

ANMERKUNG Anwendungsbeispiel:

- Schlüssel 1: Zugang zum Einrichtbetrieb (und Automatikbetrieb) für Einrichter [siehe 6.3.1 a) 3)];
- 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 zur sicheren Betriebsart 3 für entsprechend geschultes und autorisiertes Personal [siehe 6.3.1a) 3)];
- Schlüssel 4: Zugang zum Servicebetrieb für geschultes Servicepersonal des Maschinenbetreibers [siehe 6.3.1 a) 3)].

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

ANMERKUNG Bei Maschinen der Bauart 3 ist MSO 0 eine Untergruppe von MSO 1 wenn die Maschine im manuellen Betrieb mit geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen benutzt wird (siehe 5.2.4.4).

Wenn die Maschine so konstruiert und gebaut ist, dass mehrere sichere Betriebsarten des Maschinenbetriebs (siehe auch Tabelle 3) mit unterschiedlichen Schutzmaßnahmen und/oder Methoden des Betriebes möglich sind, muss die Maschine mit einer Auswahlvorrichtung für die sicheren Betriebsarten ausgestattet sein (ISO 12100:2010, 6.2.11.10).

5.2.4.2 Anforderungen an die Einrichtung zur Auswahl der sicheren Betriebsart (nur für Maschinen der Bauart 2, 3 und 4)

Die Betriebsartenanwahl muss gemäß Bild 1 erfolgen.

Das Sicherheitssystem muss nicht den Sicherheitsfunktionen entsprechen und liegt außerhalb des Anwendungsbereiches der sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung (Bild 1).

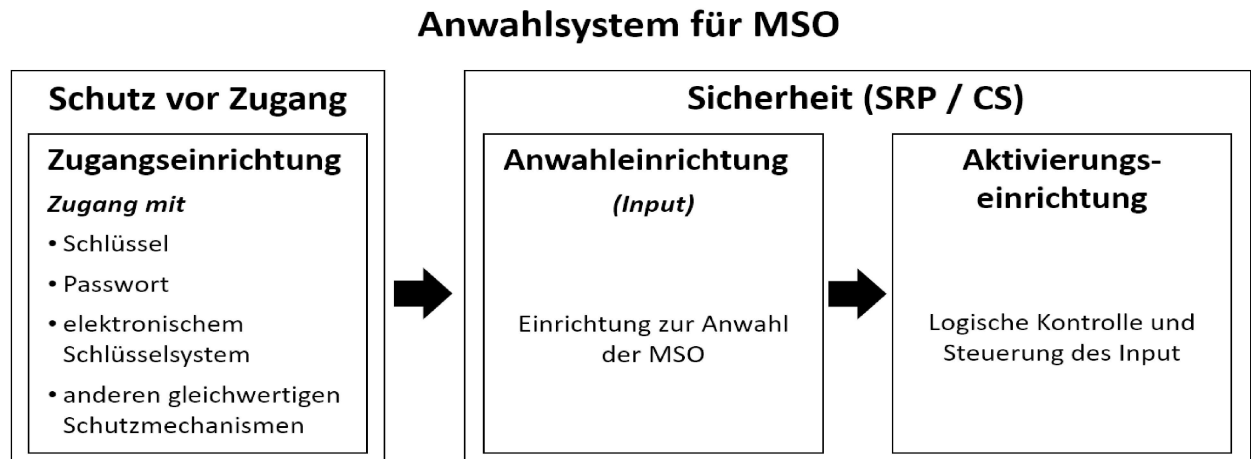


Bild 1 — Grenze zwischen Schutz vor Zugriff und Sicherheitssystem

Durch die MSO-Anwahleinrichtung und das damit verbundene Steuerungssystem (SRP/CS) muss sichergestellt sein, dass zu jeder Zeit nur eine sichere Betriebsart (MSO) ausgewählt und aktiv ist. Bezüglich Anforderungen an Sicherheitsfunktionen siehe Anhang J.

Die Anwahl einer MSO darf grundsätzlich nur von außerhalb des Gefährdungsbereichs erfolgen. Sofern die Anwahl einer MSO von innerhalb des Gefährdungsbereichs ausgewählt werden muss, darf die angewählte MSO erst aktiv werden, wenn hierdurch keine Gefährdung entsteht.

Die angewählte MSO 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.

Die angewählte Betriebsart selbst, darf keine Ingangsetzung der Maschine bewirken.

- Wenn mehr als eine Position (Steuerkonsole) für die Anwahl der sicheren Betriebsart an einem Gefährdungsbereich von mehreren Maschinen oder zusammenwirkenden Teilmaschinen vorhanden ist und wenn an einer beliebigen Steuerkonsole eines zugeordneten Gefährdungsbereichs eine andere Betriebsart als MSO 1 gewählt wird, muss für diesen Gefährdungsbereich der automatische Zyklus unterbrochen werden bevor der Zugang zum Gefährdungsbereich ermöglicht wird.
- Jede gewählte sichere Betriebsart muss optisch angezeigt werden. Es kann im Einzelfall auch ein akustisches Signal verwendet werden (siehe auch 5.2.4.6).
- Generell ist eine dynamische Betriebsartenanwahl nicht zulässig. Ein dynamischer Übergang von MSO 1 zu MSO 3 ist nur für Maschinen der Bauart 3 und 4 anwendbar (siehe 5.2.4.6).

5.2.4.3 Sichere Betriebsart 0: Manueller Betrieb (MSO 0)

Wenn MSO 0 angewählt ist, gelten folgende Anforderungen:

- a) Bei Vorhandensein von verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen für das Werkzeug oder den Tisch, darf die Spindel nur manuell mit einer für diesen Zweck vorgesehen Steuerungseinrichtung in Gang gesetzt werden, wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Die Spindelbewegung darf bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen nur gestartet und aufrechterhalten werden, wenn die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung bremst die Spindel, gemäß den Anforderungen der ISO 60204-1:2009, 9.2.2. und im Hinblick auf die verwendeter Technik, bis zum Stillstand ab.
- b) Achsenvorschubs ist bei geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen möglich und die Verfahrensgeschwindigkeit im Eilvorschub muss auf 5 m/min begrenzt sein. Bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen muss der Vorschub manuell angewählt werden und darf nur mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung mit 2 m/min möglich sein.
- c) Bewegungen im Eilvorschub müssen manuell anwählbar sein und dürfen nur mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung möglich sein.
- d) Bei steuerbaren kraftbetriebenen Vorschubachsen darf immer nur eine Vorschubachse bewegt werden. Gleichzeitig darf die Spindel sich drehen. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss die Spindel und die Vorschubbewegung, gemäß den Anforderungen der IEC 60204-1:2009, 9.2.2., abhängig von der verwendeten Technik, gestoppt werden.

5.2.4.4 Sichere Betriebsart 1: Automatikbetrieb (MSO 1)

Diese Betriebsart ist die Standardbetriebsart für die Produktion und kann die volle Leistungsfähigkeit der Maschine nutzen. Manuelle Bewegung der Maschinenachsen mittels Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder im MPG Betrieb sowie der Betrieb bei laufendem Spindelantrieb ist zugelassen, wenn alle Schutzeinrichtungen aktiv sind und die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wenn MSO 1 (Automatikbetrieb) angewählt ist, treffen die folgenden Bedingungen zu 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/Wiederaufbau befinden, so sind zusätzliche Schutzmaßnahmen, wie Personenerkennungssysteme oder doppelte Quittierung innerhalb und außerhalb des sicheren Bereichs [ISO 13849-1:2006, 5.2.3.2 d) 3)], oder akustische oder optische Warneinrichtungen (ISO 11161:2007, 8.10), vorzusehen.
- c) Wenn mehrere Zyklusstarteinrichtungen vorhanden sind, darf zu jeder Zeit nur eines wirksam sein [siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.8 e)]. Wenn durch mehrere Steuerungseinrichtungen die Auslösung des gleichen Gefährdungselements möglich ist, muss durch den Steuerkreis abgesichert sein, dass nur jeweils eine Steuerungseinrichtung aktiv ist.
- d) Zum Start/Wiederaufbau in MSO 1 müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:
 - Start/Wiederaufbau darf nur von einer Bedienstation ausgelöst werden, wo keine Gefährdung existiert;
 - alle Schutzeinrichtungen inklusive deren sicherheitsrelevanten Funktionen müssen ordnungsgemäß angeordnet und aktiv sein;
 - es muss sichergestellt sein, dass kein Start/Neustart unbeabsichtigt ausgelöst wird (z.B. abgedeckte Taste);
 - Steuerungseinrichtungen für Start/Wiederaufbau sollten so angeordnet sein, dass ein klarer und unbehinderter Blick auf Personen, welche sich im Gefährdungsbereich aufhalten, möglich ist.

ANMERKUNG Betrieb der Maschinenachsen mittels Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder elektronischem Handrad ist in MSO 1 erlaubt.

5.2.4.5 Sichere Betriebsart 2: Einrichtbetrieb (MSO 2)

5.2.4.5.1 Grundspezifikationen

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

Von jeder anderen MSO zum Einrichtbetrieb (MSO 2):

Zuerst muss der Bearbeitungszyklus unterbrochen werden, danach erst kann der Zugang zum Arbeitsbereich ermöglicht werden (z.B. Entriegelung der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung).

Wenn ein Befehlseinrichtung mit selbständiger Rückstellung oder ein elektronisches Handrad verwendet wird, darf die Achs- oder Spindelbewegung nur erfolgen und aufrechterhalten werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss zu einem Halt gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach angewandeter Technik, führen. Eine Zustimmungseinrichtung ist nicht erforderlich, wenn der Befehlseinrichtung mit selbständiger Rückstellung 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 aufrechterhalten werden, solange die Zustimmungseinrichtung betätigt ist. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss zu einem Halt, gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2 führen, je nachdem welche Technik angewendet wurde.

Wenn Ganzkörperzugang vorgesehen ist, muss eine Geschwindigkeitsüberwachung vorhanden sein (siehe Anhang J, Tabelle J.17, Abschnitt 17.3 und 17.4). Wenn kein Ganzkörperzugang vorgesehen ist, kann eine Zustimmungseinrichtung oder eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung anstatt einer Geschwindigkeitsüberwachung vorgesehen werden [5.2.4.5.2 c)].

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

5.2.4.5.2 Umfang der Funktionen

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

- a) Es darf jeweils nur eine einzelne Achse verfahren werden deren linearer Vorschub:
 - auf 2 m/min begrenzt sein muss, oder
 - die Bewegung in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen darf.
- b) Bei Rotationsachsen [vom Zentrum bis zum am weitesten entfernten Punkt (Kreisumfang inklusive des Werkstückes)]:
 - Die Umfangsgeschwindigkeit darf 15 m/min nicht überschreiten; und
 - Die Drehzahl muss auf maximal 50 min⁻¹ begrenzt sein (ISO 23125, 5.2.4.4.1 f).
- c) Die Spindeldrehzahl muss anhand ihrer Bremsfähigkeit begrenzt werden. Die Spindel (ohne Werkzeug) muss nach dem Stoppbefehl innerhalb von zwei Umdrehungen zum Stillstand kommen.

ANMERKUNG Bei gegenwärtigem Stand der Technik ist es manchmal nicht möglich die Haltbedingungen mit z.B. Getrieben zu erfüllen.

ANMERKUNG Die Anzahl von zwei Umdrehungen bis zum Spindelhalt bezieht sich nur auf den Abbremsvorgang ab dem Auslösen des Befehls bis zum Stillstand selbst. Etwaige Reaktionszeiten des Bedieners sind nicht berücksichtigt.

- d) Wenn Ganzkörperzugang vorgesehen ist, müssen die Begrenzungen für die Vorschubgeschwindigkeit, die Drehzahl und die Bewegung in Schritten (siehe Punkte a) und b) überwacht werden (siehe 5.8.3 und sicher begrenzte Drehzahl in Anhang J, 17.4); wenn der Geschwindigkeitsbegrenzung übertreten wird, muss ein Halt eingeleitet werden (Stoppfunktion der Bewegung gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach angewendeter Technik.
- e) Maßnahmen die durch Schwerkraft verursachte gefährdende Bewegungen vertikaler oder geneigter Achsen verhindern, müssen getroffen werden (z.B. Bremsen, Gegengewicht, Anhang G).
- f) Ungeschützte Bewegungen des Späneförderers dürfen nur mittels einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einer Zustimmungseinrichtung (erste Hand) im Zusammenwirken mit einer Richtungssteuerung (zweite Hand) eingeleitet und aufrechterhalten werden (siehe Anhang J, J.11.2 bis J.11.4).
- g) Wenn eine Maschine über mehr als einen Bedienpult verfügt, müssen Maßnahmen ergriffen werden, die sicherstellen, dass keine Ausführung von Befehlen stattfinden, die eine Gefährdungssituation herbeiführen (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 von MSO 1 ermöglicht werden. Manuell gesteuerte Einzelbewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind nur 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: Automatikbetrieb 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 gesetzter nicht trennender Schutzeinrichtungen.

Das Risiko ist in MSO 3 aufgrund offener trennender Schutzeinrichtungen bzw. inaktiver nicht trennender Schutzeinrichtungen signifikant größer als bei 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 Verkürzung der Anwendungsdauer von MSO 3.

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

Vom Automatikbetrieb (MSO 1) zum Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3): Zuerst müssen die Betriebsbedingungen von MSO 1 auf die in MSO 3 geltenden reduziert und überwacht werden, dann sind die relevanten Sicherheitsanforderungen (e.g. Möglichkeit der zeitweisen / teilweisen Öffnung der trennenden Schutzeinrichtungen oder die Abschaltung der nichttrennenden Schutzeinrichtungen) zugelassen.

Von Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff (MSO 3) zum Automatikbetrieb (MSO 1): Zuerst müssen die höheren Sicherheitsanforderungen von MSO 1 (z.B. beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen sind geschlossen oder die Lichtvorhänge sind eingeschaltet) in Kraft getreten sein und überwacht werden bevor die höheren Maschinenkennwert von MSO 1 gefahren werden dürfen.

Diese sichere Betriebsart darf nur zur Verfügung gestellt werden, wenn die Bedingungen des beabsichtigten Einsatzes bekannt sind und die Minimalanforderungen an den Bediener müssen in der Betriebsanleitung niedergeschrieben sein (siehe 6.3.1 a) 3).

Wenn MSO 3 zur Verfügung steht und angewählt wurde müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) Vektorgeschwindigkeiten einer einfachen Achse oder mehrfacher Achsen müssen
 - auf 5 m/min begrenzt sein oder
 - die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen.
- b) Umdrehung der Spindel muss auf deren Abbremsfähigkeit begrenzt werden. Nach dem Haltebefehl muss die Spindel ohne Werkzeug innerhalb von 5 Umdrehungen zum Stillstand kommen.

ANMERKUNG 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 Mit dem heutigen Stand der Technik ist es manchmal nicht möglich diese Anforderungen zu erfüllen (z.B Getriebe).

ANMERKUNG Die Anzahl von 5 Umdrehungen gilt nur für den Abstand/Winkel des Abbremsvorganges. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht berücksichtigt, z.B. das Loslassen der Zustimmungseinrichtung.

- c) Die Begrenzungen für Geschwindigkeit oder Schrittweite [wie oben in a) und b) festgelegt] müssen überwacht werden und bei deren Überschreitung, muss die Stromversorgung zu den Antrieben durch Stoppfunktion (IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwandter Technik), unterbrochen werden.
- d) Nicht programmierte Bewegungen müssen wie folgt umgesetzt werden:
 - 1) Die Spindelrotation muss mittels Spindelstarteinrichtung in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung ausgelöst und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
 - 2) Die Achsbewegungen können durch eine der folgenden Maßnahmen ausgelöst und aufrechterhalten werden:
 - einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung,
 - einem elektronisches Handrad,
 - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Zyklusstart in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung.
- e) Die Programmausführung muss mittels Zyklusstarteinrichtung in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung ausgelöst und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
- f) Die Anforderungen von 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 zu einem Halt der Kategorie 1 oder 2 gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2, führen, je nach verwendeter Technik.
- h) Wenn aus ergonomischen Gründen bei der Anwendung von MSO 3 die Verwendung einer Zustimmungseinrichtung nicht praktikabel 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 Steuerung die anhaltende Betätigung der Zustimmungseinrichtung verhindert) muss eine Kombination anderer steuerungstechnischer Maßnahmen anstelle der Zustimmungseinrichtung verwendet werden, um die Gefährdungen durch Erfassen und Quetschen zu reduzieren. Zwei Beispiele von akzeptierten Kombinationen alternativer steuerungstechnischer Maßnahmen sind:

- 1) Eine stehende, von den Maschinenbewegungen sichere, Position des Bedieners, die durch eine aktive opto-elektronische Schutzvorrichtung (AOS), z.B. einer Einrichtung mit Abtastfunktion oder einem Lichtvorhang, jedoch keine druckempfindliche Schaltmatte oder ähnlicher leicht manipulierbarer Einrichtung, überwacht ist und zusammen mit:
 - einer leicht zu erreichenden Not-Halt-Einrichtung und
 - Schalteisen, die an allen beweglichen Maschinenteilen angebracht sein müssen, wo eine Gefährdung durch Quetschen besteht und
 - der Überwachung der reduzierten Spindeldrehzahlen und Achsgeschwindigkeit, welche den Anforderungen von Anhang J, Tabelle J.17, Abschnitt 17.4 (siehe auch 5.8.3) entsprechen, und
 - der in den Bedienungsanleitung anzugebenden geeigneten Schutzausrüstungen für Personen (siehe 6.3.1 a) 2), p) und 6.3.8 in dieser Norm).
- 2) Schutz gegen Gefährdung durch Erfassen mittels feststehender trennender Schutzvorrichtung, welche die rotierende Spindel und Schneide umhaust oder eine AOS (z.B. Lichtvorhang) um die (oder vor der) rotierenden Spindel und Schneide (die Position der AOS muss die Anforderungen der ISO 13855 erfüllen), zusammen mit:
 - einer leicht zu erreichenden Not-Halt-Einrichtung und
 - Schalteisen, die an allen beweglichen Maschinenteilen angebracht sein müssen, wo eine Gefährdung durch Quetschen besteht und
 - der Überwachung der reduzierten Spindeldrehzahlen und Achsgeschwindigkeit, welche den Anforderungen von Anhang J, Tabelle J.17, Abschnitt 17.4 (siehe auch 5.8.3) entsprechen, und
 - der in den Bedienungsanleitung anzugebenden geeigneten Schutzausrüstungen für Personen (siehe 6.3.1 a) 2), p) und 6.3.8 in dieser Norm).
- 3) Um die Gefährdung durch Herausschleudern von Teilen zu reduzieren, muss die zum Einsatz kommende Schnittgeschwindigkeit in jeder MSO 3 Anwendungen unter dem Anwendungsbereich der ISO 15641 gehalten werden.

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

ANMERKUNG Beispiele von Arbeitssituationen und Arbeitsaufgaben, für die eine MSO 3 erforderlich ist, beinhaltet die ISO/TR 16090-2²⁾.

5.2.4.7 Servicebetrieb (MSO SE)

MSO SE darf nur für Servicepersonal zur Verfügung gestellt werden, welches durch den Maschinenhersteller geschult und autorisiert ist.

Allgemein gilt für den Servicebetrieb:

- a) Die Spanungsbearbeitung ist im Servicebetrieb nicht gestattet.

2) In Bearbeitung durch das ISO/TC39/SC10/WG4.

- b) Für die Anwahl des Servicebetriebes müssen eine MSO-Anwahleinrichtung und eine abnehmbare Serviceeinrichtung vorgesehen sein. Die Verbindung der Serviceeinrichtung muss an der Maschine zugänglich sein, z. B. von einem außerhalb liegenden Elektrohäuse. Warnhinweise an der Serviceeinrichtung müssen darüber informieren, dass die Benutzung der Serviceeinrichtung nur für vom Hersteller ausgebildeten und autorisierten Personal betrieben werden darf. So lang die Serviceeinrichtung mit der Maschine verbunden ist, darf keine andere Betriebsart anwählbar sein. Die Gebrauchsanweisung muss darauf hinweisen, dass die Einrichtung nach Beendigung der Serviceaktivitäten entfernt werden muss.
- c) In der Gebrauchsanweisung sind entsprechende Sicherheitsanweisungen aufzuführen.
- d) Automatische Werkstück- und Werkzeugwechselmechanismen müssen gesperrt bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegungen darf nur durch die Wiederanwahl von MSO 1 möglich sein.
- e) Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, welche die gefährdenden 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 (siehe Anhang J).
- f) Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, wie sekundäre trennende Schutzeinrichtungen, Barrieren oder Blenden in Verbindung mit Warnhinweisen, müssen vorgesehen werden, wo es möglich ist.
- g) Diese Betriebsart ermöglicht eine eingeschränkte automatische Funktionalität der Maschine oder Teilen davon, wobei die wesentlichen trennenden Schutzeinrichtungen zum jeweiligen Arbeitsbereich offen sein können. Diese Einschränkungen sind:
 - 1) Sicherheitsanweisungen müssen in der Gebrauchsanweisung aufgeführt werden: Bevor die Anwahl MSO SE (Servicebetrieb) vorgenommen werden kann, muss eine gelb-schwarze Absperrkette mit einem Warnhinweis 1 m vor dem Gefährdungsbereich angebracht werden. Das Warnschild zeigt an, dass an der Maschine Servicearbeiten durchgeführt werden und keine unbefugten Personen hinter die Absperrung treten dürfen.
 - 2) Spindeldrehung und Vorschubbewegung ist nur bei der Durchführung von Messungen und der Kalibrierung zulässig, wobei die Spindeldrehzahl maximal 50 min^{-1} und der Vorschub der NC-Achsen maximal 2 m/min betragen dürfen.
 - 3) Kontinuierliche Bewegungszyklen müssen in Verbindung mit einer Befehleinrichtung 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 Befehleinrichtung 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.
 - 4) Kühlschmierstoffpumpen müssen außer Betrieb gesetzt werden, wenn der Kühlmitteldruck $0,5 \text{ MPa}$ übersteigt.
 - 5) Die Einleitung von Bewegung muss von einem Bedienpult außerhalb der Reichweite der gefährdenden Bewegungen, oder — wenn möglich — von einem mobilen Bedienpult aus, erfolgen.

5.2.4.8 Symbole zur Darstellung von Betriebsarten

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

Tabelle 4 — Symbole zur Darstellung von Betriebsarten

Sichere Betriebsart	ISO 369 / ISO 7000 Referenz	Symbol	en: Meaning fr: Référent de: Bedeutung
MSO 0 Manueller Betrieb	ISO 369 – 5.1-13 ISO 7000 – 0096		en: Manual control fr: Commande manuelle de: Handbetätigung, Handsteuerung
MSO 1 Automatikbetrieb	ISO 369 – 5.1-15 ISO 7000 – 0017		en: Automatic control (closed loop) fr: Commande automatique (boucle fermée) de: Automatikbetrieb (geschlossener Kreislauf)
MSO 2 Einrichtbetrieb	ISO 369 – 5.1-12 ISO 7000 – 0910		en: Setting fr: Réglage de: Einrichten
MSO 3 Automatikbetrieb mit manuellem Eingriff	ISO 369 – 5.1-??^a ISO 7000 – 1942		en: Test run fr: Session d'essai de: Testlauf
MSO SE Servicebetrieb	ISO 369 – 5.1-44 ISO 7000 – 0717		en: Call for maintenance fr: Appeler le service de maintenance de: Kundendienst rufen
^a 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 Ausrüstung für Maschinen

5.2.5.1 Spezifische Anforderungen an Maschinen mit Werkzeugmagazin(en)

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

- Der Zugang zu gefährdenden Bewegungen des Werkzeugmagazins muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden (ISO 14119:2013, 7 und Anhänge), oder die gefährdenden Bewegungen müssen durch nicht trennende Schutzeinrichtungen stillgesetzt oder verhindert werden. Wo eine routinemäßige Begutachtung des Werkzeugmagazins erforderlich ist, müssen Maßnahmen (z.B. Fenster) getroffen werden.
- Bei offener verriegelter trennender Schutzeinrichtung müssen der Antrieb des Werkzeugmagazins stillgesetzt und weitere Bewegungen verhindert werden.
- Zugangsöffnungen müssen ISO 15534-1 und ISO 15534-2 entsprechen.
- Wenn Ganzkörperzugang in den Gefährdungsbereich des Werkzeugmagazins vorgesehen ist, dann müssen die gleichen Anforderungen, welche an den Arbeitsbereich gestellt sind, erfüllt werden (siehe 5.2.4.4, MSO 1, 5.2.4.5, MSO 2 und 5.2.4.6, MSO 3).

- e) Kraftbetriebene Bewegungen bei geöffneter verriegelter trennender Schutzeinrichtung ohne Ganzkörperzugang müssen wie folgt ausgeführt werden:

Bewegung dürfen nur von einer Position, die in ausreichender Entfernung zum Gefährdungsbereich liegt, eingeleitet und aufrecht erhalten werden durch

- eine Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Richtungssteuerung,
 - derartige Bewegung muss entweder durch reduziert Geschwindigkeit (15 m/min wenn nur eine Gefährdung durch Stoß besteht und 2 m/min wenn Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder durch Fangen bestehen,

oder

- wenn es aufgrund ergonomischer Gründe notwendig ist, trotz der Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder Fangen, Bewegungen einzuleiten und aufrecht zu erhalten mit Geschwindigkeiten > 2 m/min wenn der Bremsweg kleiner als 4 mm ist,

oder

- wenn eine teilweise automatische Schrittfolge erforderlich ist, müssen für den Arbeitsbereich die Anforderungen von MSO 3 (siehe 5.2.4.6) erfüllt sein

oder

- eine Zweihandsteuerung. Für die Zweihandsteuerung müssen die Anforderungen nach ISO 13851 erfüllt sein. Das Maß von 260 mm (ISO 13851) für eine Zweihandbedingung ist nicht notwendigerweise erforderlich, wenn keine Möglichkeit besteht die Zweihandbedingung mit nur einer Hand zu betätigen, zum Beispiel durch 2 unabhängige Knopfschalter oder einer Art Drehtaster. Die Anforderungen dieser Zweihandbedingung entsprechend ISO 13851, Type IIIB oder Type IIIC müssen erfüllt sein. Alternativ kann die Bewegung anstatt mit der Zweihandbedingung, mittels Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Starttaste durchgeführt werden. Für beide, Zweihandsteuerung und Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Starttaste, siehe ISO 13857 und auch ISO 13855:2010, 8 (mindestens 100 mm), sind die Abstandsanforderungen erforderlich.

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

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Zweihandbedingung führt zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, Kategorie je nach angewandeter 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 angewandeter Technik, zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2.
- g) Maßnahmen zur Verhinderung von gefährdenden Bewegungen von schwerkraftbelasteten Vertikal- oder Schrägachsen (z.B. durch Bremsen) müssen vorgesehen werden.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkzeugmagazinen sind im Anhang J, Tabelle J.10 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 gefährdenden Bewegungen aus beliebiger Richtung muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert sein, oder die gefährdenden Bewegungen müssen durch nicht trennende Schutzeinrichtungen stillgesetzt oder verhindert werden (siehe ISO 14119:2013, Abschnitt 7 und Anhänge).
- b) Wenn kraftbetriebene Bewegungen bei offener verriegelter trennender Schutzeinrichtung vom Werkzeugwechsler erforderlich sind, müssen Bewegungen mittels Zustimmungseinrichtung in Kombination mit Richtungstaste und einer reduzierten Geschwindigkeit von maximal 5 m/min gemessen am Umfang oder Zweihandschaltung gestartet und aufrecht erhalten werden. Bei Zweihandschaltung müssen die Anforderungen der ISO 13851:2002, Abschnitt 8, eingehalten werden. Bei offener verriegelter trennender Schutzeinrichtung müssen Maßnahmen zur Verhinderung von Gefährdungen durch wegfliegende Werkzeuge getroffen werden. Aufgrund ergonomischer Gründe, könnte es notwendig sein, dass trotz der bestehenden Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder Fangen, Bewegungen, bei reduzierter Geschwindigkeit > 2 m/min wo der Bremsweg kürzer als 4 mm ist, eingeleitet und aufrecht erhalten werden.

Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Zweihandsteuerung muss ein Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach verwendeter Technik, initiiert werden.

- c) Bei geöffneten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder überwachten nicht-trennenden Schutzeinrichtungen, darf durch die Auslösung eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung keine gefährdende Bewegung des Werkzeugwechslers 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 Werkzeugwechslern sind im Anhang J, Tabelle J.9, aufgeführt.

5.2.5.3 Spezifische Anforderungen an Werkstückhandhabungseinrichtungen

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 gefährdenden Bewegungen der Maschine platziert werden.
- b) Der Zugang zu gefährdenden Bewegungen von Werkstückhandhabungseinrichtungen muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert sein, oder die gefährdenden Bewegungen müssen durch Auslösung nicht trennender Schutzeinrichtungen entweder stillgesetzt oder verhindert werden (z.B. BWS, AOS).
- c) Wenn ein Zugang bei offenen trennenden Schutzeinrichtungen oder außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen erforderlich ist, dürfen kraftbetriebene Bewegung nur durch folgende Voraussetzungen in Gang gesetzt werden:
 - entweder durch eine Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Richtungstaste und reduzierter Geschwindigkeit von maximal 15 m/min, wenn ausschließlich eine Gefährdung durch Stoß besteht, oder

- 2 m/min wenn zusätzlich Gefährdungen durch Quetschen oder Scheren bestehen. Bei Zweihandsteuerungen müssen die Anforderungen aus der ISO 13851:2002, 8 erfüllt sein. Es darf keine gefährdende Bewegung durch Aktivierung eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung in Gang gesetzt werden (vgl. IEC 60204-1:2009, 10.1.4).

Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Zweihandsteuerung muss zu einem Halt nach IEC 60204-1:2009, 9.2.2 führen, je nach angewandeter Technik.

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

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

5.2.5.4 Werkstückrüstplatz

Wenn es erforderlich ist bei geöffneter verriegelter trennender Schutzeinrichtung oder außer Kraft gesetzten nicht-trennenden Schutzeinrichtungen eine Palette mit Werkstück mittels einer kraftbetriebenen Bewegung an einem Werkstückrüstplatz zu rotieren (z.B. zum Reinigen des Werkstücks oder um Messungen durchzuführen), muss dies möglich sein, wenn die maximaler Umfangsgeschwindigkeit von 5 m/min bei Nutzung einer Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Richtungssteuerung oder mit einer maximalen Umfangsgeschwindigkeit von 15 m/min bei Nutzung einer Zweihandsteuerung gemäß ISO 13851, nicht überschritten wird.

Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Zweihandsteuerung muss ein Halt gemäß IEC 60204-1:2009, 9.2.2, je nach angewandeter Technik, eingeleitet werden.

Sicherheitsfunktionen zur Steuerung von Werkstückrüstplatz sind im Anhang J, Tabelle J.17 und Tabelle J.18 aufgeführt.

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. durch Klemmen, Abstützvorrichtung.
 - 2) Bei Maschinenkonstruktionen, an denen herausgeschleuderte Werkstücke eine Gefährdung darstellen, muss der Status der kraftbetriebenen Werkstückspanneinrichtung überwacht werden und falls die erforderliche Betätigungskraft, z.B. durch Überwachung von Druck, Stromstärke (indirekte Messung ist möglich), nicht erreicht wird, muss der Start der Bearbeitung verhindert werden oder Haltebefehl ausgeführt werden, wenn die Bearbeitung schon begonnen hat.
 - 3) Es darf keine gefährdende Bewegung der Werkstückspanneinrichtung in Gang gesetzt werden durch Auslösen eines Sensors oder Rückmeldeeinrichtung während die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder die überwachten trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet sind (siehe IEC 60204-1:2009, 10.1.4).
- b) Kraftbetriebene Werkstückspannbewegungen bei geöffneten beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen müssen:
 - 1) auf einen maximal 4 mm großen Spannhub beschränkt sein (siehe ISO 13857:2008, 4.2.4.1, Tabelle 4) oder
 - 2) durch trennende Schutzeinrichtungen (z.B. steuernde trennende Schutzeinrichtung) und/oder durch andere nichttrennende Schutzeinrichtungen (z.B. berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen) geschützt sein oder

- 3) eingeleitet und aufrechterhalten werden durch eine Zustimmungseinrichtung in Verbindung mit einer Richtungssteuerung wo die Spannvorrichtungen sichtbar sind oder
- 4) eingeleitet und aufrechterhalten werden durch eine Zweihandsteuerung (bei Zweihandsteuerungen müssen die Anforderungen der ISO 13855:2010, 8, und ISO 13851 erfüllt werden) oder
- 5) bei Notwendigkeit des Haltens des Werkstückes durch den Bediener (z.B. Festhalten oder Lagekorrektur des Werkstückes) muss die Bewegung durch einen dreistufigen Fußschalter (Kategorie 3) und reduzierter Geschwindigkeit auf maximal 5 m/min gesteuert werden. Das komplette Durchdrücken des dreistufigen Fußschalters führt zu einem Nothalt oder das Loslassen in die entgegengesetzte Richtung führt zur Ausführung der Spannbewegung.

ANMERKUNG Wenn eine Spannvorrichtung von der Energiequelle (hydraulisch, pneumatisch, elektromechanisch) nach dem Spannvorgang abgekoppelt wird, z.B. manuelles Verbinden einer Hydraulikpumpe zum Aufbringen der hydraulischen Spannkraft und sie dann entkoppeln, ist es nicht möglich den Spanndruck während der Bearbeitung zu messen. Eine Messung ist in diesem Fall nur möglich, wenn eine Verbindung besteht.

- c) Für mit Magnetkraft betriebene Werkstückspannvorrichtungen müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

Die Anforderungen von 5.2.5.5 b) muss berücksichtigt werden.

Folgende Fälle sind gegeben:

1) Verbindung mit Stecker und Dose

Wenn die elektrische Steuerung mit der Magnetspannplatte mittels eines elektrischen Steckers verbunden ist, wird das Werkstück durch die Betätigung einer Steuereinrichtung gelöst oder gespannt, während die Steuerung verbunden ist. Die erzeugte Klemmkraft oder ihr, durch eine indirekte Messung, errechneter Nominalwert, wird auf der elektrischen Steuerungseinheit vor deren Abkopplung angezeigt und Achsenbewegungen sind nur nach Verifizierung das die angezeigte Klemmkraft mindestens den Anforderungserfordernissen entspricht und das die Spanneinrichtung abgetrennt worden ist, zulässig. Nach Abkopplung verbleibt die Klemmkraft in der Spannplatte. Überprüfungen, dass die Klemmkraft den Anforderungen der Anwendung weiterhin entspricht, sollte in bestimmten Intervallen, gemäß Herstellerspezifizierung, durchgeführt werden. Eine Sicherheitsfunktion gemäß ISO 13849-1 ist für diese Spannvorrichtungen nicht definierbar, da nach Abkopplung keine Verbindung zur Spannvorrichtung mehr besteht.

2) Kontinuierliche Verbindung

Wenn die elektrische Steuerung permanent mit der Magnetspannplatte verbunden ist, wird das Werkstück durch die Betätigung einer Befehlseinrichtung gelöst oder gespannt. Die erzeugte Klemmkraft oder ihr, durch eine indirekte Messung, errechneter Nominalwert, wird auf der elektrischen Steuerungseinheit vor deren Abkopplung angezeigt und Achsenbewegungen sind nur nach Verifizierung das die angezeigte Klemmkraft mindestens den Anforderungserfordernissen entspricht und das die Spanneinrichtung abgetrennt worden ist, zulässig. Wenn im Bearbeitungsprozess Metall entfernt wird, ist es unzulässig die Klemmkraft während des Bearbeitungsprozesses zu ändern. Überprüfungen, dass die Klemmkraft den Anforderungen der Anwendung weiterhin entspricht, sollte in bestimmten Intervallen, gemäß Herstellerspezifizierung, durchgeführt werden. Die Sicherheitsfunktionen für Werkstückspannvorrichtungen, die in Anhang J, Tabelle J.4 aufgeführt sind, sind für diese Spannvorrichtungen anwendbar.

3) Verbindung durch Schleifkontakte

Wenn die elektrische Steuerung permanent mit der Magnetspannplatte mittels Schleifkontakt oder Schleifbürste verbunden ist, wird das Werkstück durch die Betätigung einer Befehlseinrichtung gelöst oder gespannt. Diese Methode erlaubt Mehrzweckanwendungen für Fräs- und Drehbearbeitung. Die Anforderungen von Punkt 2) müssen angewendet werden.