

	DIN EN ISO 16090-1	
ICS 25.080.01	Ersatz für DIN EN ISO 16090-1:2019-12	
<p>Werkzeugmaschinen-Sicherheit – Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen – Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO 16090-1:2022, korrigierte Fassung 2023-10); Deutsche Fassung EN ISO 16090-1:2022</p> <p>Machine tools safety – Machining centres, milling machines, transfer machines – Part 1: Safety requirements (ISO 16090-1:2022, Corrected version 2023-10); German version EN ISO 16090-1:2022</p> <p>Sécurité des machines-outils – Centres d’usinage, fraiseuses, machines transfert – Partie 1: Exigences de sécurité (ISO 16090-1:2022, Version corrigée 2023-10); Version allemande EN ISO 16090-1:2022</p>		
		Gesamtumfang 198 Seiten
DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Das Dokument EN ISO 16090-1:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“, Unterkomitee SC 10 „Safety“ in Zusammenarbeit mit dem Technische Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV (Schweiz) gehalten wird.

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

Die von ISO/TC 39/SC 10 in Zusammenarbeit mit CEN/TC 143 erarbeiteten Internationalen Normen gelten insbesondere für Werkzeugmaschinen und ergänzen entsprechende Typ-A- und Typ-B-Normen zur allgemeinen Sicherheit (zur Erklärung der Typ-A-, Typ-B-, und Typ-C-Normen siehe DIN EN ISO 12100:2011-03, Einleitung).

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm. Es beschreibt den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz an Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen und Transfermaschinen.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 60204-1:2016	siehe	DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06
IEC 60529	siehe	DIN EN 60529 (VDE 0470-1)
IEC 60825-1:2014	siehe	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2022-07
IEC 61000-4-2:2008	siehe	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2009-12
IEC 61000-4-4:2012	siehe	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2013-04
IEC 61000-6-2	siehe	DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2)
IEC 61000-6-3	siehe	DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839-6-3)
IEC 61000-6-4	siehe	DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4)
IEC 61496-1	siehe	DIN EN IEC 61496-1 (VDE 0113-201)
IEC 61496-2	siehe	DIN EN IEC 61496-2 (VDE 0113-202)
IEC 61496-3	siehe	DIN EN IEC 61496-3 (VDE 0113-203)
IEC 61800-5-2:2016	siehe	DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2):2017-11
IEC 62061:2005	siehe	DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10
IEC/TS 62046:2008	siehe	DIN CLC/TS 62046 (VDE 0113-211):2009-04
ISO 230-5:2000	siehe	DIN ISO 230-5:2006-03
ISO 1182	siehe	DIN EN ISO 1182
ISO 1716	siehe	DIN EN ISO 1716
ISO 2592	siehe	DIN EN ISO 2592
ISO 3448	siehe	DIN ISO 3448

ISO 3744:2010	siehe	DIN EN ISO 3744:2011-02
ISO 3746:2010	siehe	DIN EN ISO 3746:2011-03
ISO 4413:2010	siehe	DIN EN ISO 4413:2011-04
ISO 4414:2010	siehe	DIN EN ISO 4414:2011-04
ISO 4871:1996	siehe	DIN EN ISO 4871:2009-11
ISO 9241-1	siehe	DIN EN ISO 9241-1
ISO 9241-20	siehe	DIN EN ISO 9241-20
ISO 9241-400	siehe	DIN EN ISO 9241-400
ISO 9241-410	siehe	DIN EN ISO 9241-410
ISO 9355-1:1999	siehe	DIN EN 894-1:1997-04
ISO 9355-2:1999	siehe	DIN EN 894-2:1997-04
ISO 9355-3	siehe	DIN EN 894-3
ISO 9614-1	siehe	DIN EN ISO 9614-1
ISO 9614-2	siehe	DIN EN ISO 9614-2
ISO 11161:2007	siehe	DIN EN ISO 11161:2008-01
ISO 11202:2010	siehe	DIN EN ISO 11202:2010-10
ISO 11204:2010	siehe	DIN EN ISO 11204:2019-10
ISO 11925-2	siehe	DIN EN ISO 11925-2
ISO 12100:2010	siehe	DIN EN ISO 12100:2011-03
ISO 13849-1:2015	siehe	DIN EN ISO 13849-1:2016-06
ISO 13849-2:2012	siehe	DIN EN ISO 13849-2:2013-02
ISO 13850:2015	siehe	DIN EN ISO 13850:2016-05
ISO 13851:2019	siehe	DIN EN ISO 13851:2019-11
ISO 13854:2017	siehe	DIN EN ISO 13854:2020-01
ISO 13855:2010	siehe	DIN EN ISO 13855:2010-10
ISO 13856-1:2013	siehe	DIN EN ISO 13856-1:2013-08
ISO 13856-2:2013	siehe	DIN EN ISO 13856-2:2013-08
ISO 13856-3	siehe	DIN EN ISO 13856-3
ISO 13857:2019	siehe	DIN EN ISO 13857:2020-04
ISO 14118:2017	siehe	DIN EN ISO 14118:2018-07
ISO 14119:2013	siehe	DIN EN ISO 14119:2014-03
ISO 14120:2015	siehe	DIN EN ISO 14120:2016-05
ISO 14122-1	siehe	DIN EN ISO 14122-1
ISO 14122-2	siehe	DIN EN ISO 14122-2
ISO 14122-3	siehe	DIN EN ISO 14122-3
ISO 14122-4	siehe	DIN EN ISO 14122-4
ISO 14159	siehe	DIN EN ISO 14159

ISO 14738:2002	siehe	DIN EN ISO 14738:2009-07
ISO 15641:2001	siehe	DIN EN ISO 15641:2001-12
ISO 16089	siehe	DIN EN ISO 16089
ISO 19085-1	siehe	DIN EN ISO 19085-1
ISO 19353:2019	siehe	DIN EN ISO 19353:2019-06
ISO 21940-11	siehe	DIN ISO 21940-11
ISO 23125:2015	siehe	DIN EN ISO 23125:2015-04

Änderungen

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

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

Frühere Ausgaben

DIN EN 13128: 2001-07, 2007-03, 2009-09
DIN EN 12417: 2001-12, 2007-03, 2009-07
DIN EN 14070: 2004-01, 2009-07
DIN EN ISO 16090-1: 2019-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CLC/TS 62046 (VDE 0113-211):2009-04, *Sicherheit von Maschinen — Anwendung von Schutzausrüstungen zur Anwesenheitserkennung von Personen (IEC/TS 62046:2008); Deutsche Fassung CLC/TS 62046:2008*

DIN EN 894-1:1997-04, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen; Deutsche Fassung EN 894-1:1997*

DIN EN 894-2:1997-04, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen; Deutsche Fassung EN 894-2:1997*

DIN EN 894-3, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile*

DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2022-07, *Sicherheit von Lasereinrichtungen — Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen (IEC 60825-1:2014); Deutsche Fassung EN 60825-1:2014*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2009-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:2008); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:2009*

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2013-04, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2012); Deutsche Fassung EN-61000-4-4:2012*

DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839-6-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-3: Fachgrundnormen — Störaussendung von Geräten in Wohnbereichen*

DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche*

DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2):2017-11, *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl — Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit — Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2:2016); Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2017*

DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005); Deutsche Fassung EN 62061:2005*

DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche*

DIN EN IEC 61496-1 (VDE 0113-201), *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen*

DIN EN IEC 61496-2 (VDE 0113-202), *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, die aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen (AOPD) verwenden*

DIN EN IEC 61496-3 (VDE 0113-203), *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR)*

DIN EN ISO 1182, *Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten — Nichtbrennbarkeitsprüfung*

DIN EN ISO 1716, *Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten - Bestimmung der Verbrennungswärme (des Brennwertes)*

DIN EN ISO 2592, *Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte — Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes — Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland*

DIN EN ISO 3744:2011-02, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:2010); Deutsche Fassung EN ISO 3744:2010*

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

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

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

DIN EN ISO 4871:2009-11, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4871:2009*

DIN EN ISO 9241-1, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 1: Allgemeine Einführung*

DIN EN ISO 9241-20, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 20: Ein ergonomischer Ansatz für die Barrierefreiheit innerhalb der ISO 9241-Reihe*

DIN EN ISO 9241-400, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte*

DIN EN ISO 9241-410, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte*

DIN EN ISO 9614-1, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 1: Messungen an diskreten Punkten*

DIN EN ISO 9614-2, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 1: Messung mit kontinuierlicher Abtastung*

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

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

DIN EN ISO 11204:2019-10, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung exakter Umgebungskorrekturen (ISO 11204:2010); Deutsche Fassung EN ISO 11204:2010*

DIN EN ISO 11925-2, *Prüfungen zum Brandverhalten — Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung — Teil 2: Einzelflammentest*

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

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

DIN EN ISO 13849-2:2013-02, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012*

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

DIN EN ISO 13851:2019-11, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze (ISO 13851:2019); Deutsche Fassung EN ISO 13851:2019*

DIN EN ISO 13854:2020-01, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (ISO 13854:2017); Deutsche Fassung EN ISO 13854:2019*

DIN EN ISO 13855:2010-10, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855:2010); Deutsche Fassung EN ISO 13855:2010*

DIN EN ISO 13856-1:2013-08, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmatten und Schaltplatten (ISO 13856-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-1:2013*

DIN EN ISO 13856-2:2013-08, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen (ISO 13856-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-2:2013*

DIN EN ISO 13856-3, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 3: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen*

DIN EN ISO 13857:2020-04, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2019); Deutsche Fassung EN ISO 13857:2019*

DIN EN ISO 14118:2018-07, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf (ISO 14118:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14118:2018*

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

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

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

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

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

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

DIN EN ISO 14159, *Sicherheit von Maschinen — Hygieneanforderungen an die Gestaltung von Maschinen*

DIN EN ISO 14738:2009-07, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen (ISO 14738:2002 + Cor. 1:2003 + Cor. 2:2005); Deutsche Fassung EN ISO 14738:2008*

DIN EN ISO 15641:2001-12, *Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung — Sicherheitstechnische Anforderungen (ISO 15641:2001); Deutsche Fassung EN ISO 15641:2001*

DIN EN ISO 16089, *Werkzeugmaschinen — Sicherheit — Ortsfeste Schleifmaschinen*

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

DIN EN ISO 19353:2019-06, *Sicherheit von Maschinen — Vorbeugender und abwehrender Brandschutz (ISO 19353:2019); Deutsche Fassung EN ISO 19353:2019*

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

DIN ISO 230-5:2006-03, *Prüfregeln für Werkzeugmaschinen — Teil 5: Bestimmung der Geräuschemission (ISO 230-5:2000)*

DIN ISO 3448, *Flüssige Industrie-Schmierstoffe — ISO-Viskositätsklassifikation*

DIN ISO 21940-11, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 11: Verfahren und Toleranzen für Rotoren mit starrem Verhalten*

Deutsche Fassung

Werkzeugmaschinen-Sicherheit —
Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen —
Teil 1: Sicherheitsanforderungen
(ISO 16090-1:2022, korrigierte Fassung 2023-10)

Machine tools safety —
Machining centres, milling machines, transfer machines —
Part 1: Safety requirements
(ISO 16090-1:2022, Corrected version 2023-10)

Sécurité des machines-outils —
Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert —
Partie 1: Exigences de sécurité
(ISO 16090-1:2022, Version corrigée 2023-10)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. Oktober 2022 angenommen.

Diese Europäische Norm wurde korrigiert und vom CEN-CENELEC-Management-Zentrum am 1. November 2023 neu herausgegeben.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	12
3.1 Allgemeine Begriffe	12
3.2 Bauarten von Maschinen	16
3.3 Teile von Maschinen.....	17
3.4 Betriebsarten.....	18
3.5 Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Vorschubgeschwindigkeit.....	20
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	20
4.1 Allgemeines.....	20
4.2 Hauptgefährdungsbereiche	20
4.3 In diesem Dokument behandelte Gefährdungen und Gefährdungssituationen	21
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen.....	28
5.1 Allgemeine Anforderungen.....	28
5.1.1 Allgemeines.....	28
5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen.....	28
5.1.3 Anforderung für schwerkraftbelastete Achsen.....	31
5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen	31
5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1	31
5.2.2 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 2	32
5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4	33
5.2.4 Betriebsart (MO)	34
5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Maschinen	42
5.3 Spezifische Anforderungen infolge elektrischer Gefährdungen.....	52
5.4 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Lärm	52
5.5 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung.....	53
5.6 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Materialien oder Substanzen	53
5.6.1 Brennbare Kühlschmierstoffe.....	53
5.6.2 Minimalmengenschmierung (MMS).....	55
5.6.3 Trockenbearbeitung und brennbarer Staub.....	55
5.6.4 Anforderungen bezüglich biologischer oder mikrobiologischer Gefährdungen	56
5.7 Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze.....	57
5.8 Spezifische Anforderungen aufgrund von Versagen oder Störung des Steuersystems....	58
5.8.1 Allgemeines.....	58
5.8.2 Starten	58
5.8.3 Normales Stillsetzen.....	59
5.8.4 Stillsetzen im Notfall	59
5.8.5 Manuelle Rückstellfunktion.....	59
5.8.6 Sicherheitsbezogene Teile der Steuerung (SRP/CS).....	60

5.8.7	Überwachung von Drehzahlbegrenzungen und Grenzen von Linear- und Drehbewegungen	61
5.8.8	Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit der elektrischen Ausrüstung	61
5.9	Spezifische Anforderungen infolge eines Ausfalls der Energieversorgung.....	62
5.10	Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Fehler bei der Montage....	63
5.11	Spezifische Anforderungen infolge herausgeschleuderter Flüssigkeiten oder Teile	63
5.11.1	Allgemeine Anforderungen	63
5.11.2	Herausschleudern von Teilen – Festigkeit der trennenden Schutzeinrichtung.....	63
5.11.3	Kraftbetätigte Werkstück- und Werkzeugspannung.....	64
5.11.4	Zusätzliche Anforderungen an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4.....	64
5.12	Spezifische Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust von Stabilität.....	64
5.13	Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen von Personen	65
5.14	Anforderungen, die sich aus der Zugänglichkeit für die Wartung oder Fehlersuche an hochliegenden Teilen der Maschine ergeben	65
5.15	Anforderungen an Maschinen mit Bedienerkabinen und Einzäunung.....	65
5.15.1	Allgemeines	65
5.15.2	Leitkonzept zum Betreten/Verlassen der Maschine	65
5.15.3	Anforderungen an verfahrbare/verstellbare Bedienerkabinen und -plattformen.....	66
5.15.4	Anforderungen an die Einzäunung	69
5.16	Anforderungen an den Teleservice	69
5.17	Überprüfung von Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	70
6	Benutzerinformation	74
6.1	Allgemeines	74
6.2	Kennzeichnung.....	74
6.2.1	Allgemeine Kennzeichnungen.....	74
6.2.2	Symbole für Betriebsarten (MO) für Maschinen	74
6.3	Betriebsanleitung.....	75
6.3.1	Allgemeines	75
6.3.2	Werkzeuge	78
6.3.3	Werkstückspannung	79
6.3.4	Maschinenfunktionen, die vom NC-Bedienpult aus zugänglich sind	79
6.3.5	Wiederanlauf	79
6.3.6	Lärm.....	80
6.3.7	Restrisiken, auf die der Maschinenanwender hinzuweisen ist.....	81
6.3.8	Installationsanleitung für die Maschinen.....	81
6.3.9	Reinigungsanleitung für die Maschinen	82
6.3.10	Maschinen mit Bedienerkabinen und/oder Einzäunung	82
6.3.11	Mit schwerkraftbelasteten oder schrägen Achsen ausgerüstete Maschinen.....	82
6.3.12	Mit MO 3 ausgerüstete Maschinen	82
6.3.13	Fernsteuerungsfähige Maschinen	82
Anhang A (normativ) Aufprallprüfverfahren für trennende Schutzeinrichtungen an Maschinen		83
A.1	Allgemeines	83
A.2	Prüfverfahren.....	83
A.2.1	Kurzbeschreibung.....	83
A.2.2	Prüfeinrichtung.....	83
A.2.3	Geschwindigkeitsmessung.....	84
A.2.4	Befestigung des Prüfobjekts	84
A.2.5	Prüfverfahren.....	84
A.3	Ergebnisse.....	85
A.3.1	Beschädigung.....	85
A.3.2	Beurteilung.....	85

A.4	Prüfbericht	85
Anhang B (informativ) Einrichtung für die Aufprallprüfung und Beispiele geprüfter Werkstoffe		
B.1	Beschusseinrichtung	86
B.2	Beispiele für Werkstoffe	87
Anhang C (informativ) Erläuternde Bilder als Beispiele für Maschinen		
C.1	Maschinen der Bauart 1	88
C.2	Maschinen der Bauart 2	89
C.3	Maschinen der Bauart 3	90
C.4	Maschinen der Bauart 4	92
Anhang D (informativ) Erläuternde Bilder als Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen ...		
D.1	Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen für Fräsmaschinen der Bauart 1 (manuelle Maschinen)	96
D.2	Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 2 (Maschinen mit begrenzter numerischer Steuerungsfähigkeit)	97
D.3	Beispiele für trennende Schutzeinrichtungen für Maschinen der Bauart 3 (automatische Maschinen)	98
D.4	Beispiele trennender Schutzeinrichtungen für die Bauart 4 (Transfer- und Sondermaschinen)	102
Anhang E (informativ) Beispiele für die Integration von Absaug- und Löschanlagen bei Verwendung von brennbaren Kühlmitteln oder von brennbarem Staub		
Anhang F (informativ) Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe und von brennbarem Staub		
F.1	Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe	106
F.2	Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen	107
F.3	Verhindern des Eindringens von Flammen in das Absaugsystem	108
F.4	Dimensionierung der Druckentlastungsflächen	108
Anhang G (normativ) Schwerkraftbelastete Achsen		
G.1	Konstruktionsmaßnahmen für schwerkraftbelastete Achsen	110
G.2	Maßnahmen gegen ungewolltes Absenken schwerkraftbelasteter Achsen	110
G.2.1	Allgemeine Anforderungen	110
G.2.2	Benutzerinformation	110
G.3	Zyklische Prüfung des Bremssystems oder der Selbstsicherungsvorrichtung an Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4	116
Anhang H (informativ) Beispiele: Konzept für das Verlassen/Rückkehren in eine Kabine (Leitstand) an Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4		
Anhang I (informativ) Typische Anforderungsraten von Sicherheitsfunktionen für Berechnungen nach Tabelle 3 und Anhang J		
Anhang J (normativ) Sicherheitsfunktionen		
J.1	Index der Sicherheitsfunktionen für Tabelle J.1 bis Tabelle J.22	128
J.2	Beschreibung der Sicherheitsfunktionen	138
J.3	Sicherheitsbezogene Parameter	138
J.4	Tabellen zu den Sicherheitsfunktionen	139
J.5	Zusätzliche Prüfung von Sicherheitsschaltungen mit PL = d, Kategorie 3	184
Anhang K (normativ) Messung von Geräuschemissionen		
K.1	Betriebsbedingungen für Maschinen der Bauart 1, Bauart 2 und Bauart 3	185
K.2	Betriebsbedingungen von Maschinen der Bauart 4 (Transfermaschinen)	185
K.3	Messverfahren (für alle Bauarten von Maschinen)	186
Literaturhinweise		

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16090-1:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2023 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 16090-1:2018.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut/nationale Gremium des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 16090-1:2022, korrigierte Fassung 2023-10, wurde von CEN als EN ISO 16090-1:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

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

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

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

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

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39, *Machine Tools*, Unterkomitee SC 10, *Safety*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 143, *Werkzeugmaschinen – Sicherheit*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 16090-1:2017), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- Aktualisierung und Ergänzung der Sicherheitsfunktionen in Anhang J,
- Überarbeitung der Betriebsarten und Änderung der Bezeichnung von MSO (en: mode of safe operation) in MO (en: mode of operation),
- ehemaliger MSO 3 (en: optional special mode for manual intervention under restricted operating conditions), in der aktuellen Ergänzung als MO 3 (en: manual intervention under restricted operating conditions) bezeichnet, wurde dahingehend überarbeitet, dass die Verwendung einer Zustimmungseinrichtung in jedem Fall erforderlich ist, d. h., ein Verzicht auf die Zustimmungseinrichtung ist nicht mehr möglich.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 16090 finden Sie auf der ISO-Website.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Diese korrigierte Fassung von ISO 16090-1:2022 enthält die folgenden Korrekturen:

- Bild 2 wurde dahingehend geändert, dass das Maß Y vom unteren Teil des sich bewegenden Förderbandes und nicht von der Mitte der Umlenkrolle aus dargestellt wird.

Einleitung

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

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

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

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

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

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

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

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

Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen und Transfermaschinen bergen eine Vielzahl von Gefährdungen. Der Schutz der Bediener und anderer Personen, die mit bewegten Schneidwerkzeugen, insbesondere bei hohen Spindeldrehzahlen oder wenn die Werkzeuge beim kraftbetätigten Werkzeugwechsel aus einem Werkzeugmagazin in die Spindel geschwenkt werden, oder schnell bewegten Werkstücken in Kontakt kommen könnten, ist von höchster Wichtigkeit.

Kraftbetätigte Mechaniken für die Werkstückhandhabung können auch Gefährdungssituationen während des Be- und Entladens, sowie beim Ausrichten, Spannen oder Lösen des Werkstücks hervorrufen.

Die signifikanten Gefährdungen, die in diesem Dokument behandelt werden, sind in Abschnitt 4 aufgelistet. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Minimierung der in Tabelle 1 aufgeführten Gefährdungen und Verfahren zur Verifizierung dieser Anforderungen oder Maßnahmen sind in 5.17 dargelegt.

Bild D.1 bis Bild D.8 sind nur Beispiele und nicht dazu vorgesehen, die einzig mögliche Interpretation des Textes zu veranschaulichen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die technischen Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen an die Konstruktion, den Bau und die Lieferung (einschließlich Montage und Demontage, mit Maßnahmen für Transport und Wartung) von für den kontinuierlichen Produktionseinsatz konzipierten

- Fräsmaschinen (siehe 3.1.1), einschließlich Maschinen, die Bohrarbeiten durchführen können (siehe 3.1.2);
- Bearbeitungszentren; und
- Transfermaschinen (siehe 3.1.3)

fest, die für die Kaltbearbeitung von Metall und anderen nicht brennbaren kalten Werkstoffen mit Ausnahme von Holz oder Werkstoffen mit physikalischen Eigenschaften ähnlich denen von Holz wie in ISO 19085-1 festgelegt, Glas, Stein und technischen/agglomerierten Werkstoffen wie in EN 14618 festgelegt vorgesehen sind.

Dieses Dokument behandelt die folgenden Maschinen (in diesem Dokument als „Maschinen“ bezeichnet):

- a) ohne numerische Steuerung manuell bediente Bohrwerke und Fräsmaschinen (siehe 3.2.1, Bauart 1), z. B. horizontale und vertikale Konsolfräsmaschinen (siehe Bild C.1 und Bild C.2);
- b) mit begrenzter numerischer Steuerung manuell betriebene Bohrwerke und Fräsmaschinen (siehe 3.2.2, Bauart 2), z. B. Profil- und Konturfräsmaschinen (siehe Bild C.3 und Bild C.4);
- c) numerisch gesteuerte Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren (siehe 3.2.3, Bauart 3), z. B. automatische Fräsmaschinen und Fräszentren, z. B. Mehrspindelfräsmaschinen, Zahnradfräsmaschinen (siehe Bild C.5 bis Bild C.7);
- d) Transfer- und Sondermaschinen (siehe 3.2.4, Bauart 4), die so ausgelegt sind, dass sie nur vorab festgelegte Werkstücke oder einen begrenzten Bereich ähnlicher Werkstücke mit Hilfe einer vorgegebenen Abfolge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern bearbeiten (siehe Bild C.8 bis Bild C.13);
- e) Maschinen, die mit den folgenden Vorrichtungen/Einrichtungen ausgestattet sind, deren Gefährdungen behandelt wurden:
 - Werkzeugmagazin(e);
 - Werkzeugwechsler;
 - Werkstückhandhabungsmechanismus/Werkstückhandhabungsmechanismen;
 - angetriebene(r) Werkstückspannmechanismus/Werkstückspannmechanismen);
 - Späneförderer;
 - kraftbetätigte Tür(en);
 - bewegliche Bedienerkabine(n);
 - Zusatzausrüstung für die Drehbearbeitung;
 - Zusatzausrüstung für die Schleifbearbeitung.

Dieses Dokument behandelt alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse, die für diese Art von Maschinen relevant sind und die bei Transport, Montage und Installation, Einrichten, Betrieb, Reinigung und Wartung, Fehlersuche, Demontage oder Außerbetriebsetzung nach ISO 12100 auftreten können, wenn die Maschine bestimmungsgemäß und unter vom Hersteller vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen verwendet wird (siehe Abschnitt 4).

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

ISO 3744:2010, *Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

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

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

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

ISO 4871:1996, *Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

ISO 9355-1:1999¹, *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 11202:2010, *Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections*

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

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

¹ Jetzt zurückgezogen.

- ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*
- ISO 13849-2:2012, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*
- ISO 13850:2015, *Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design*
- ISO 13851:2019, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Principles for design and selection*
- ISO 13855:2010, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*
- ISO 13856-1:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors*
- ISO 13856-2:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*
- ISO 13857:2019, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- ISO 14118:2017, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*
- ISO 14119:2013, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*
- ISO 14120:2015, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*
- ISO 14738:2002, *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*
- ISO 15534-1:2000, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*
- ISO 15534-2:2000, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings*
- ISO 15641:2001, *Milling cutters for high speed machining — Safety requirements*
- ISO 16156:2004, *Machine-tools safety — Safety requirements for the design and construction of work holding chucks*
- ISO 19353:2019, *Safety of machinery — Fire prevention and fire protection*
- ISO 23125:2015, *Machine tools — Safety — Turning machines*
- IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*
- IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*
- IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test*
- IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-6-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*

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

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*

3 Begriffe

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

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

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

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Fräsmaschine

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

3.1.2

Bohrwerk

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Maschinen, die ausschließlich zum Bohren (en: drilling) verwendet werden, fallen nicht unter diese Definition.

3.1.3

Transfermaschine

Sondermaschine

Maschine, welche nur zur Bearbeitung eines/einer vorgegebenen Werkstücks oder Werkstückfamilie mittels einer vorbestimmten Abfolge von Bearbeitungsvorgängen und Prozessparametern vorgesehen ist

3.1.4

Bohren

en: boring operation

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

3.1.5

numerische Steuerung

NC, en: numerical control

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

[QUELLE: ISO 2806:1994, 2.1.1]

3.1.6

computergestützte numerische Steuerung

CNC, en: computerized numerical control

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

[QUELLE: ISO 2806:1994, 2.1.2]

3.1.7

manuelle Dateneingabe

MDI, en: manual data input

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

3.1.8

berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

BWS

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

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

3.1.9

aktive opto-elektronische Schutzeinrichtung

AOPD, en: active opto-electronic protective device

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

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

3.1.10

druckempfindliche Schutzeinrichtung

PSPD, en: pressure sensitive protective device

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

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die der PSPD zugeordnete sicherheitsbezogene Steuerung oder die PSPD selbst kann zudem sekundäre Schaltvorrichtung, Startverriegelung, Neustartverriegelung usw. umfassen.

3.1.11

sicherer Betriebshalt

SOS, en: safe operating stop

Funktion, die verhindert, dass der Motor um mehr als einen definierten Betrag von der Stillstandsposition abweicht, indem der Motor mit Energie versorgt wird, damit er äußeren Kräften standhalten kann

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem gesteuerten Stillsetzen entsprechend Stopp-Kategorie 2 nach IEC 60204-1, bei dem Drehmoment, Geschwindigkeit oder Rotationspositionen beibehalten und überwacht werden.

3.1.12

sicherer Halt 1

SS1, en: safe stop 1

Funktion, die:

- a) das Abbremsen des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und steuert, um den Motor zu stoppen und die *STO*-Funktion (3.1.14) auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt;
- b) die Abbremsung des Motors innerhalb der vorgegebenen Grenzen initiiert und überwacht, um den Motor zu stoppen und die *STO*-Funktion auslöst, wenn die Motordrehzahl unter eine bestimmte Grenze fällt; oder
- c) die Motorverzögerung einleitet und die *STO*-Funktion nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung auslöst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem gesteuerten Stillsetzen entsprechend Stopp-Kategorie 1 nach IEC 60204-1.

3.1.13

sicherer Halt 2

SS2, en: safe stop 2

Funktion, die:

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem gesteuerten Stillsetzen entsprechend Stopp-Kategorie 2 nach IEC 60204-1.

3.1.14

sicher abgeschaltetes Drehmoment

STO, en: safe torque off

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Power-Drive-System (PDS) liefert dem Motor keine Energie, die Drehmoment oder Kraft (im Falle eines Linearmotors) erzeugen kann, siehe auch IEC 61800-5-2:2016, 4.2.3.2.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem ungesteuerten Stillsetzen entsprechend Stopp-Kategorie 0 nach IEC 60204-1.

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

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

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

3.1.15

Richtungssteuerung

Betätigungsvorrichtung zur Auswahl und Aufrechterhaltung einer Bewegung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Richtungssteuerung kann ein Soft Key, ein Touch-Key, eine Drucktaster-Steuerung oder eine Art Drehtaster sein, z. B. zum Öffnen oder Schließen einer Tür oder für eine Bewegung im oder gegen den Uhrzeigersinn.

3.1.16

nicht brennbares kaltes Material

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

3.1.17

kurzer Aufenthalt

Verweildauer einer Person, die sich während einer Schicht von 8 h nicht länger als 1 h insgesamt und niemals länger als 10 min je Exposition im Gefährdungsbereich aufhält

3.1.18

Minimalmengenschmierung

MMS

Prozess, bei dem eine kleine Menge Schmierstoff an der Werkzeugschneide durch ein externes Sprühsystem oder ein Werkzeug-Sprühsystem aufgebracht werden

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Minimalmengenschmierung wird manchmal auch als Mikroschmierung bezeichnet.

3.1.19

manuelle Rückstellung

manuelle Rückstellfunktion

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

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

3.1.20

geöffnete trennende Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung in jeglicher nicht vollständig geschlossener Position

3.1.21

Teleservice

Maschinendiagnose (einschließlich Fehlersuche), Software-Aktualisierung und *Fernsteuerung* (3.1.22) von einem entfernten Service-Standort aus

3.1.22

Fernsteuerung

Steuerung der Maschinenbewegungen von einem entfernten Servicestandort aus

3.1.23

Not-Halt-Gerät

manuell betätigtes Steuergerät, das zur Auslösung einer Not-Halt-Funktion verwendet wird

[QUELLE: ISO 13850:2015, 3.3]

3.2 Bauarten von Maschinen

Unter Berücksichtigung der Anwendungen und der relevanten Gefährdungen werden die Maschinen in vier verschiedene Bauarten unterteilt.

3.2.1

Maschine der Bauart 1: manuell gesteuerte(s) Bohrwerk und Fräsmaschine ohne numerische Steuerung

Maschine, bei der die Achsbewegung durch Betätigung eines mechanischen Handrads gesteuert wird oder bei der die angetriebene Einzelachsbewegung durch mechanische, elektrische oder andere Mittel gesteuert wird, eine programmierte Mehrachsbewegung jedoch nicht möglich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Abbildung siehe Bild C.1 und Bild C.2.

3.2.2

Maschine der Bauart 2: manuell gesteuerte(s) Bohrwerk und Fräsmaschine mit begrenzter numerischer Steuerung

Maschine, die wie eine Maschine der Bauart 1 durch Verwendung mechanischer oder elektronischer Handräder oder als Maschine mit begrenzten NC-Fähigkeiten, die nicht zu einem/einer automatischen Programmablauf, automatisch eingeleitetem Werkzeugwechsel, unbegrenzt schnellen Achsbewegung und automatischem Werkstückwechsel oder Stangenvorschubsystem fähig sind, bedient werden kann.

Anmerkung 1 zum Begriff: Abbildung siehe Bild C.3 und Bild C.4.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Bauart von Maschinen kann mit einigen oder allen Merkmalen von Maschinen der Bauart 1 (manuelle Maschinen ohne NC) und einer eingeschränkten numerischen Steuerung (NC) ausgestattet sein, die es der Maschine ermöglicht:

— eine konstante Oberflächengeschwindigkeit (en: constant surface speed, CSS) bereitzustellen;

- eine Interpolation der Achsen (z. B. kopieren/vordefinierte Profilierung) durchzuführen;
- Gewindeschneidzyklen durchzuführen.

3.2.3

Maschine der Bauart 3: numerisch gesteuerte(s) Bohrwerk, Fräsmaschine und Bearbeitungszentrum
numerisch gesteuerte Maschine mit der Möglichkeit, programmierte Mehrachsbewegungen durchzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Abbildung siehe Bild C.5, Bild C.6 und Bild C.7.

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

Anmerkung 3 zum Begriff: Bearbeitungszentren können verschiedene Bearbeitungsverfahren ausführen, z. B. Drehen, Schleifen usw.

3.2.4

Maschine der Bauart 4: numerisch gesteuerte Transfer- und Sondermaschine

numerisch gesteuerte Maschine, welche nur zur Bearbeitung von vorgegebenen Werkstücken oder Werkstückfamilien mittels einer vorbestimmten Abfolge von Bearbeitungsvorgängen fähig ist

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

3.3 Teile von Maschinen

3.3.1

Station

<Transfermaschine> Bereich, der in jedem Arbeitsgang des Arbeitszyklus der Transfermaschine bearbeitet, einschließlich der Spannvorrichtungen, Einheiten, Spindelköpfe und anderer Mechanismen, die mit dem an einer bestimmten Station durchgeführten Prozess verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild C.11, Bild C.12 und Bild C.13.

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

Station 1:	Ladestation
Station 2:	Bearbeitungsstation
Station 3:	Messstation
Station 4:	Leerlaufstation
Station xx:	Entladestation

3.3.2

elektronisches Handrad manueller Pulsgenerator

MPG

manuell betätigte Steuervorrichtung, die eine Achsbewegung durch Impulserzeugung an die *numerische Steuerung* (3.1.5) während ihrer Drehung einleitet und aufrechterhält

3.3.3

Werkstückrüstplatz

Maschinenbereich, in dem das Werkstück be- und entladen wird

3.3.4

Werkstückzuführeinrichtung

typischerweise in Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4 vorhandene Einheit, die das im Arbeitsbereich befindliche Werkstück gegen ein zweites Werkstück austauscht

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

3.3.5

Werkstückbe- und -entladeeinrichtung

Mechanismus, welcher der Maschine Werkstücke zuführt oder entnimmt

3.3.6

Vorschubachse

Achse zum Zustellen eines Schneidwerkzeugs oder eines Werkstücks

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

3.3.7

Arbeitsbereich

Bereich, in dem der Zerspanungsprozess stattfindet

3.3.8

zugänglicher Gefährdungsbereich

Gefährdungsbereich einer Maschine, bei der eine stationäre Standposition mit Ganzkörperzugang bei der bestimmungsgemäßen Verwendung erforderlich ist (z. B. begehbare Arbeitsbereich)

3.3.9

Spindel

Antriebssystem für ein rotierendes Schneidwerkzeug (Werkzeugspindel)

3.3.10

Werkstückspindel

Antriebssystem für ein rotierendes Werkstück

3.3.11

Gegenspindel

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

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

3.4 Betriebsarten

3.4.1

Betriebsart

MO, en: mode of operation

bietet einen bestimmten Umfang an Maschinenfunktionen unter vordefinierten Schutzmaßnahmen

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

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

3.4.2

Betriebsartauswahlsystem

MO-Auswahlsystem

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

3.4.2.1

Zugangseinrichtung für Betriebsart

MO-Zugangseinrichtung

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

3.4.2.2

Betriebsartenwahlschalter

MO-Auswahleinrichtung

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

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

3.4.2.3

Aktivierungseinrichtung für Betriebsart

MO-Aktivierungseinrichtung

Einrichtung, die eine ausgewählte Betriebsart aktiviert

3.4.3

Betriebsart 0

MO 0

Betrieb der Maschine durch den Bediener mit nicht-automatischem Mehrachsenbetrieb, bei dem der Bediener die Kontrolle über den Bearbeitungsprozess hat, ohne vorprogrammierte Mehrachsenoperationen zu verwenden

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bewegung von Achsen kann durch Richtungssteuerung oder andere Mittel gesteuert werden.

3.4.4

Betriebsart 1

MO 1

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

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

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

3.4.5

Betriebsart 2

MO 2

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

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

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

3.4.6

Betriebsart 3

MO 3

begrenzter Automatikbetrieb (feste Abfolge einzelner aufeinanderfolgender Schritte), der vom Bediener ausgelöst wird und eine manuelle Steuerung oder einen numerisch gesteuerten Maschinenbetrieb bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen und/oder außer Kraft gesetzten nichttrennenden Schutzeinrichtungen ermöglicht

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

3.4.7

Servicebetrieb

MO Service

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

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

3.5 Maximal zulässige Spindeldrehzahl und Vorschubgeschwindigkeit

3.5.1

maximale Spindeldrehzahl

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

3.5.2

sicher begrenzte Geschwindigkeit

SLS, en: safely limited speed

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

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

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

4.1 Allgemeines

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

4.2 Hauptgefährdungsbereiche

Die Hauptgefährdungsbereiche sind die folgenden:

- a) Arbeitsbereiche mit sich bewegender/bewegenden Spindel(n) und Werkstück(en), Spannkomponenten für Werkstück- und Werkzeugspannung, Kopiereinheit(en), Werkstück- und Werkzeugrüstplatz/-plätze, Kühlmittel unter hohem Druck, Sondermessgeräte (z. B. Laser);
- b) Handhabungsgeräte zum Be- und Entladen von Werkstücken;

- c) Werkzeugmagazine und Werkzeugwechsler;
- d) Bereich um den Späneförderer herum (falls dieser integriert ist);
- e) freiliegende Getriebe;
- f) freiliegende Nockenantriebe;
- g) Leitspindel;
- h) Zugspindel;
- i) Kugelgewindetrieb;
- j) Linear- und Rotationsantriebe.

4.3 In diesem Dokument behandelte Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Die signifikanten Gefährdungen, welche in diesem Dokument behandelt werden, sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1 — Liste der signifikanten Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
1	Mechanische Gefährdungen			
1.1	Annäherung eines sich bewegenden Elements an einen feststehenden Teil	Manuelle Tätigkeiten zwischen dem Bereich des Werkzeugs und Teilen der Maschine, für Fräsanwendungen, insbesondere die Werkstückaufnahme oder zwischen Werkzeug und Werkstück	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	5.1 5.2
		Manueller Betrieb zwischen den Bereichen der Wechselmechanismen, z. B. Werkzeugwechsler/Werkstückwechsler oder Palettenwechsler	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen	
		Vorschubbewegung des Werkzeugs zum Werkstück	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Herausschleudern von Teilen	5.1 5.2
		Manuelle Tätigkeiten in der Nähe der Werkstück- oder der Maschinenspindel	Gefährdung durch Erfassen	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
		Spannen von Werkzeugen und Werkstücken	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	5.2.5
1.2	bewegliche Elemente	Tätigkeiten in der Nähe bewegter Achsen und im Bereich automatischer Be- und Entladeeinrichtungen während der Bearbeitung, dem Einrichten, der Wartung, der Instandsetzung und der Reparatur Tätigkeiten am Werkzeugwechsler, Werkstückwechsler, Palettenwechsler Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen	Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Einziehen oder Fangen Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	5.1 5.2
1.3	rotierende Elemente	Unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder dem rotierenden Werkstück oder der Werkzeugreinigungsvorrichtung	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2
1.4	schneidende Teile, scharfe Kanten	Unbeabsichtigter Kontakt mit scharfen Kanten von Maschinenteilen, des Werkstücks oder des Werkzeugs	Gefährdung durch Ein- oder Durchstich Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	5.1 5.2
1.5	herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände	Herausschleudern oder Herabfallen von Arbeitsmaterial und Spänen während der Bearbeitung, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels, der Wartung oder dem Abschalten — herabfallendes Werkstück; — Bruch des Werkzeugs; — herausgeschleuderte(s), gebrochene(s) Maschinenteil(e) an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Ein- oder Durchstich	5.1 5.2 5.8 5.11 Anhang A, Anhang B

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
1.6	Schwerkraft	Herabfallende bewegliche Maschinenelemente während des Einrichtens, z. B. beim Werkzeugwechsel oder beim Werkstückwechsel, und schwerkraftbelastete vertikale Achsen Bruch während der Bearbeitung Fallenlassen oder Fallen von Maschinenelementen während des Transports oder dem Einrichten, z. B. bei Aktivitäten in der Nähe schwerkraftbelasteter Achsen Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Gefährdung durch Stoß	5.2.5.5 5.2.5.6 Anhang G
1.7	Höhe vom Boden	Sturz von hoch gelegenen Arbeitsplätzen	Gefährdung durch Stoß, Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	5.14
1.8	hoher Druck	An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine Inbetriebnahme und Arbeiten an Kühlmittelanlagen	Eindringen von unter Druck stehenden Medien in die Haut oder die Augen	5.8.1 b) 5.8.1 c)
1.9	mangelnde Standsicherheit	Unbefestigte Maschine oder Fallen von Maschinenteilen oder Kippen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine	Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	5.12

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

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

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
7.4	entflammbarer Staub	Bei Tätigkeiten mit: — brennbarem Staub, z. B. Aluminium-, Titan- oder Magnesiumspänen und/oder — brennbarem Kühlschmierstoff, z. B. ölhaltigem Kühlschmierstoff	Gefährdung durch Feuer und Explosion, Verbrennungen	5.6 Anhang E Anhang F
8	Ergonomische Gefährdungen			
8.1	Gestaltung oder Position visueller Anzeigergeräte	Fehlbeurteilung der angezeigten Informationen am Arbeitsplatz des Bedieners	alle weiteren (z. B. mechanischen, elektrischen) Probleme durch menschliches Fehlverhalten	5.7
8.2	Gestaltung, Position oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen	Fehlbedienung der Maschine am Arbeitsplatz des Bedieners		5.7
8.3	Überanstrengung	bei Steuerungseinrichtungen und während der Handhabung unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein während des Werkstück- oder Werkzeugwechsels unzulängliche Berücksichtigung der Körperhaltung während Wartungsaufgaben	Ermüdung	5.7
8.4	Körperhaltung		Störung des Bewegungsapparates	5.7
8.5	wiederholende Tätigkeiten		Ermüdung, Motivation zum Umgehen von Schutzeinrichtungen	5.7
8.6	Sichtbarkeit, lokale Beleuchtung	Tätigkeiten beim Handhaben/Positionieren von Werkstücken und Werkzeug, beim Be- und Entladen, beim Einrichten der Maschine, beim Werkzeugwechsel und bei der Wartung	Beeinträchtigung der Urteilsfähigkeit und Genauigkeit manueller Tätigkeit Ermüdung menschliches Fehlverhalten	5.7

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
8.7	Menschliches Fehlverhalten/ menschliches Verhalten	vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine fälschliche Handhabung des Arbeitsmaterials und des Fräswerkzeugs unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes und/oder Organisation des Bearbeitungsprozesses unzureichende Berücksichtigung der Anatomie von Hand, Arm oder Fuß, Bein fehlerhafte Montage	alle oben aufgeführten Gefährdungen	5.10
9	Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine			
9.1	elektromagnetische Interferenz	unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen sowie unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf)	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, Fangen, Erfassen	5.8.8
10	Kombination von Gefährdungen			
10.1	Ausfall der Energieversorgung	Fallen oder Herausschleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder Werkzeug Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Gefährdung durch Stoß	5.8 5.9
10.2	Wiederherstellen der Energieversorgung nach einer Unterbrechung	unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen) sowie unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf	Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden Gefährdung durch Erfassen	5.8 5.9

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und Gefährdungsbereiche	Mögliche Folgen	Relevanter Unterabschnitt in diesem Dokument
10.3	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	<p>Herunterfallen oder Heraus-schleudern von bewegten Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstück oder einem Werkzeug</p> <p>Nichtausführung des Stillsetzens von bewegten Teilen</p> <p>unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Veränderung der Geschwindigkeit)</p> <p>unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf</p> <p>andere gefährdende Ereignisse wegen Versagens oder mangelhafter Gestaltung der Steuerung</p>	<p>Gefährdung durch Einziehen oder Fangen</p> <p>Gefährdung durch Ein- oder Durchstich</p> <p>Gefährdung durch Reiben und Abschürfen</p>	<p>5.8</p> <p>5.9</p>

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den Anforderungen dieses Abschnitts müssen Maschinen für relevante, aber nicht signifikante Gefährdungen, die in diesem Dokument nicht behandelt werden, nach den Grundsätzen von ISO 12100 konstruiert werden.

Die ausgewählte Schnittgeschwindigkeit der Maschine darf nicht die maximal erlaubte Schnittgeschwindigkeit des verwendeten Werkzeugs überschreiten.

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für gefährdende Bewegungen im Arbeitsbereich müssen die Anforderungen nach Tabelle J.18 erfüllen.

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für gefährdende Bewegungen im Wartungsbereich müssen die Anforderungen nach Tabelle J.19 erfüllen.

Anwendbare Sicherheitsfunktionen für die Schnittstelle zu Be-/Entladeanwendungen müssen die Anforderungen nach Tabelle J.20 erfüllen.

5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

5.1.2.1 Allgemeines

Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen.

5.1.2.2 Feststehende trennende Schutzeinrichtungen

Es gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wo feststehende trennende Schutzeinrichtungen am Boden befestigt sind (z. B. Umzäunung), müssen diese eine Höhe von mindestens 1 400 mm sowie einen Abstand in Übereinstimmung mit ISO 13857:2019, Tabelle 2, haben, um einen Zugang zum Gefährdungsbereich zu verhindern. Jede Öffnung zwischen der Unterseite der trennenden Schutzeinrichtung und dem Boden darf 200 mm nach ISO 11161:2007, 8.5.2, nicht überschreiten.
- b) Der Zugang zu mechanischen Kraftübertragungsantrieben (z. B. Ketten und Kettenräder, Getriebe, Vorschubspindeln, Kugelgewindetriebe usw.) muss durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen in Übereinstimmung mit ISO 14120:2015 verhindert werden oder indem der Aufbau der Maschine als feststehende trennende Schutzeinrichtung fungiert. Öffnungen in den trennenden Schutzeinrichtungen und deren Abstand zum Gefährdungsbereich müssen in Übereinstimmung mit ISO 13857:2019 konstruiert sein.

5.1.2.3 Manuell betätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein.

- a) Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen müssen zum Verhindern des Zugangs zum Gefährdungsbereich, in denen gefährdende Maschinenbewegungen stattfinden, mit oder ohne Zuhaltung in Übereinstimmung mit ISO 14119:2013 verriegelt werden. Es muss sichergestellt sein, dass der Gefährdungsbereich beim Öffnen einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung nicht erreicht werden kann, bevor die gefährdende Maschinenbewegung in Übereinstimmung mit ISO 13855:2010, Abschnitt 9 zum Stillstand gekommen ist. Die Auswahl der Verriegelungseinrichtungen muss in Übereinstimmung mit ISO 14119:2013, Abschnitt 6, erfolgen. Die Sicherheitsfunktion zum Entsperren der Zuhaltung muss die Anforderungen nach Tabelle J.17 (17.2) erfüllen.
- b) Ein festgestellter Mangel in der Verriegelungseinrichtung, d. h. in der Funktion oder Anordnung, muss zu einem Stopp der Maschine führen, ausgelöst durch eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion entsprechend Anhang J. Nur für Steuerungen mit integrierter Sicherheitstechnik entspricht SOS nach IEC 61800-5-2 den vorgenannten Anforderungen (SS2). Diese Maßnahme gilt nicht in allen Fällen, in denen der Stopp selbst auch mit Fehler belastet ist (z. B. Energieverlust).
- c) Das Öffnen einer trennenden Schutzeinrichtung muss die Einleitung der Sicherheitsanforderungen des ausgewählten MO auslösen.
- d) Ist eine nachlaufende Bewegung (z. B. Nachlauf der Spindel) nach Ausfall der Energieversorgung zu erwarten, muss der Zugang zur Maschine durch eine Zuhaltung im energielosen Zustand verhindert werden.
- e) Es müssen Maßnahmen zur Minimierung einer möglichen Umgehung von Verriegelungseinrichtung(en) ergriffen werden (siehe ISO 14119:2013, Abschnitt 7).
- f) Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit einer Start-Funktion (Steuerungsfunktion) dürfen nur dann verwendet werden, wenn alle Anforderungen nach ISO 12100:2010, 6.3.3.2.5, erfüllt sind.

5.1.2.4 Kraftbetätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

5.1.2.4.1 Allgemeines

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

Bewegungen von schwerkraftbelasteten kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtungen dürfen bei Ausfall der Energieversorgung nicht zu einer Gefährdungssituation führen, z. B. durch Rückschlagventile, Sperr- oder Klemmvorrichtungen oder Bremsen.

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

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

5.1.2.4.2 Kraftbetätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, bei denen die Bewegung automatisch durch die Steuerung aufrechterhalten wird

a) Maschinen ohne zugänglichen Gefährdungsbereich

Kraftbetätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 12100:2010, 6.3.3.2.6, und ISO 14120:2015, 5.2.5.4, entsprechen und mit einer Schutzeinrichtung zur Vermeidung von Gefährdungen durch Scheren an der Vorderkante ausgestattet sein oder über runde Kanten mit einem Radius von mindestens 2 mm für jede Kante und einem kombinierten Radiuswert (Summe der beiden Radien) von mindestens 6 mm verfügen. Handelt es sich bei einer Seite um eine ebene Fläche, so muss diese Seite mehr als 30 mm breit sein, und die andere Seite muss einen Mindestradius von 6 mm haben.

- Wenn druckempfindliche Kanten vorgesehen sind, müssen diese an die Gesamtlänge der Vorderkante bis zu einer maximalen Höhe von 2 700 mm über dem Boden oder der Plattform angebaut sein (ISO 13857:2019, 4.2.1.2). Die druckempfindliche Kante muss in Übereinstimmung mit ISO 13856-2 sein. Beim Öffnen dürfen keine Gefährdungen durch Quetsch- und Scherkanten entstehen.
- Wenn reduzierte Kräfte eingesetzt werden, darf die Kraft, welche die trennende Schutzeinrichtung am Schließen hindert, 75 N nicht überschreiten und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung darf 4 J nicht überschreiten. Ist die trennende Schutzeinrichtung mit einer nicht-trennenden Schutzeinrichtung ausgestattet, die bei Betätigung automatisch ein Wiederöffnen der trennenden Schutzeinrichtung einleitet, darf sich dies auf maximal 150 N und die kinetische Energie auf maximal 10 J belaufen.

Die Begrenzung der Energie und der Kräfte muss entsprechend ISO 14120 erfolgen und die Länge des Zeitraums muss EN 16005 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Die Kraft kann z. B. mit einer Vorrichtung gemessen werden, die aus einem Kolben mit einer auf eine Feder wirkenden Skala und einer glatten Hülse besteht, die es ermöglicht, den äußersten Punkt der Bewegung im Moment des Aufpralls zu messen. Mit einer einfachen Berechnung kann die Skala ermittelt werden, die den angegebenen Grenzwerten entspricht (siehe EN 81-1:1998+A3:2009, 7.5.2.1.1.2).

b) Maschinen mit zugänglichem Gefährdungsbereich

Zusätzlich zu 5.1.2.4.2 a) müssen weitere zusätzliche Maßnahmen nach 5.2.3.2 b) vorgesehen sein, um ein Einschließen im Gefährdungsbereich zu verhindern, und ein Startbefehl zum Schließen der kraftbetätigten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung darf nur von außerhalb des zugänglichen Gefährdungsbereiches möglich sein.

ANMERKUNG 2 Die Anforderungen nach 5.1.2.4.2 gelten auch, wenn Bewegungen von kraftbetätigten beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen durch einen Drucktaster, einen Softkey, eine M-Funktion, einen Touchscreen usw. ausgelöst werden.

5.1.2.4.3 Manuell gesteuerte kraftbetätigte bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen

Bei handbetätigten kraftbetätigten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen muss eine der folgenden Schutzmaßnahmen vorgesehen werden:

- a) manuelle Betätigung der kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtung durch eine Zweihandsteuerung (ISO 13851). Das Bedienfeld des Bedieners muss bei Bewegung der kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtung feststehen und die Betätigungseinrichtungen der Zweihandschaltung müssen sich in ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich nach ISO 13855:2010, Abschnitt 8, befinden: mindestens 100 mm bei angemessener Abdeckung der beiden Tasten B1 (erste Hand) und B2 (zweite Hand) einer Zweihandschaltung;
- b) manuelle Betätigung der kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtung mittels Zustimmungseinrichtung (siehe ISO 12100) und Richtungssteuerung:
 - ein Mindestabstand zum Gefährdungsbereich ist für den Bediener nicht vorgeschrieben;
 - Zustimmungseinrichtung und Richtungssteuerung sind an einem Bedienpult oder an einem tragbaren manuellen Bedienpult befestigt, um dem Bediener eine vollständige Sicht auf den Gefährdungsbereich zu ermöglichen;
 - sofern nur eine Gefährdung durch Stoß (Spalt > 300 mm) besteht, ist eine Fahrgeschwindigkeit bis zu 25 m/min zulässig;
 - wenn der Spalt zwischen der beweglichen kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtung und der festen trennenden Schutzeinrichtung unter 300 mm beträgt und eine Gefährdung durch Quetschen oder Scheren vorliegt, ist eine maximale Fahrgeschwindigkeit von nur 5 m/min zulässig;
 - durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung (erste Hand) oder der Richtungssteuerung (zweite Hand) muss der Antrieb, eingeleitet durch eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion, abhängig von der Betriebsart, stillgesetzt werden; oder
- c) manuelle Bedienung der kraftbetätigten trennenden Schutzeinrichtung mittels einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung. Der Ort der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss mindestens 2,10 m vom Rand der trennenden Schutzeinrichtung entfernt sein, oder es müssen technische Schutzmaßnahmen wie in 5.1.2.4.2 a) beschrieben vorhanden sein. Durch das Loslassen der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss der Antrieb, eingeleitet durch eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion, abhängig von der Betriebsart, stillgesetzt werden.

5.1.3 Anforderung für schwerkraftbelastete Achsen

Es sind Maßnahmen vorzusehen, die eine gefahrbringende Bewegung von Vertikal- oder Schrägachsen unter Schwerkraft verhindern, z. B. redundantes Haltesystem, Bremsen, Gewichtsausgleich nach Anhang G. Anforderungen an Sicherheitsfunktionen, z. B. Steuerungsfunktion, zur Verhinderung unbeabsichtigter Abwärtsbewegungen von Vertikal- oder Schrägachsen siehe Tabelle J.3.

5.2 Spezifische Anforderungen infolge mechanischer Gefährdungen

5.2.1 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 1

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

- a) Zum Verhindern eines Zugangs zum Werkzeug (siehe Bild D.1) müssen einstellbare trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen werden. Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119:2013 entsprechen.
- b) In Bezug auf Handräder müssen Gefährdungen durch Einklemmen, Fangen und Stoß infolge der Kraftrotation von Handrädern verhindert werden, z. B. durch automatische Auskupplung oder durch den Einsatz von Scheibenhandrädern (keine Speichen) entweder ohne Stifte oder abgefedert zu einer sicheren Position der Stifte.

- c) Schutzkleidung und Schulung sind wichtig. Da der Bediener nicht vollständig vor Gefährdungen herausgeschleudeter Teile aus dem Arbeitsbereich geschützt ist, muss ein besonderes Augenmerk auf die Dokumentation gelegt werden, d. h. auf die Bedienungsanleitung, um sicherzustellen, dass der Bediener die geforderte Qualifikation hat und die persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet, z. B. Schutzbrillen, enganliegende Kleidung usw. [(siehe Anweisungen in 6.3.1 q)] benutzt.
- d) Der kontinuierlich angetriebene Achsvorschub darf 2 m/min nicht überschreiten und/oder der durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitete Eilvorschub darf 5 m/min nicht überschreiten.

Wenn Maschinen der Bauart 1 eine kontinuierliche Vorschubgeschwindigkeit der angetriebenen Achsen von mehr als 2 m/min und/oder eine mit selbsttätiger Rückstellung geregelte Eilganggeschwindigkeit der Achsen von mehr als 5 m/min aufweisen, gelten die Anforderungen nach 5.2.2 für Maschinen der Bauart 2 auch für Maschinen der Bauart 1.

5.2.2 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 2

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

- a) Der Arbeitsbereich muss mit feststehenden und/oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung(en) geschützt werden (siehe Bild D.2). Trennende Schutzeinrichtungen müssen ISO 14120 entsprechen, die Verriegelung muss ISO 14119:2013 entsprechen. Eine Zuhaltung (siehe ISO 14119) muss vorhanden sein, wenn das Öffnen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung den Zugang zu Gefährdungen während des Abbremsens (d. h. des Nachlaufens) ermöglicht (siehe ISO 13855:2010, Abschnitt 9).
- b) Maschinenbewegungen [außer im Fall von 5.2.2 c) dürfen nur möglich sein, wenn die verriegelte(n) bewegliche(n) trennende(n) Schutzeinrichtung(en) geschlossen ist/sind. Das Öffnen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung muss die gefährdenden Bewegungen zum Stillstand bringen und ein Ingangsetzen verhindern. Das Stillsetzen in Kategorie 0 oder Kategorie 1 muss entsprechend IEC 60204-1:2016, 9.2.3.3, erfolgen. Für die Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllen SOS, SS2, SS1 und STO in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2 die oben genannten Anforderungen.
- c) Wenn kraftgetriebene Maschinenbewegungen bei geöffneter beweglicher trennender Schutzeinrichtung erforderlich sind (z. B. beim Einrichten), sind diese Bewegungen nur mit den folgenden Einschränkungen zulässig:
 - 1) der Achsvorschub muss auf 2 m/min begrenzt sein und mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden (ISO 12100:2010, 3.28.3).
 - 2) die Spindelumdrehung muss mit einer der folgenden Maßnahmen eingeleitet und aufrechterhalten werden:
 - eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung;
 - eine Spindelstartvorrichtung zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung. Wenn eine manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt vom Befehl „Zyklusstart“, ausgeführt wird, darf die Achs- und Spindelbewegung nur bei betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss nach Anhang J eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion einleiten. Für die Steuerung mit integrierter Sicherheitstechnik erfüllen SOS, SS1, SS2 und STO in Übereinstimmung mit IEC 61800-5-2 diese Anforderung.
 - 3) die Drehzahl der Spindel muss durch die Fähigkeit begrenzt sein, die Drehbewegung anzuhalten, während die bewegliche trennende Schutzeinrichtung offen ist und die Sicherheitsfunktionen

greifen. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel innerhalb von 2 Umdrehungen ohne Werkzeug stillstehen. Bei Stromausfall oder Fehlern in der Steuerung oder den Antriebselementen ist ein Nachlauf des Spindelantriebs zulässig.

- d) Um den Zugang zu beweglichen Maschinenelementen zu verhindern, müssen eine oder mehrere feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorhanden sein, wenn
- Gefährdungen durch Stoß bestehen und die Lineargeschwindigkeit 15 m/min überschreitet oder
 - Gefährdungen durch Quetschen, Scheren oder Fangen bestehen und die Lineargeschwindigkeit 2 m/min übersteigt.

Die Sicherheitsabstände für trennende Schutzeinrichtungen, durch die verhindert werden soll, dass der Bediener oder andere exponierte Personen in den Gefährdungsbereich gelangen, müssen ISO 13857:2019, Tabelle 4 bis Tabelle 7, entsprechen.

5.2.3 Schutzmaßnahmen für Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4

5.2.3.1 Zugang zum Arbeitsbereich

Schutzeinrichtungen müssen zur Verminderung der in Tabelle 1 aufgeführten Risiken (z. B. Erfassen, Quetschen, Scheren usw.) vorgesehen werden. Dies geschieht durch Verhindern eines Zugangs zu gefährlichen Teilen/Bereichen der Maschinen (siehe Abschnitt 4). Allgemeine Leitlinien zur Auswahl von Schutzeinrichtungen, wenn die von den beweglichen Teilen ausgehenden Gefährdungen nicht durch die Konstruktion vermieden werden können, sind in 5.1.2 und in ISO 12100:2010, 6.3, enthalten. Merkmale trennender Schutzeinrichtungen zur Minimierung der Gefährdungen durch herausgeschleudernde Teile siehe 5.11.

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

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

- für BWS: IEC 61496-1, IEC 61496-2, IEC 61496-3;
- für PSPD: ISO 13856-1:2013, ISO 13856-2:2013, ISO 13856-3.

ANMERKUNG BWS siehe 3.1.8 und PSPD siehe 3.1.10.

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

5.2.3.2 Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen

Die Eigenschaften von trennenden Schutzeinrichtungen und die spezifischen Anforderungen an Maschinen der Bauart 3 und der Bauart 4 sind folgende.

- a) Wenn eine routinemäßige Beobachtung des Bearbeitungsprozesses erforderlich ist (d. h. mehr als einmal je Schicht), müssen Maßnahmen (z. B. Fenster) getroffen werden, so dass dies ohne die Notwendigkeit des Öffnens, Entfernens oder Unterbrechens der trennenden, den Arbeitsbereich absichernden, Schutzeinrichtung oder anderer nichttrennender Schutzeinrichtung(en) erreicht werden kann (siehe auch Tabelle 1, 8.6 zu Sichtbarkeit und lokaler Beleuchtung).
- b) Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen: Wenn Personen Ganzkörperzugang haben können oder sich in dem/den Gefährdungsbereich(en) aufhalten können, ohne für den Bediener sichtbar zu sein,

müssen Maßnahmen zur Verhinderung eines Neustarts getroffen werden. Hierbei kann es sich um folgende Maßnahmen handeln:

- anwesenheitserkennende Schutzeinrichtung,
- Verhindern des Schließens der Tür durch technische Maßnahmen (z. B. gesichert durch Blockieren der Verriegelungseinrichtung mit Vorhängeschloss);
- Doppelquittierung (innerhalb und außerhalb der nichttrennenden Schutzeinrichtung);

ANMERKUNG Eine Methode zur Durchführung einer speziellen Lösung des Rücksetzens ist die Verwendung eines zweiten Rücksetz-Stellteils. In diesem Fall wird die Rücksetzfunktion innerhalb des Gefährdungsbereichs durch den ersten Betätiger in Kombination mit einem zweiten Rücksetz-Stellteil, das sich außerhalb des Gefährdungsbereichs (in der Nähe der Schutzeinrichtung) befindet, ausgelöst. Dieser Rücksetzvorgang wird innerhalb einer begrenzten Zeit durchgeführt, bevor die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung einen separaten Wiederanlaufbefehl akzeptieren (siehe ISO 11161:2007, 8.9).

- Bestätigung von einer Position, von der der Gefährdungsbereich einsehbar ist (unmittelbare Aktivierung der Zuhaltung);
 - Das unbeabsichtigte Schließen von Schutzeinrichtungen und Einschließen von Personen muss verhindert werden, z. B. durch Schwerkraft- oder Federbetätigung oder mit Loch für Vorhängeschloss.
- c) Wenn Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung verwendet werden, muss die Zuhaltung durch Einschalten entriegelt werden (ISO 14119:2013, 4.3.3, Bild 5 a) c)). Wenn ein zugänglicher Gefährdungsbereich vorhanden ist, muss eine Fluchtentriegelung (ISO 14119:2013, 5.7.5.2) in Kombination mit einer manuellen Rückstellung der Verriegelungseinrichtung vorgesehen werden, wenn eine Entriegelung durch Einschalten nach ISO 14119:2013, 4.3.3, Bild 5 a) verwendet wird.
- d) Alternativen zu Umhausungen: Wenn eine Umhausung vernünftigerweise nicht durchführbar ist (z. B. aufgrund der Größe des Werkstücks, seiner Geometrie, anderer spezieller Eigenschaften der Maschine oder ihrer Anwendung), müssen die Bediener und andere exponierte Personen durch eine Kombination anderer Maßnahmen geschützt werden (z. B. durch eine Kabine geschützte Bedienerposition, Einzäunung, andere nichttrennende Schutzeinrichtungen). Wenn z. B. externe Geräte (z. B. Kran) zum Beladen/Entladen einer großen Maschine mit Werkstücken zum Einsatz kommen, sind eine Kabine und eine Einzäunung praktischere Schutzeinrichtungen als eine Umhausung. Weitere Informationen zu Bedienerkabinen und Einzäunung siehe 5.15.

5.2.4 Betriebsart (MO)

5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

In Tabelle 2 werden die verschiedenen in diesem Dokument genormten Betriebsarten (MO, en: mode of operation) den in diesem Dokument definierten Maschinenbauarten (Maschinen der Bauart 1 bis Bauart 4) zugewiesen. Genormte Betriebsarten dürfen sein:

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

Tabelle 2 — Übersicht zu den Bauarten der Maschinen sowie den Betriebsarten

Betriebsart (MO)	Bauart 1 Manuell gesteuerte(s) Bohrwerk und Fräsmaschinen ohne numerische Steuerung	Bauart 2 Manuell gesteuerte(s) Bohrwerk und Fräsmaschinen mit begrenzter numerischer Steuerung	Bauart 3 Numerisch gesteuerte(s) Bohrwerk, Fräsmaschinen und Bearbeitungs- zentren	Bauart 4 Numerisch gesteuerte Transfer- und Sonder- maschinen
MO 0 manueller Betrieb	inhärent	obligatorisch	nicht zulässig ^b	nicht zulässig ^b
MO 1 Automatik- betrieb	nicht zulässig	obligatorisch siehe 5.2.2	obligatorisch	obligatorisch
MO 2 Einrichtbetrieb ^a	nicht zulässig	optional	obligatorisch	obligatorisch
MO 3 manueller Eingriff unter eingeschränkten Betriebs- bedingungen	nicht zulässig	nicht zulässig	optional	optional
MO Service^a Servicebetrieb	nicht zulässig	optional	optional	optional
<p>^a Zum Erteilen einer Zugangsberechtigung kann es notwendig sein, verschiedene Schlüsselschalter (oder andere geeignete Zugangswege) für eine Maschine bereitzustellen.</p> <p>ANMERKUNG 1 Beispiel für die Implementierung:</p> <p>Schlüssel 1: Zugang zum Einrichtbetrieb (und Automatikbetrieb) für das für das Einrichten zuständige Personal [siehe 6.3.1 a) 3)];</p> <p>Schlüssel 2: Zugang zum NC-Programmcode und zu den benutzerbezogenen NC-Parameteränderungen für angemessen ausgebildetes Personal [siehe 6.3.1 a) 3)].</p> <p>Schlüssel 3: Zugang zur Betriebsart 3 für angemessen ausgebildetes und autorisiertes Personal [siehe 6.3.1 a) 3)].</p> <p>Schlüssel 4: Zugang zur Betriebsart Service für ausgebildetes Servicepersonal des Maschinenanwenders [siehe 6.3.1 a) 3)].</p> <p>ANMERKUNG 2 Bei den meisten Anwendungen können der Schlüsselschalter 1 (Einrichtbetrieb) und Schlüsselschalter 2 (NC-Programmcodezugang) identisch sein.</p> <p>^b Manuelle Bearbeitung ohne NC-Fähigkeit ist in MO 1 möglich, siehe 5.2.4.4.</p>				

Bietet eine Maschine mehr als eine Betriebsart an, so muss sie mit einer MO-Auswahleinrichtung ausgestattet sein.

Die ausgewählte MO muss an der Maschine entsprechend 6.2.2 angezeigt werden.

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

Die Auswahl einer MO muss entsprechend Bild 1 erfolgen.

Das MO-Auswahlsystem besteht aus einem „Schutz vor Zugang“-System (en: security system) und einem Sicherheitssystem [in Bild 1 Sicherheitssystem (SRP/CS) genannt]. Der alleinige Zweck des „Schutz vor Zugang“-Systems ist das Verhindern eines unerlaubten Zugangs zum Sicherheitssystem, das die eigentliche MO-Auswahleinrichtung und die MO-Aktivierungseinrichtung umfasst. Das „Schutz vor Zugang“-System selbst ist kein sicherheitsbezogener Teil des Steuerungssystems (SRP/CS).

Auswahlsystem für die Betriebsarten (MO)

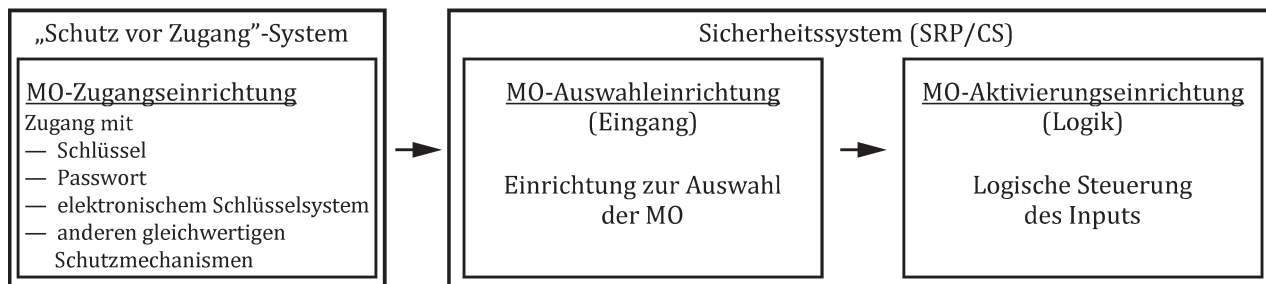


Bild 1 — Unterscheidung zwischen Schutz- und Sicherheitssystem

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

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

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

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

- Ist mehr als eine Position (Steuerpult) für die Auswahl der MO in einem Gefährdungsbereich mehrerer Maschinen oder in miteinander in Wechselwirkung stehender Teilmaschinen verfügbar und wird eine andere Betriebsart als MO 1 von einem beliebigen Steuerpult eines fest zugeordneten Gefährdungsbereiches ausgewählt, muss der Automatikzyklus für diesen ausgewählten Gefährdungsbereich unterbrochen werden, bevor ein Zugang zu diesem Gefährdungsbereich ermöglicht wird.
- Jede ausgewählte MO muss optisch angezeigt werden [z. B. durch optische Anzeige am Bedienpult, durch farbige Signallampen oder einen Text an der Benutzerschnittstelle (Mensch-Maschine-Schnittstelle, en: human machine interface, HMI)]. Siehe auch 6.2.2, Tabelle 6. In besonderen Fällen können, wenn nötig, auch akustische Signale eingesetzt werden (ISO 11161:2007, 8.10).
- Eine dynamische Betriebsartenauswahl ist bei laufender Maschine nicht zulässig. Ein dynamischer Übergang zwischen MO 1 und MO 3 ist nur auf Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4 anwendbar (siehe 5.2.4.6).

5.2.4.3 Betriebsart 0: manueller Betrieb (MO 0)

Wenn MO 0 ausgewählt ist, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Wenn verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen sind, darf die Spindelumdrehung nur manuell durch eine zu diesem Zweck vorgesehene Steuerungseinrichtung eingeleitet werden, wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wenn diese trennenden Schutzeinrichtungen offenstehen, darf die Spindelbewegung nur mit betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion der Spindelumdrehung einleiten.
- b) Vorschubbewegungen der Achse sind mit geschlossenen beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen möglich und die Verfahrgeschwindigkeit muss auf 5 m/min begrenzt sein. Eine Vorschubbewegung der Achse mit offenen verriegelten Schutzeinrichtungen am Tisch muss manuell auswählbar sein und darf nur durch Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung mit einer auf 2 m/min begrenzten Geschwindigkeit möglich sein.
- c) Eilgangbewegungen müssen manuell auswählbar sein und dürfen nur durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung möglich sein.
- d) Bei geregelten kraftbetriebenen Vorschubachsen ist der Vorschub bei jeweils nur einer Achse zulässig. Die Spindelumdrehung darf zeitgleich stattfinden. Das Loslassen der Zustimmungseinrichtung stoppt die Spindel- und Vorschubbewegung, die durch eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion ausgelöst wird.
- e) Anwendbare Sicherheitsfunktionen, die in Tabelle J.17 (17.7, 17.8) angeführt werden, müssen eingehalten werden.

5.2.4.4 Betriebsart 1: Automatikbetrieb (MO 1)

MO 1 ist die Standardbetriebsart für die Produktion, bei der die volle Leistung der Maschine genutzt werden kann. Die manuelle Bewegung der Maschinenachsen und die Bearbeitung bei laufendem Spindelantrieb ist zulässig, wenn alle Schutzeinrichtungen aktiv und die trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind. Wird MO 1 (Automatikbetrieb) ausgewählt, gelten vor dem Start der Maschine die folgenden Bedingungen:

- a) Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, durch die ein Zugang zum Arbeitsbereich ermöglicht wird, müssen geschlossen sein und die nichttrennenden Schutzeinrichtungen müssen aktiv sein, um einen Automatikbetrieb zu ermöglichen und aufrechtzuerhalten.
- b) Ist ein Ganzkörperzugang zum Gefährdungsbereich möglich, muss sichergestellt sein, dass sich in diesem Bereich keine Personen aufhalten. Kann nicht sichergestellt werden, dass Personen von der Position aus, an der die Steuerungseinrichtungen für den Start/Neustart platziert sind, gesehen werden können, müssen die Anforderungen nach 5.2.3.2 b) erfüllt werden.
- c) Werden mehrere Starteinrichtungen bereitgestellt und können sich die Bediener deshalb gegenseitig in Gefahr bringen, darf nur jeweils eine aktiviert sein [siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.8 e)]. Wenn es möglich ist, dasselbe gefährdende Element mittels unterschiedlicher Steuerungen zu starten, muss der Steuerkreis so angeordnet sein, dass jeweils nur eine Steuerung die Bedienhoheit hat.
- d) Für den Start/Neustart in MO 1 müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:
 - der Start/Neustart darf nur von einer Steuerungseinheit eingeleitet werden, bei der keine Gefährdung besteht;
 - die für diese Betriebsart relevanten nichttrennenden Schutzeinrichtungen, einschließlich ihrer sicherheitsbezogenen Funktionen, müssen ordnungsgemäß angeordnet und aktiv sein;
 - die Steuerungseinrichtung(en) für den Start/Neustart müssen so platziert sein, dass sie eine freie und ungehinderte Sicht auf Personen innerhalb des Gefährdungsbereiches ermöglichen.

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

5.2.4.5 Betriebsart 2: Einrichtbetrieb (MO 2)

5.2.4.5.1 Grundlegende Festlegungen

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

Beim Wechsel zu MO 2 von einer anderen MO muss der Arbeitszyklus zunächst unterbrochen werden, danach kann der Zugang zum Arbeitsbereich ermöglicht werden (z. B. durch Entriegelung der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung).

Bei Verwendung einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder eines elektronischen Handrads dürfen Einzelbewegung und Spindeldrehung nur bei Betätigung der Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden. Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung muss eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion nach Anhang J eingeleitet werden. Eine Zustimmungseinrichtung ist nicht erforderlich, wenn die Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder das elektronische Handrad die Sicherheitsanforderungen nach 5.8.6 erfüllt.

Wenn eine manuelle Dateneingabe (en: manual data input, MDI) gefolgt vom Befehl „Zyklusstart“ durchgeführt wird, dürfen Einzelachsen- und Spindelbewegungen nur bei betätigter Zustimmungseinrichtung eingeleitet und aufrechterhalten werden.

5.2.4.5.2 Funktionsumfang

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

- a) singuläre Linearvorschubbewegungen:
 - müssen auf ein Maximum von 2 m/min begrenzt sein (für Sicherheitsfunktion siehe Tabelle J.2 (2.4), Tabelle J.4 (4.10), Tabelle J.18 (18.5)); oder
 - die Bewegung muss in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen;
- b) für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel):
 - Umfangsgeschwindigkeiten müssen auf 15 m/min beschränkt werden (Sicherheitsfunktion siehe Tabelle J.2 (2.4), Tabelle J.4 (4.10), Tabelle J.18 (18.5)); und
 - die Drehzahl muss auf 50 min^{-1} beschränkt werden (siehe ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 d);
- c) die Spindeldrehzahl wird durch ihre Abbremsfähigkeit begrenzt. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel innerhalb von zwei Umdrehungen ohne Werkzeug zum Stillstand kommen;

ANMERKUNG Die zwei Umdrehungen beziehen sich nur auf den Weg/Winkel, der beim Abbremsvorgang zurückgelegt wird. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht eingeschlossen, z. B. ist das Loslassen der Zustimmungseinrichtung und der Steuerung jeweils nicht eingeschlossen.

- d) die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Achsvorschubbewegungen oder des schrittweisen Abstands [definiert in a), b) und c) oben] müssen überwacht werden (siehe 5.8.7 und Kontrolle der Geschwindigkeitsbegrenzung in Tabelle J.17 (17.3 und 17.4)). Bei Überschreitung der Geschwindigkeitsgrenze muss ein Stopp eingeleitet werden. Die Stoppfunktion der Bewegung muss durch eine sicherheitsbezogene Stoppfunktion entsprechend Anhang J eingeleitet werden;
- e) Bewegungen eines ungeschützten Späneförderers dürfen nur von einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einer Zustimmungseinrichtung (erste Hand) in Verbindung mit einer Richtungssteuerung (zweite Hand) (siehe J.11.2 bis J.11.3) eingeleitet und aufrechterhalten werden, jedoch nicht in Verbindung mit Vorschubachsen und Spindelbewegung;
- f) nur für Maschinen der Bauart 3 und Bauart 4: Automatische Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen müssen bei anstehenden Tätigkeiten im Arbeitsbereich gesperrt bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegung darf nur über die Wiederanwahl von MO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte einzelne Bewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jede Bewegung muss mit einem Startbefehl eingeleitet werden. Dies kann z. B. durch MDI erreicht werden;
- g) durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung [siehe 5.8.6 a)] muss eine sicherheitsbezogene Funktion nach Anhang J (als SF07-1 und SF07-2 gekennzeichnet) eingeleitet werden;
- h) Kühlmittelhochdruck muss verhindert sein (siehe Tabelle J.12).

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

5.2.4.6.1 Grundlegende Festlegungen

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

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

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

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

- Reinigung des Werkstücks, z. B. Entfernung von Spänen zur Verhinderung von Oberflächenkratzern;
- CNC/NC-Programmprüfungen, insbesondere Zyklusprüfungen mit höheren Geschwindigkeiten von Achsen und/oder Spindeln als die in MO 2 zulässigen, und die direkte Beobachtung bei offener trennender Schutzeinrichtung sind notwendig;
- Einsatz von kontaktbasierten Zentrierwerkzeugen an verdeckten Teilen, die von der Vorder- oder Rückseite des Werkstücks nicht einsehbar sind, wie z. B. „Kantentaster“ (Beobachtung des Berührungspunktes durch händisch gesteuerten Vorschub während der Rotation).

ANMERKUNG Der eingeschränkte Funktionsumfang in MO 3 (siehe 5.2.4.6.2) motiviert dazu, auf MO 1 zurückzuschalten, um die höhere Leistungsfähigkeit von MO 1 zu nutzen.

Bei der Auswahl der Betriebsarten MO 1 oder MO 3 sind folgende Abläufe einzuhalten.

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

5.2.4.6.2 Funktionsumfang

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

- a) Singuläre lineare Achsvorschubbewegungen müssen:
 - auf 5 m/min beschränkt sein; oder
 - in Schritten mit einer maximalen Schrittweite von 10 mm erfolgen.
- b) Für Rotationsachsen (einschließlich Werkstück und Werkstückspindel):
 - müssen Umfangsgeschwindigkeiten auf 15 m/min beschränkt sein; und
 - die Drehzahl muss auf 50 min^{-1} beschränkt werden [siehe ISO 23125:2015, 5.2.4.4.1 d)].
- c) Die zulässige Spindeldrehzahl muss von der Abbremsfähigkeit der Spindel abhängig sein. Nach einem Stoppbefehl muss die Spindel innerhalb von fünf Umdrehungen ohne Werkzeug stillstehen.

ANMERKUNG Die Anzahl von fünf Umdrehungen bezieht sich auf den Abbremsvorgang selbst. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht eingeschlossen, z. B. sind das Loslassen der Zustimmungseinrichtung und der Steuerung nicht eingeschlossen.
- d) Die Begrenzungen der Rotationsgeschwindigkeit oder der Vorschubbewegungen der Achse oder des schrittweisen Abstands [wie in a), b) und c) oben definiert] müssen überwacht werden [siehe 5.8.7 und Kontrolle der Höchstgeschwindigkeit in Tabelle J.17 (17.3 und 17.4)].
- e) Nicht programmierte Bewegungen müssen folgendermaßen durchgeführt werden.
 - 1) Die Spindeldrehung muss durch eine Steuerungseinrichtung zum Spindelstart zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung eingeleitet und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
 - 2) Achsenbewegungen müssen durch eine der folgenden Maßnahmen eingeleitet und aufrechterhalten werden:
 - Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung;
 - elektronisches Handrad; oder
 - manuelle Dateneingabe (MDI), gefolgt von einem Zyklusstart zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung.

- f) Die Ausführung eines Programms muss durch eine Steuerungseinrichtung zum Starten des Arbeitszyklus in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung eingeleitet und durch die Zustimmungseinrichtung aufrechterhalten werden.
- g) Bewegungen eines ungeschützten Späneförderers dürfen nur von einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder einer Zustimmungseinrichtung (erste Hand) in Verbindung mit einer Richtungssteuerung (zweite Hand) (siehe J.11.2 bis J.11.3) eingeleitet und aufrechterhalten werden, jedoch nicht in Verbindung mit Vorschubachsen und Spindelbewegung.
- h) Automatische Werkzeug- und Werkstückwechsellvorrichtungen müssen bei anstehenden Arbeiten im Arbeitsbereich gesperrt bleiben. Die Einleitung ihrer automatischen Bewegung darf nur über die Wiederanwahl von MO 1 möglich sein. Manuell gesteuerte einzelne Bewegungen von Werkzeug- und Werkstückwechseleinrichtungen sind in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung zulässig. Jede Bewegung muss mit einem Startbefehl eingeleitet werden. Dies kann z. B. durch MDI erreicht werden.
- i) Durch Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung [siehe 5.8.6 a)] muss eine sicherheitsbezogene Funktion nach Anhang J (als SF07-1 und SF07-2 gekennzeichnet) eingeleitet werden.
- j) Kühlmittelhochdruck muss verhindert sein (siehe Tabelle J.12).

ANMERKUNG Bei bestimmten Bearbeitungsprozessen, z.B. bei komplexen Werkstücken in der Einzelteillfertigung, kann es notwendig sein, dass der Bediener bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen den Bearbeitungsprozess beobachtet und/oder über die Steuereinrichtung korrigierend eingreift. Es ist daher möglich, dass der Einsatz einer Zustimmungseinrichtung über einen längeren Zeitraum aus ergonomischen Gründen nicht praktikabel ist oder dass die Einstellung mehrerer Parameter an der Steuereinrichtung die kontinuierliche Betätigung der Zustimmungseinrichtung verhindert. In diesem Fall kann durch weitere Schutzmaßnahmen eine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden. Aufgrund der Vielfalt der möglichen Bearbeitungsprozesse, die eine zusätzliche Betriebsart erfordern können, ist es im Rahmen dieses Dokuments nicht möglich, eine entsprechende Betriebsart zu normieren. Ein technischer Bericht zu diesem Dokument mit Beispielen für die Anwendung von Zusatzbetriebsarten ist in Vorbereitung.

5.2.4.7 Servicebetrieb (MO Service)

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

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

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

- wenn die Achsendrehzahl geringer als 15 m/min und sicher begrenzt in PLr = d, Kat. 3 (SLS) in Verbindung mit einem Startbefehl (PLr = b) und einer betätigten Override-Auswahleinrichtung ist, ist keine Zustimmungseinrichtung erforderlich.

3) Die Spindelrotation muss unter den folgenden Einschränkungen eingeleitet und aufrechterhalten werden:

- mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung; oder
- mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einem Startbefehl (PLr = b) und einer betätigten Override-Auswahleinrichtung.

4) Die Spindeldrehzahl hängt von der Abbremsfähigkeit der Spindel ab. Nach Loslassen der Zustimmungseinrichtung oder der Einrichtung mit selbsttätiger Rückstellung muss die Spindel innerhalb von fünf Umdrehungen ohne Werkzeug zum Stillstand kommen.

ANMERKUNG Die Anzahl von fünf Umdrehungen bezieht sich auf den Weg/Winkel der beim Abbremsvorgang zurückgelegt wird. Die Reaktionszeit des Bedieners ist nicht eingeschlossen, z. B. das Loslassen der Zustimmungseinrichtung und der Steuerung sind nicht eingeschlossen.

5) Ist eine Bewegung des Werkzeugwechslers und/oder Werkzeugmagazins vorgesehen, müssen Bewegungen eines automatischen Werkzeugwechsels oder eine Bewegung des Werkzeugmagazins durch eine Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet werden. Es muss möglich sein, die einzelnen Schritte nacheinander einzuleiten.

6) Wenn der Kühlschmierstoffdruck höher als 0,5 MPa ist, ist eine Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer dauerhaft betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zur Einleitung und Aufrechterhaltung der Kühlschmierstoffversorgung erforderlich.

7) Pneumatische oder hydraulische Bewegungen von Maschinenteilen müssen mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer dauerhaft betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden.

8) Werkzeugvermessungen mittels laserbasierter Verfahren sind nicht zulässig.

9) Bewegungen des Späneförderers müssen mit einer Zustimmungseinrichtung (PLr = d, Kat. 3) in Verbindung mit einer permanent betätigten Steuerungseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung eingeleitet und aufrechterhalten werden.

b) Es kann mehr als eine Vorschubachse bewegt werden.

c) Die Bewegungen der automatischen Werkstückwechselvorrichtungen müssen gegebenenfalls mit reduzierten Geschwindigkeiten durchgeführt werden. Die einzelnen Schritte müssen nacheinander eingeleitet werden.

5.2.5 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Maschinen

5.2.5.1 Zusätzliche Anforderungen an Werkzeugmagazin(e)

Ist die Maschine mit einem oder mehreren Werkzeugmagazinen ausgerüstet, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

a) Der Zugang zum Werkzeugmagazin muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen abgesichert werden. Wo eine routinemäßige Beobachtung des Werkzeugmagazins erforderlich ist, müssen Vorkehrungen (z. B. Fenster) bereitgestellt werden.