

DIN EN ISO 23125-1



ICS 25.080.10

Entwurf

Einsprüche bis 2023-12-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 23125:2015-04 und
DIN EN ISO 23125
Berichtigung 1:2016-08
Siehe Anwendungsbeginn

**Werkzeugmaschinen-Sicherheit –
Drehmaschinen –
Teil 1: Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 23125-1:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 23125-1:2023**

Machine tools safety –
Turning machines –
Part 1: Safety requirements (ISO/DIS 23125-1:2023);
German and English version prEN ISO 23125-1:2023

Sécurité des machines outils –
Machines de tournage –
Partie 1: Exigences de sécurité (ISO/DIS 23125-1:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 23125-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nwm@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM), Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 248 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (prEN ISO 23125-1:2023) wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“, Unterkomitee SC 10 „Safety“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV (Schweiz) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 122-10-03 AA „Sicherheit – Drehmaschinen“ im DIN-Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM), der maßgeblich an der Erarbeitung dieses Dokuments mitgewirkt hat und auch für die deutsche Übersetzung sorgte.

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

Dieses Dokument beschreibt den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz an Drehmaschinen. Es dient als Typ-C-Norm der Ausfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des Anhangs I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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

ISO 230-5:2000	siehe	DIN ISO 230-5:2006-03
ISO 702 (all parts)	siehe	DIN ISO 702 (alle Teile)
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 6385:2016	siehe	DIN EN ISO 6385:2016-12
ISO 8525:2008	siehe	DIN ISO 8525:2013-01
ISO 9241 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 9241 (alle Teile)
ISO 10218-2:2011	siehe	DIN EN ISO 10218-2:2012-06
ISO 11202:2010	siehe	DIN EN ISO 11202:2010-10
ISO 11204:2010	siehe	DIN EN ISO 11204:2019-10
ISO 12100:2010	siehe	DIN EN ISO 12100:2011-03
ISO 13849-1:2015	siehe	DIN EN ISO 13849-1:2016-06
ISO 13849-2:2012	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 13856-2:2013	siehe	DIN EN ISO 13856-2:2013-08

ISO 13856-3:2013	siehe	DIN EN ISO 13856-3:2013-12
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 14122-1:2016	siehe	DIN EN ISO 14122-1:2016-10
ISO 14122-2:2016	siehe	DIN EN ISO 14122-2:2016-10
ISO 14122-3:2016	siehe	DIN EN ISO 14122-3:2016-10
ISO 14122-4:2016	siehe	DIN EN ISO 14122-4:2016-10
ISO 14159:2002	siehe	DIN EN ISO 14159:2008-07
IEC 60204-1:2016	siehe	DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06
IEC 60825-1:2014	siehe	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1): 2022-07
IEC 61000-6-2:2016	siehe	DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2): 2019-11
IEC 62061:2021	siehe	DIN EN IEC 62061*VDE 0113-50:2023-02

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 23125:2015-04 und DIN EN ISO 23125 Berichtigung 1:2016-08 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 hinzugefügt;
- c) die sicherheitstechnischen Anforderungen der Betriebsart Servicebetrieb wurden überarbeitet;
- d) die technischen Sicherheitsanforderungen an die Maschinen wurden dem Stand der Technik angepasst;
- e) die Sicherheitsfunktionen wurden überarbeitet, Umstellung von Kategorien auf Performance Level (PL);
- f) die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN ISO 702 (alle Teile), *Werkzeugmaschinen — Spindelköpfe und Drehfutter, Anschlussmaße*

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 6385:2016-12, *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016*

DIN ISO 8525:2013-01, *Luftschallemissionen von Werkzeugmaschinen — Betriebsbedingungen für spanende Maschinen (ISO 8525:2008)*

DIN EN ISO 9241 (alle Teile), *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten*

DIN EN ISO 10218-2:2012-06, *Industrieroboter — Sicherheitsanforderungen — Teil 2: Robotersysteme und Integration (ISO 10218-2:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10218-2:2011*

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 12100:2011-03, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsgrundsätze — 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 Gestaltungsgrundsätze (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 13856-2:2013-08, *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 13856-3:2013-12, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 3: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen (ISO 13856-3:2013); Deutsche Fassung EN ISO 13856-3:2013*

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 14122-1:2016-10, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs und allgemeine Anforderungen (ISO 14122-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 14122-1:2016*

DIN EN ISO 14122-2:2016-10, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege (ISO 14122-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 14122-2:2016*

DIN EN ISO 14122-3:2016-10, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer (ISO 14122-3:2016); Deutsche Fassung EN ISO 14122-3:2016*

DIN EN ISO 14122-4:2016-10, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 4: Ortsfeste Steigleitern (ISO 14122-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 14122-4:2016*

DIN EN ISO 14159:2008-07, *Sicherheit von Maschinen — Hygieneanforderungen an die Gestaltung von Maschinen (ISO 14159:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14159:2008*

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 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 + AC:2017 + A11:2021 + A11:2021/AC:2022*

DIN EN IEC 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2019-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2016); Deutsche Fassung EN IEC 61000-6-2:2019*

DIN EN IEC 62061 (VDE 0113-50):2023-02, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021); Deutsche Fassung EN IEC 62061:2021*

Titel de: Werkzeugmaschinen-Sicherheit — Drehmaschinen — Teil 1:
Sicherheitsanforderungen (ISO/DIS 23125-1:2023)

Titel en: Machine tools safety — Turning machines — Part 1: Safety requirements
(ISO/DIS 23125-1:2023)

Titel fr: Sécurité des machines-outils — Machines de tournage — Partie 1: Exigences
de sécurité (ISO/DIS 23125-1:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
3.1 Allgemeine Begriffe	11
3.2 Funktionale Begriffe	12
3.3 Teile von Drehmaschinen	13
3.4 Betriebsarten	15
3.5 Bauarten von Drehmaschinen	16
3.6 Maximal zulässige Spindeldrehzahl	20
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	21
4.1 Allgemeines	21
4.2 Die hauptsächlichen Gefahrenbereiche	21
4.3 Von dieser Norm abgedeckte signifikanten Gefahren und gefährlichen Situationen	21
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	29
5.1 Allgemeine Anforderungen	29
5.1.1 Übersicht	29
5.1.2 Betriebsarten	31
5.2 Besondere Anforderungen infolge von „mechanischen“ Gefährdungen	40
5.2.1 Spannbedingungen für das Werkstück	40
5.2.2 Spannbedingungen für das Werkzeug	42
5.2.3 Besondere Anforderungen infolge von Herausschleudern	42
5.2.4 Schutzeinrichtungen für alle Maschinenbauarten	44
5.3 Spezielle Anforderungen infolge von hoch gelegenen Arbeitsplätzen	51
5.4 Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „Verlust der Standfestigkeit“	51
5.5 Besondere Anforderungen infolge von „Ausrutschen, Stolpern und Stürzen von Personen“	51
5.6 Besondere Anforderungen infolge von „elektrischen“ Gefährdungen	52
5.7 Besondere Anforderungen infolge von pneumatischen und hydraulischen Gefährdungen	52
5.8 Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „Lärm“	52
5.8.1 Lärmreduzierung während der Konstruktionsphase	52
5.8.2 Messung und Angabe der Geräuschemission	53
5.9 Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „Strahlung“	54
5.10 Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „Werkstoffen oder Substanzen“	54
5.10.1 Brennbare Kühlschmierstoffe	54
5.10.2 Trockenbearbeitung und Minimalmengenschmierung	56
5.10.3 Anforderungen bezüglich biologischer oder mikrobiologischer Gefährdungen	56
5.10.4 Nicht brennbare und teilweise brennbare Materialien	57
5.11 Besondere Anforderungen infolge von „Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze“	57
5.12 Besondere Anforderungen infolge von „Ausfall der Steuerung“	59
5.12.1 Allgemeines	59
5.12.2 Sicherheitsfunktionen	59
5.12.3 NOT-HALT	71

5.12.4	Sicherheitsbezogener Halt.....	72
5.12.5	Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „unerwartetes Anlaufen, unerwartetes Durchlaufen oder überhöhter Drehzahl“	72
5.12.6	Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „Schwankung der Drehzahl von Werkzeugen“	73
5.12.7	Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit von elektrischer Ausrüstung.....	73
5.12.8	Fernwartung.....	74
5.12.9	Manuelle Rückstellfunktion	74
5.13	Besondere Anforderungen infolge von „Ausfall der Energieversorgung“	75
5.14	Besondere Anforderungen infolge von Gefahren durch „fehlerhafte Montage“	76
5.15	Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Drehmaschinen	76
5.15.1	Besondere Anforderungen für Maschinen mit Stangenvorschub	76
5.15.2	Handhabungseinrichtung für manuelles oder automatisches Be- und Entladen.....	76
5.15.3	Maschinen mit Reitstock und/oder Pinole	77
5.15.4	Spänefänger und Spänebeseitigung	78
5.15.5	Von außen zugängliche Werkzeugmagazine, Werkzeugtransport- und Werkzeugwechselmechanismen	79
5.15.6	Anforderungen für Stützen	80
5.16	Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen.....	80
6	Benutzerinformation	85
6.1	Kennzeichnung.....	85
6.2	Betriebsanleitung.....	85
6.2.1	Allgemeines	85
6.2.2	Betriebshandbuch	86
6.2.3	Vom Maschinenbetreiber zu bedenkende Restrisiken	90
6.3	Zusätzliche vom Maschinenhersteller anzugebende Informationen, wenn MO 3 implementiert wird	91
Anhang A (normativ)	Aufprallprüfung für trennende Schutzeinrichtungen an Drehmaschinen	92
A.1	Allgemeines	92
A.2	Prüfverfahren	92
A.2.1	Grundsatz	92
A.2.2	Prüfeinrichtung.....	92
A.2.3	Geschwindigkeitsmessungen.....	93
A.2.4	Halterung der zu prüfenden trennenden Schutzeinrichtung	93
A.2.5	Prüfverfahren	93
A.3	Ergebnisse	94
A.3.1	Beschädigungen	94
A.3.2	Bewertung.....	94
A.4	Prüfbericht.....	94
A.5	Bestimmung der Widerstandsklasse	94
A.5.1	Methode zur Bestimmung der Widerstandsklasse	94
A.5.2	Interpretation der Ergebnisse der Aufprallprüfung:.....	95
A.5.3	Schlussfolgerung.....	96
Anhang B (informativ)	Prüfeinrichtung für die Aufprallprüfung und Beispiele für Werkstoffe	97
B.1	Kanone.....	97
B.2	Beispiele von Werkstoffen	97
Anhang C (informativ)	Berechnung der Aufprallenergie	100
Anhang D (informativ)	Beispiele für die Integration von Absaug- und Löschsystemen bei Verwendung von brennbaren Kühlmitteln	102
Anhang E (informativ)	Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe	105
E.1	Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe	105
E.2	Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen	106

E.3	Verhindern des Eindringens von Flammen in das Absaugsystem.....	107
E.4	Dimensionierung der Druckentlastungsflächen.....	107
Anhang F (informativ) Beispiel einer Prüfliste für Sicherheitsfunktionen		109
Anhang G (informativ) Schwerkraftbelastete Achsen		111
G.1	Konstruktionsmaßnahmen für schwerkraftbelastete Achsen	111
G.2	Maßnahmen gegen ungewolltes Absinken schwerkraftbelasteter Achsen	111
G.2.1	Allgemeine Anforderungen.....	111
G.2.2	Benutzerinformation	111
G.3	Prüfung der Bremsen oder Spannzeuge (Bremsprüfung).....	115
Anhang H (informativ) Konzept für Zugang zur Arbeitsbühne (Steuerstand) an der Maschine der Bauart 3.....		117
Anhang I (normativ) Geräuschemessnorm		119
I.1	Allgemeines	119
I.2	Bestimmung des A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegels an Arbeitsplätzen	119
I.2.1	Grundnormen und Messverfahren.....	119
I.2.2	Messdauer	120
I.2.3	Position der Mikrofone an Arbeitsplätzen.....	120
I.2.4	Messunsicherheit.....	120
I.3	Bestimmung des A-bewerteten Schalleistungspegels	121
I.3.1	Grundnormen und Messverfahren.....	121
I.3.2	Bestimmung des Schalleistungspegels an sehr großen Maschinen.....	121
I.3.3	Messdauer	121
I.3.4	Messunsicherheit.....	121
I.4	Montagebedingungen	122
I.5	Betriebsbedingungen.....	122
I.5.1	Bestimmung der Anfangsbedingungen	122
I.5.2	Allgemeine Anforderungen.....	123
I.5.3	Standardarbeitszyklus.....	124
I.6	Aufzuzeichnende Informationen	125
I.7	Anzugebende Informationen.....	125
I.8	Angabe und Überprüfung von Geräuschemissionswerten.....	125
I.8.1	Allgemeines und Inhalt.....	125
I.8.2	Beispiele für die Geräuschemissionsangabe	126
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG		128
Literaturhinweise.....		130

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 23125-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Machine tools“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 143 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SNV gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 23125:2015 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 23125-1:2023 wurde von CEN als prEN ISO 23125-1:2023 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.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees besteht in der Erarbeitung Internationaler Normen. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedsländer benötigt.

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.

ISO 23125-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39, *Machine tools*, Unterkomitee SC 10, *Safety Turning machines* erarbeitet.

Diese zweite/dritte/... Ausgabe annulliert und ersetzt die erste/zweite/... Ausgabe, [Abschnitt(e) / Unterabschnitt(e) / Tabelle(n) / Bild(er) / Anhang/-hänge], die technisch überarbeitet wurde(n).

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde als harmonisierte Norm erarbeitet, um damit ein Mittel der Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Maschinen-Richtlinien der Europäischen Union und den damit zusammenhängenden EFTA-Regularien bereitzustellen.

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

Die betreffenden Maschinen und der Umfang, in welchem Gefährdungen, gefährliche Situationen und Ereignisse abgedeckt sind, werden im Anwendungsbereich dieser Norm angegeben. Zusätzlich müssen Drehmaschinen bezüglich Gefährdungen, die von dieser Norm nicht abgedeckt sind, soweit zweckdienlich, der ISO 12100:2010 entsprechen.

Wenn Bestimmungen in dieser Typ C-Norm sich von den Beschreibungen in Typ A- oder B-Normen unterscheiden, so haben die Bestimmungen in dieser Typ C-Norm Vorrang gegenüber den Bestimmungen in anderen Normen. Dies gilt für Maschinen, die nach den Bestimmungen dieser Typ C-Norm konstruiert und gebaut worden sind.

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm wenden sich an Konstrukteure, Hersteller, Lieferanten und Importeure der im Anwendungsbereich beschriebenen Maschinen.

Diese Norm enthält auch eine Liste an Informationen, die der Hersteller dem Betreiber zur Verfügung stellen muss.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen und/oder Maßnahmen zur Beseitigung von Gefährdungen oder zur Begrenzung von Risiken für die folgenden Bauarten von Drehmaschinen und Drehzentren, die vorzugsweise für die Kaltbearbeitung von Metall bestimmt sind, fest.

- **Bauart 1:** Handgesteuerte Drehmaschine ohne numerische Steuerung
- **Bauart 2:** Handgesteuerte Drehmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten
- **Bauart 3:** Numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren
- **Bauart 4:** Einzel- oder Multispindel-Drehautomaten

ANMERKUNG 1 Für eine detaillierte Information über die Maschinenbauarten siehe Definitionen in 3.5, für Merkmale und Einschränkungen siehe 5.1.1 und für obligatorische und optionale Betriebsarten siehe 5.1.2.1.

ANMERKUNG 2 Anforderungen in dieser Internationalen Norm sind im Allgemeinen für alle Drehmaschinenbauarten anwendbar. Wenn Anforderungen nur für (eine) bestimmte Bauart(en) von Drehmaschinen anwendbar sind, werden (wird) diese bestimmte Bauart(en) von Drehmaschinen festgelegt.

ANMERKUNG 3 Der automatische Austausch von Spannzeugen werden in dieser Norm nicht berücksichtigt.

Diese Internationale Norm berücksichtigt die bestimmungsgemäße Verwendung, einschließlich vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlgebrauch, Wartung, Reinigung und Einrichtvorgängen. Sie legt Zugangsbedingungen zu Arbeitsplätzen und zu manuellen Be-/Entladestationen fest. Sie geht von der Zugänglichkeit zur Maschine aus allen Richtungen aus. Sie beschreibt Mittel zur Verringerung der Risiken für Bediener und andere exponierte Personen.

Diese Internationale Norm gilt auch für Werkstücktransportvorrichtungen einschließlich Transportvorrichtungen zum Be- und Entladen, wenn sie integraler Bestandteil der Maschine sind.

Diese Internationale Norm behandelt signifikante Gefährdungen, die bei der bestimmungsgemäßen Verwendung von Drehmaschinen und unter den vom Hersteller vorhergesehenen Bedingungen auftreten können (siehe 4).

Die Risikoanalysen von Gefährdungen, die durch andere Metallbearbeitungsprozesse entstehen (z. B. Schleifen, Fräsen, Reibschweißen, Umformen, Elektroerosion, Laserbearbeitung), werden durch andere Normen abgedeckt (siehe Literaturhinweise). Wenn zusätzliche Fräs- oder Schleifvorgänge bereitgestellt werden, muss eine Gefährdung, die aus zusätzlicher Spannung und Aufbau der Teile entsteht, berücksichtigt werden.

Diese Internationale Norm gilt auch für Maschinen, die in eine automatische Fertigungslinie oder Drehzelle integriert sind, wenn die auftretenden Gefährdungen und Risiken mit denen von separat arbeitenden Maschinen vergleichbar sind.

Diese Internationale Norm enthält ebenfalls eine Liste der sicherheitsrelevanten Informationen, die der Hersteller dem Betreiber mindestens zur Verfügung stellen muss. Siehe auch ISO 12100:2010, Bild 2, welches das Zusammenspiel der jeweiligen Verantwortlichkeit des Herstellers und des Betreibers hinsichtlich der Betriebssicherheit darstellt.

Die Verantwortung des Betreibers ist es, bestimmte Gefährdungen (z. B. Feuer und Explosion) zu erkennen und die daraus resultierenden Risiken herabzusetzen kann ausschlaggebend sein (z. B. bei der Frage, ob die zentrale Abzugsanlage ordnungsgemäß funktioniert).

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

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 447:1984, *Machine tools — Direction of operation of controls*

ISO 702 (all parts), *Machine tools — Connecting dimensions of spindle noses and work holding chucks*

ISO 841:2001, *Industrial automation systems and integration — Numerical control of machines — Coordinate system and motion nomenclature*

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

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

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

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

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

ISO 6385:2016, *Ergonomics principles in the design of work systems*

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

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

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

ISO 9355-2:1999, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays*

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

ISO 10218-2:2011, *Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robotersysteme und Integration*

ISO 11161:2007+Amd.1:2010, *Safety of machinery — Integrated manufacturing systems — Basic requirements*

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

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

ISO 11228 (all parts), *Ergonomics — Manual handling*

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

- ISO 12100:2010, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*
- ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*
- ISO 13849-2:2012, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*
- ISO 13850:2015, *Safety of machinery — Emergency stop function — Principles for design*
- ISO 13851:2019, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Principles for design and selection*
- ISO 13854:2017, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*
- ISO 13855:2010, *Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*
- ISO 13856-2:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*
- ISO 13856-3:2013, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 3: General principles for design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices*
- ISO 13857:2019, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- ISO 14118:2017, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*
- ISO 14119:2013, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection*
- ISO 14120:2015, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*
- ISO 14122-1:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means and general requirements of access*
- ISO 14122-2:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways*
- ISO 14122-3:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*
- ISO 14122-4:2016, *Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders*
- ISO 14159:2002, *Safety of machinery — Hygiene requirements for the design of 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 16156:2004, *Machine-tools safety — Safety requirements for the design and construction of work holding chucks*
- IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*
- IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*

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

IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-4: Generic standards — Emission standard for industrial environments*

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

IEC 62061:2021, *Safety of machinery — Functional safety of safety-related control systems*

EN 1837:1999+A1:2009, *Sicherheit von Maschinen — Maschinenintegrierte Beleuchtung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100:2010 und ISO 13849-1:2015 und die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Drehmaschine

Werkzeugmaschine für Schneidvorgänge, bei der die Hauptbewegung in der Drehung des Werkstückes gegen das (die) Schneidwerkzeug(e) besteht

3.1.2

Handsteuerung

der Bediener löst jede Bewegung der Maschine einzeln aus und steuert diese

3.1.3

Richtungssteuerung

zwangsläufige Betätigungsvorrichtung zur Auswahl und Aufrechterhaltung einer Bewegung

3.1.4

numerische Steuerung NC

computerisierte numerische Steuerung CNC

automatische Steuerung eines Prozesses durch ein Gerät, welches numerische Steuerdaten während des Betriebs verwendet

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

3.1.5

handgesteuerte Drehmaschine

Drehmaschine, bei der alle Bearbeitungsschritte der Maschine, ohne Unterstützung eines NC-Bearbeitungsprogramms, vom Bediener gesteuert oder eingeleitet werden

3.1.6

numerisch gesteuerte Drehmaschine

NC Drehmaschine

Drehmaschine, die von einer numerischen Steuerung oder einer computerisierten numerischen Steuerung (CNC) gesteuert, arbeitet

3.1.7

Drehzentrum

numerisch gesteuerte Drehmaschine, die mit angetriebenen Werkzeugen ausgestattet ist und die Fähigkeit hat die Drehspindel um die Drehachse herum auszurichten.

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Drehzentrum kann auch, aber nicht nur, mit Ausmess-, Polier-, Gewindeschneid-, Ausbohr-, Fräs-, Schleif- und Bohrfunktionen ausgestattet sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Verwendung von Schleifprozessen, siehe zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen in ISO 16089:2015.

3.1.8

Arbeitsbereich

Bereich, in dem der Zerspanungsprozess stattfindet

3.1.9

begehrter Arbeitsbereich

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

3.2 Funktionale Begriffe

3.2.1

Sicherheitsfunktionen SF

Funktion einer Maschine, wobei ein Ausfall dieser Funktion zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos (der Risiken) führen kann.

[Quelle: ISO 12100:2010, 3.30]

3.2.2

Betriebshalt

Halt der Maschinenbewegungen im Produktionsprozess. Steuerungsfunktionen zwischen Steuerungssystem und Maschinenantrieben werden aufrechterhalten (Drehmoment, Drehzahl, Position)

3.2.3

sicherer Betriebshalt SOS

Betriebshalt mit zusätzlichen Steuerungssystemmaßnahmen, die gefährliche Maschinenbewegungen aufgrund von Steuerungssystemfehlern verhindern

3.2.4

sicherer Halt 1 SS1

Halt mit festgelegter Motorbremsung als Teil der Sicherheitsfunktion, die einem Halt der Kategorie 1 nach IEC 60204-1:2016, 9.2.2 entspricht. Die STO-Funktion wird ausgelöst, wenn der Motor still steht

3.2.5

sicherer Halt 2 SS2

Halt mit festgelegter Motorbremsung als Teil der Sicherheitsfunktion, die einem Halt der Kategorie 2 nach IEC 60204-1:2016 entspricht. Im Gegensatz zu einem sicheren Halt 1 (SS1) befindet sich der stillstehende Motor in einem geschlossenen Kreislauf. Wenn der Motor stillsteht, wird ein sicherer Betriebshalt (SOS) ausgelöst. In diesem Fall wird die Stillstandsposition aufgrund eines aktiven Regelkreises genau beibehalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Funktion SS2 bremst den Motor, überwacht die Größe der Motorabbremmung und löst nach einer Verzögerungszeit die SOS-Funktion aus, siehe auch IEC 61800-5-2:2007, 4.2.4.2.

3.2.6

sicher abgeschaltetes Drehmoment STO

Funktion, die verhindert, dass der Motor mit Energie versorgt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die STO-Funktion verhindert, dass der Motor mit Energie versorgt wird, was Drehmoment erzeugen kann, siehe auch IEC 61800-5-2:2016.

3.3 Teile von Drehmaschinen

3.3.1

Sichtfenster

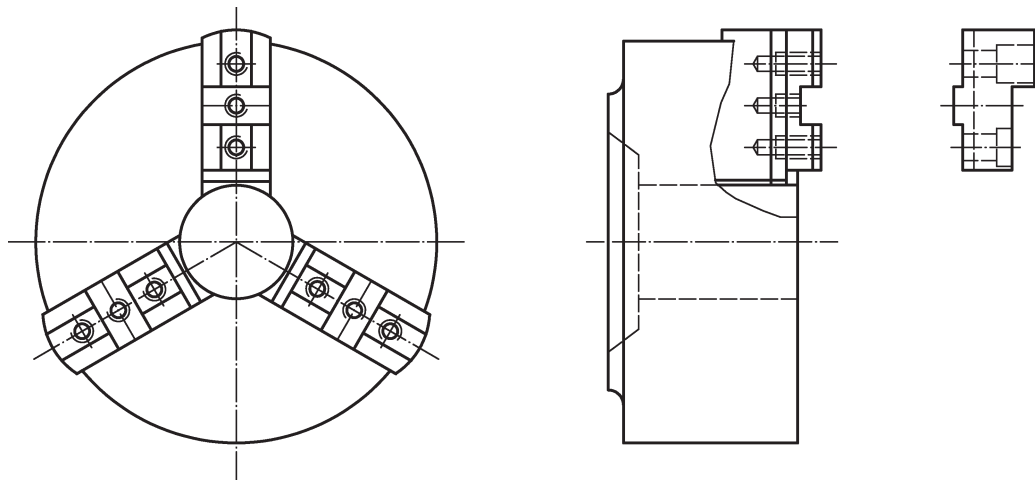
Fenster in einer trennenden Schutteinrichtung, durch das der Bediener den *Arbeitsbereich* oder andere Bereiche der Maschine überblicken kann

3.3.2

Spannfutter

Spannzeug mit beweglichen Backen die zum Halten eines Werkstücks entweder manuell oder pneumatisch oder elektrisch angetrieben werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1



ANMERKUNG Das 3-Backen-Spannfutter ist nur exemplarisch, ein Spannfutter kann mehr als zwei Spannbacken haben.

Bild 1 — Spannfutter

3.3.3

Spannzange

Spannmittel zum Halten der Werkstoffstange in der Drehspindel, z. B. mit Druck- oder Zugstange

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

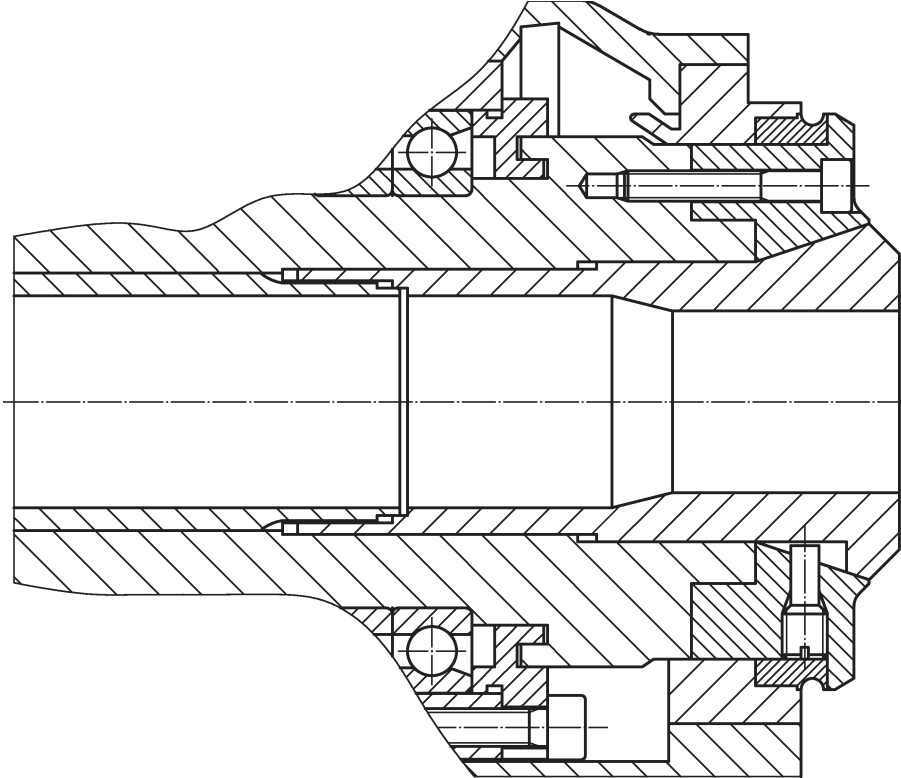


Bild 2 — Spannzange

3.3.4

Werkzeugspindel

drehende Spindel, die das Schneidewerkzeug aufnimmt

3.3.5

Werkstückspindel

drehende Spindel, die das Werkstück aufnimmt

3.3.6

Gegenspindel

Werkstückspindel gegenüber einer anderen Werkstückspindel, von der das Werkstück übertragen wird

3.3.7

elektronisches Handrad

eine von Hand betätigte Befehlsrichtung, die während ihrer Drehung eine Achs- oder Spindelbewegung, z. B. durch die Erzeugung von Impulsen, auslöst

3.3.8

Außendurchmesser der Werkstückspannzeuge (D)

äußere Position des Werkstückspannzeichs (z. B. Spannfutter), wenn der größte Werkstückdurchmesser aufgenommen wurde.

3.3.9

Abstand zwischen den Mittelpunkten (BC)

maximaler Abstand zwischen Spannzeug der Werkstückspindel und Reitstockpinole oder Werkstückspannzeug der Gegenspindel.

3.4 Betriebsarten

3.4.1

Betriebsart MO

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Spezifikationen zu Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsmaßnahmen in Bezug auf verschiedene Betriebsarten sind in Abschnitt 5 definiert.

3.4.2

Auswahleinrichtung für die Betriebsart

Einrichtung, die aus einem Zugangs-, Auswahl- und Aktivierungssystem für die manuelle Auswahl der Maschinenbetriebsart besteht, zu dem nur eine beschränkte Personengruppe Zugang hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch ISO 12100:2010, 6.2.11.10

3.4.3

MO 0: Handbetrieb

Betrieb der Maschine unter Handsteuerung durch den Bediener ohne die Verwendung von vorprogrammierten Bearbeitungsschritten

3.4.4

MO 1: automatischer Betrieb

automatischer, programmierter Betrieb der Maschine, bis das Programm oder der Bediener die Maschine stillsetzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Automatikbetrieb kann Betriebsunterbrechungen zum Be- und Entladen von Werkzeugen und Werkstücken beinhalten.

3.4.5

MO 2: Einrichtbetrieb

Betriebsart, bei der der Bediener (Einrichter) Einstellungen für die nachfolgenden Arbeitsprozesse durchführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bewertung der Werkzeug- oder Werkstückposition (z. B. durch Antasten des Werkstücks mit einem Messtaster oder dem Werkzeug im Einzelschrittbetrieb) gehören zum Einrichtbetrieb (siehe 5.1.2.5).

3.4.6

MO 3: Optionale besondere Betriebsart für manuelle Eingriffe unter eingeschränkten Betriebsbedingungen

vorübergehender Betrieb der Maschine unter manueller oder numerischer Steuerung mit reduzierten Funktionen und offenen trennenden Schutzeinrichtungen zum Arbeitsbereich und/oder vorübergehend außer Kraft gesetzten nicht trennenden Schutzeinrichtungen

3.4.7

MO Service: Servicebetrieb

Betriebsart für Service- und Wartungsaufgaben, wie Achskalibrierung mit Laser, Prüfung von Kugelstangen und Spindelfehler-Analyse

Anmerkung 1 zum Begriff: Im MO Service ist die Bearbeitung eines Werkstückes nicht erlaubt (siehe 5.1.2.7).

3.4.8

Fernwartung

Der Datenaustausch mit ferngesteuerten Maschinen zur Fehlersuche, Diagnose, Wartung, Datenanalyse oder Optimierung zur Fernsteuerung.

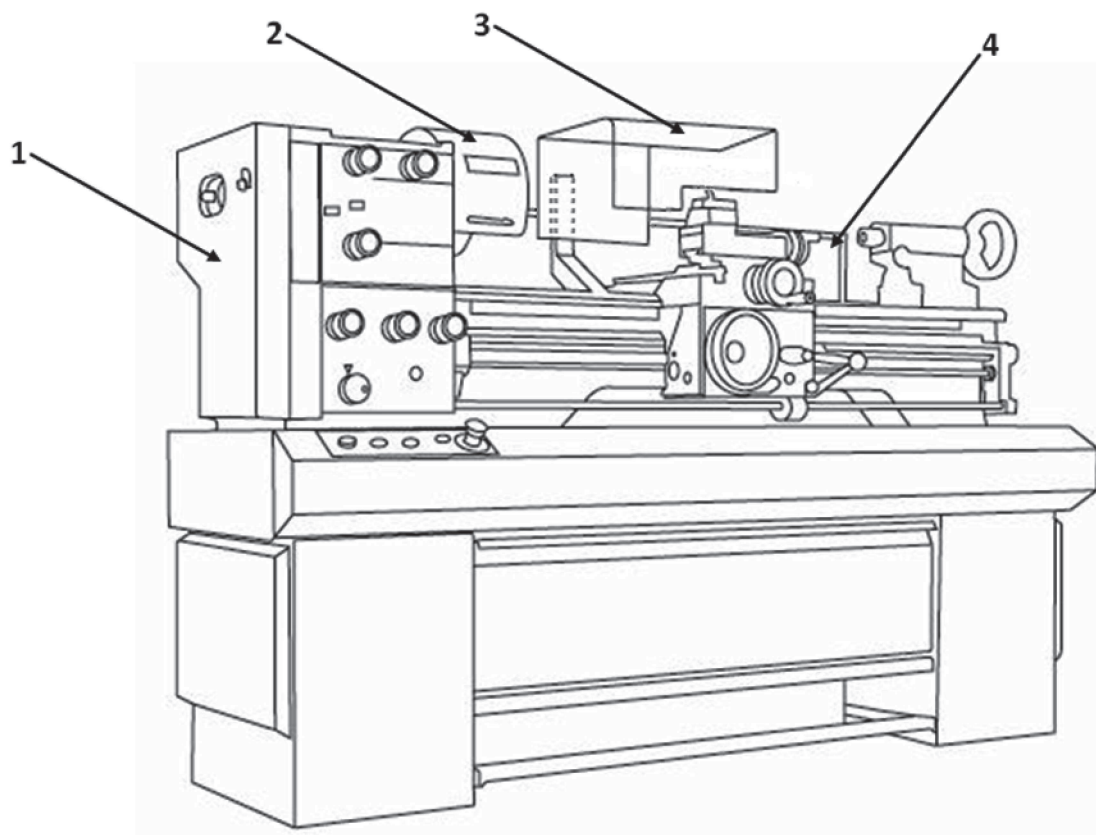
Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verbindung zwischen Maschine und Anwender kann durch verschiedene Kommunikationskanäle vorgenommen werden. (z. B. Telefonnetz, Mobilfunknetz, Internet)

3.5 Bauarten von Drehmaschinen

3.5.1

Bauart 1: handgesteuerte Drehmaschinen ohne numerische Steuerung

Drehmaschinen bei denen alle Bewegungen vom Bediener einzeln in Gang gesetzt und gesteuert werden.



Legende

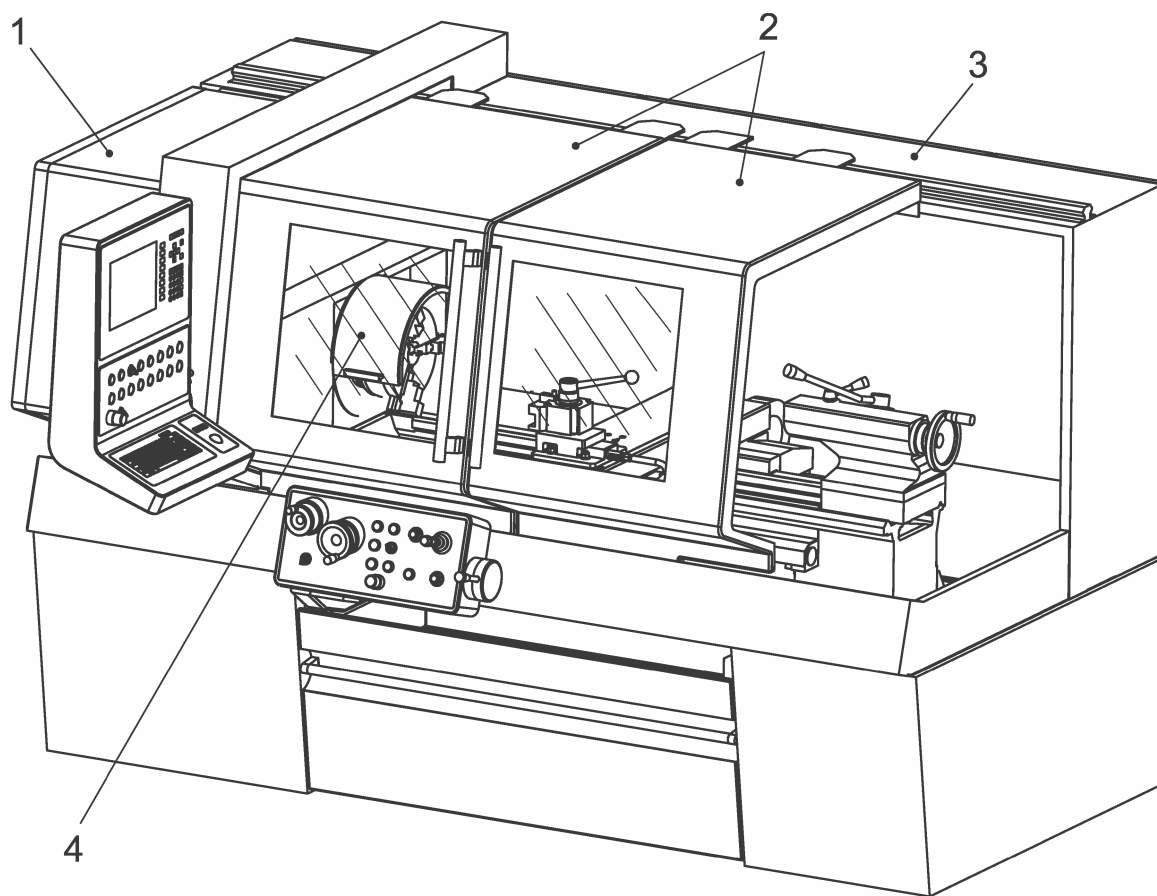
- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | hinteres Ende der trennenden Schutzeinrichtung der Spindel | 3 | Spritz- und Späneschutz an der Vorderseite (Am Schlitten montiert) |
| 2 | Drehfutterschutz | 4 | Rückseitiger Spritz- und Späneschutz |

Bild 3 — Bauart 1: Beispiel einer handbedienten Horizontal-Drehmaschine

3.5.2

Bauart 2: handgesteuerte Drehmaschine mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten

Drehmaschine, die manuell mit eingeschränkter Steuerung betrieben werden kann



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | hinteres Ende der trennenden Schutzeinrichtung der Spindel | 3 | rückseitige trennende Schutzeinrichtung |
| 2 | trennende Schutzeinrichtung an der Vorderseite | 4 | Drehfutterschutz |

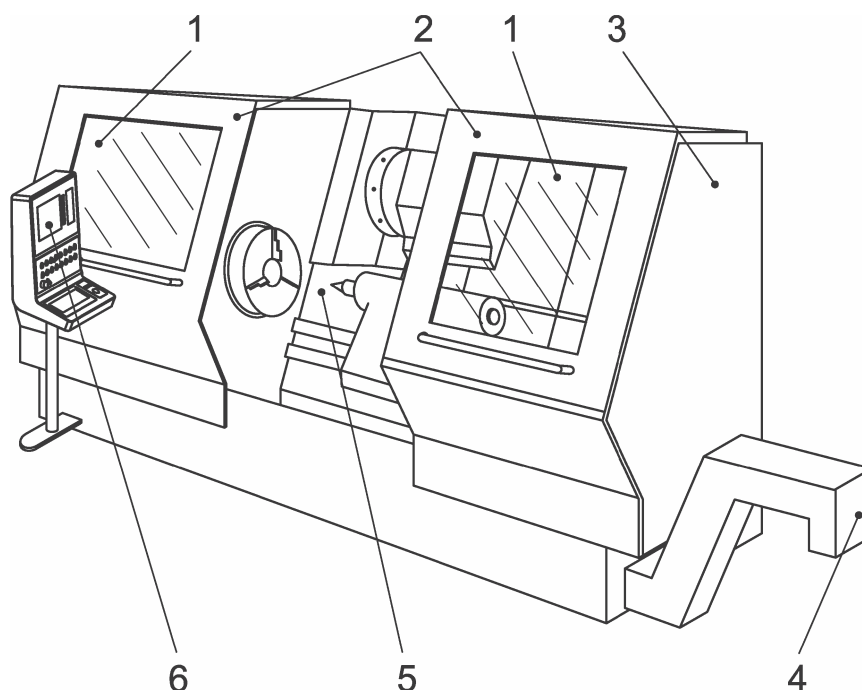
ANMERKUNG 2 zum Begriff: Das Teilgehäuse besteht aus 2 und 3.

Bild 4 — Bauart 2: Beispiel einer handgesteuerten Drehmaschine mit begrenzten NC-Fähigkeiten

3.5.3

Bauart 3: numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren

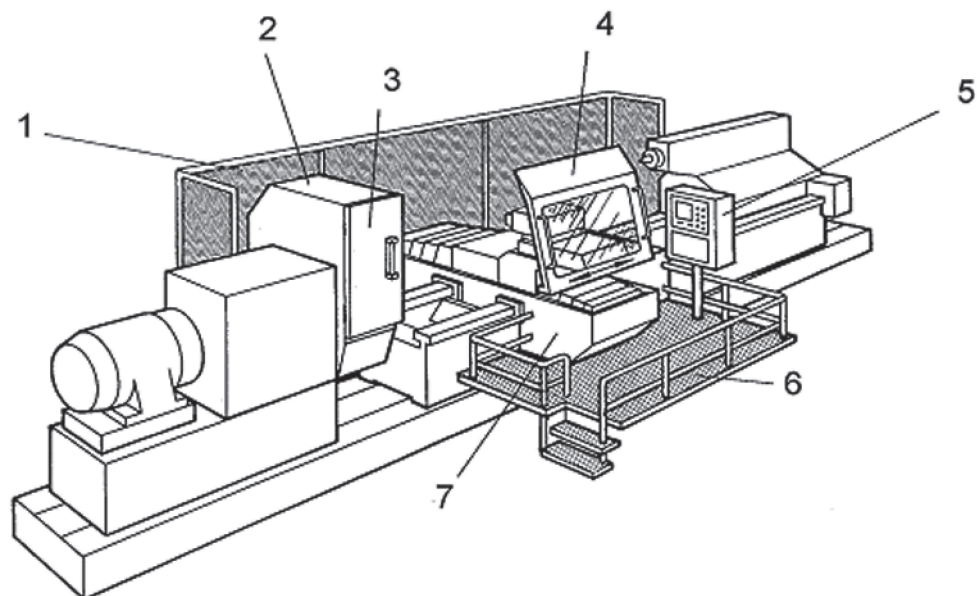
Drehmaschine oder Drehzentrum mit numerischer Steuerung (NC) die den automatischen Betrieb ermöglicht



Legende

- | | | | |
|---|---|---|-----------------|
| 1 | Sichtfenster | 4 | Späneförderer |
| 2 | verriegelte, bewegliche, trennende
Schutzeinrichtung | 5 | Arbeitsbereich |
| 3 | umgebende, trennende Schutzeinrichtung | 6 | Hauptsteuerpult |

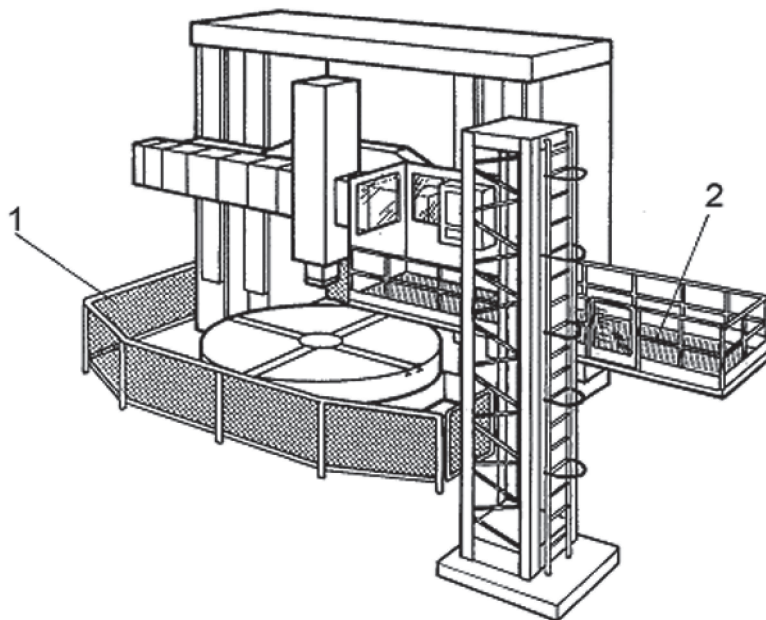
Bild 5 — Bauart 3: Beispiel einer vollständig geschlossenen, horizontalen Drehmaschine



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---------------|
| 1 | rückseitige trennende Schutzeinrichtung | 5 | Steuerpult |
| 2 | Drehfutterschutz | 6 | Arbeitsbühne |
| 3 | Zugangstür | 7 | Bettschlitten |
| 4 | trennende Schutzeinrichtung an der Vorderseite | | |

Bild 6 — Bauart 3: Beispiel einer horizontalen NC-Drehmaschine mit Arbeitsbühne



Legende

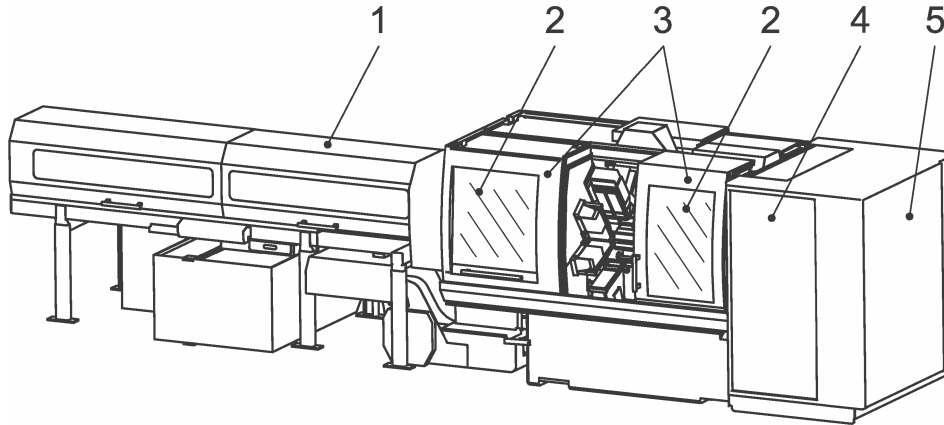
- | | |
|---|--------------|
| 1 | Umzäunung |
| 2 | Arbeitsbühne |

Bild 7 — Bauart 3: Beispiel einer vertikalen NC-Drehmaschine mit Arbeitsbühne

3.5.4

Bauart 4: Einzel- oder Multispindel-Drehautomaten

Waagrecht- oder Senkrecht-Drehmaschine, die für die Serienproduktion von Teilen nach einem vorgegebenen NC- und/oder mechanischem Programm (z. B. durch Steuerkurve oder Schablone) mit fester Abfolge der Arbeitsvorgänge gestaltet ist



Legende

- 1 Schutz des Stangenvorschubs
- 2 Sichtfenster
- 3 verriegelte, bewegliche, trennende Schutzeinrichtung
- 4 Hauptsteuerpult
- 5 umgebende, trennende Schutzeinrichtung

Bild 8 — Bauart 4: Beispiel eines Mehrspindel-NC-Stangendrehautomaten mit zweiter Gegenspindeltrummel

3.6 Maximal zulässige Spindeldrehzahl

3.6.1

maximale Spindeldrehzahl

maximal zulässige Drehzahl für eine Werkstück- oder Werkzeugspindel, spezifiziert und eingegeben als Maschinenparameter vom Hersteller der Maschine

3.6.2

maximale Drehzahl des Spannfutters

maximal zulässige Drehzahl des Spannfutters spezifiziert vom Hersteller des Spannfutters

3.6.3

maximale Bearbeitungsdrehzahl

maximal zulässige Drehzahl der Spindel mit eingespanntem Werkstücks, abhängig von den Einspannverhältnissen, der Größe, der Masse und Unwucht des einzelnen Werkstücks, sowie der zulässigen Bearbeitungsdrehzahl der/des Werkzeuge(s)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die maximal zulässige Spindeldrehzahl hängt von konstruktiven Begrenzungen ab, die von dem/den Hersteller(n) der Maschine gegeben werden, und von der Spindel, den Spannmitteln und der Größe, Masse und Unwucht des speziellen Werkstücks spezifiziert durch den Maschineneinrichter.

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.

Maschinen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zusätzlich muss die Maschine den Grundsätzen von ISO 12100 in Bezug auf die relevanten aber nicht signifikanten Gefährdungen entsprechen, die in diesem Dokument nicht behandelt werden.

4.2 Die hauptsächlichen Gefahrenbereiche

Die hauptsächlichen Gefahrenbereiche sind die Folgenden:

- a) Arbeitsbereiche mit sich bewegender/n Spindel(n), Werkstückspannzeug, wie Spannfutter und Spannzangen, Werkzeugspindeln, Revolverkopf (-köpfe), Kopiereinrichtung(en), Setzstöcke, Reitstock, schaltende Spindeltrommeln, Werkstück(e), Späneförderer (wenn eingebaut);
- b) Werkstückbe- und -entladeeinrichtungen, einschließlich der Stangenvorschübe;
- c) externe Werkzeugmagazine und Werkzeugwechseleinrichtungen;
- d) Bereich des Späneförderers;
- e) Getriebe;
- f) das rückwärtige Ende der Spindel;
- g) Nockenmechanismen;
- h) Leitspindel (Bauart 1: handgesteuerte Maschinen ohne NC Funktionen);
- i) Zugspindel (Bauart 1: handgesteuerte Maschinen ohne NC Funktionen);
- j) Kugelgewindetriebe (Bauarten 2, 3 und 4, manuelle Maschinen mit NC-Fähigkeiten, NC-Maschinen und Drehzentren, Drehautomaten);
- k) lineare Antriebe.

4.3 Von dieser Norm abgedeckte signifikanten Gefahren und gefährlichen Situationen

Die von dieser Internationalen Norm abgedeckten signifikanten Gefahren sind in Tabelle 1 aufgelistet. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei folgenden Gefährdungen geschenkt:

- a) Herausschleudern von Werkzeugen, Drehfutterbacken, Spannzeugen, Werkstücken oder Werkstückteilen, einschließlich Späne (siehe Tabelle 1, z. B. 1.5);
- b) Erfassen von oder Einziehen in sich bewegende Teile der Maschine, insbesondere Drehfutter, angetriebene schaltende Spindeltrommel, angetriebene Werkzeuge und Werkstück (siehe Tabelle 1, z. B. 1.2 und 1.3), sowie Werkstückmaterial und Stangen, die am hinteren Ende der Spindel hervorstehen;

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

Tabelle 1 — Liste der Gefährdungen und Gefährdungssituationen

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
1	B.1 und B.4^a Mechanische Gefährdungen			
1.1	Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil	manuelle Arbeiten zwischen dem Bereich des Werkzeugs und Teilen der Maschine, für Drehanwendungen, insbesondere die Werkstückaufnahme oder zwischen Werkzeug und Werkstück. Manueller Betrieb zwischen den Bereichen der Wechselmechanismen, z. B. Werkzeugwechsler/Werkstückwechsler/Palettenwechsler.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen	
		Zuführbewegung des Werkzeugs an das Werkstück.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Herausschleudern von Teilen	
		manuelle Tätigkeiten in der Nähe der Werkstück- oder der Maschinenspindel.	Gefährdung durch Einfangen	
		Spannen von Werkzeugen und Werkstücken.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
1.2	sich bewegende Teile	Tätigkeiten im Nahbereich sich verfahrender Achsen und im Bereich automatischer Be- und Entladeeinrichtungen während der Bearbeitung, des Einrichtens, des Wartens, der Instandsetzung und der Reparatur. Tätigkeiten am Werkzeugwechsler, Werkstückwechsler, Palettenwechsler. Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen.	Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	
1.3	rotierende Teile	unbeabsichtigter Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug oder dem rotierenden Werkstück	Gefährdung durch Einziehen oder Erfassen Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	
1.4	schneidende Teile, scharfe Kanten	unbeabsichtigter Kontakt mit scharfen Kanten von Maschinenteilen, des Werkstücks oder des Werkzeugs.	Gefährdung durch Durchstich oder Einstich Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	
1.5	Stürzen oder fortgeschleuderte Objekte	Herausschleudern oder Fallen von Materialteilen und Spänen während des Betriebs, des Einrichtens, des Werkzeugwechsels, der Wartung oder Stillsetzung. — fallendes Werkstück; — Bruch des Werkzeugs; — herausgeschleuderte, kaputte Maschinenteile an oder in der Nähe der Maschine.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Durchstich oder Einstich	
Nr.				

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
1.6	Schwerkraft	Herabfallende bewegliche Maschinenelemente während des Einrichtens, z. B. beim Werkzeugwechsel oder beim Werkstückwechsel und schwerkraftbelastete vertikale Achsen. Tätigkeiten im Bereich von Arbeitsbühnen oder Gruben.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Gefährdung durch Stoß	
1.7	Höhe vom Boden	Absturz aus hoch gelegenen Arbeitsplätzen.	Gefährdung durch Stoß Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	
1.8	Hochdruck	An hydraulischen Bauteilen während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine, insbesondere beim Aufbau der Maschine. Inbetriebnahme und Arbeiten an Kühlmittelanlagen.	Schnittwunden der Haut/Augen durch unter Druck stehende Medien	
1.9	Stabilität	Nicht festgemachte Maschine oder Maschinenteile fallen oder kippen. — Während dem Aufenthalt an oder in der Nähe der Maschine.	Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
1.10	raue, rutschige Oberfläche	<p>Tätigkeiten am Boden- und Stufenbereich an und um die Maschine herum, sowie Arbeiten in der Höhe aufgrund von:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Herausspritzen oder Auslaufen von Kühlschmierstoff, Schmiermitteln und Hydraulikflüssigkeit; — Rückstände, die in herausstritzenden Flüssigkeiten enthalten sind; — unzureichende Geländer oder andere Rückhaltevorrichtungen, speziell an Stellen an denen eine Absturzgefährdung besteht. 	Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen	
2	B.1^a Elektrische Gefährdungen			
2.1	unter Spannung stehende Teile	Berühren von unter Spannung stehenden Teilen.	Elektrischer Schlag	
2.2	Teile, die aufgrund von Mängeln spannungsführend geworden sind	Berührung von Teilen, die mangelbedingt unter Spannung stehen.	Elektrischer Schlag	
3	B.1^a Thermische Gefährdungen			
3.1	Objekte oder Materialien hoher Temperatur.	Herausschleudern heißer Späne oder Werkstücke erfolgen während der Bearbeitung und des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine und heißer Oberflächen.	Verbrennungen infolge von Explosion, Flammen.	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
4	B.1^a Lärm-Gefährdungen			
4.1	Herstellungsprozess und sich bewegende Teile.	Schwingungen des Werkzeugs und/oder des Werkstücks während der Bearbeitung, Antriebs- und Übertragungselemente, bei Reinigung mit Druckluft während des Aufenthalts oder in der Nähe der Maschine.	<ul style="list-style-type: none"> — dauerhafter Hörverlust. — alle weiteren (z. B. mechanische, elektrische) Probleme durch Störungen der Sprachkommunikation oder akustische Signale. 	
5	B.1^a Gefährdungen durch Schwingungen			
5.1	schwingende Elemente	Schwingungsübertragung vom Drehprozess auf den Bediener.	<ul style="list-style-type: none"> — Unwohlsein — Neurologische Störung. 	
6	B.1^a Strahlungs-Gefährdungen			
6.1	nieder- und hochfrequente elektromagnetische Strahlung.	An den Teilen der elektrischen Steuerungen	Gefährdung durch Verbrennung	
6.2	optische Strahlung (infrarot, sichtbar und ultraviolett), einschließlich Laser- und LED-Strahlen.	An Messeinrichtungen und Lasern zur Bearbeitung, insbesondere während der Einrichtung oder der Wartung.	Schäden an Augen und Haut	
7	B.1^a Material-/Substanzgefährdungen			
7.1	Biologische oder Mikrobiologische Substanz (viral oder bakteriell).	Kontakt mit verunreinigtem Kühlschmierstoff während des Aufenthaltes an oder in der Nähe der Maschine.	Infektion	
7.2	Flüssigkeit	Hautkontakt mit Kühlmittel, <ul style="list-style-type: none"> — Während dem Aufenthalt an oder in der Nähe der Maschine. 	Schädigung der Haut	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
7.3	Nebel und Dunst	Einatmen und Aufnahme von Substanzen, die während der Bearbeitung verwendet oder erzeugt werden, z. B. durch Kühlschmierstoffe, — Während dem Aufenthalt an oder in der Nähe der Maschine.	Atembeschwerden, Vergiftung	
7.4	Entflammbare Stoffe	Bei Tätigkeiten mit: — entflammbarem Material, z. B., Titan- oder Magnesiumspäne und/oder — entflammbarem Kühlschmierstoff, z. B. ölhaltigem KSS	Gefährdung durch Feuer und Explosion, Verbrennungen.	
8	B.1^a Ergonomische Gefährdungen			
8.1	Gestaltung oder Anordnung von optischen Displays	Fehlbeurteilung der angezeigten Informationen am Arbeitsplatz des Bedieners.	alle weiteren (z. B. mechanische, elektrische) Probleme durch menschliches Fehlverhalten	
8.2	Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuereinrichtungen	Fehlbedienung der Maschine am Arbeitsplatz des Bedieners.		
8.3	Überanstrengung	bei Steuereinrichtungen und während der Handhabung. Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein beim Werkstück- oder Werkzeugwechsel. unzulängliche Berücksichtigung der Körperhaltung während Wartungsaufgaben.	Ermüdung	
8.4	Körperhaltung		Störung des Bewegungsapparates	
8.5	Sich wiederholende Tätigkeiten		Ermüdung Versuchung, Sicherheitsvorrichtungen zu umgehen	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
8.6	Sichtbarkeit, örtliche 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 menschliche Fehler	
8.7	menschliche Fehler, menschliches Verhalten.	begründet vorhersehbaren Fehlgebrauch, Fehlbedienung der Maschine (Manipulation). fälschliche Handhabung des Arbeitsmaterials und des Drehwerkzeugs. 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	
9	B.1^a Gefährdungen im Zusammenhang mit der Betriebsumgebung der Maschine			
9.1	Elektromagnetische Störungen	unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen sowie unbeabsichtigter, unerwarteter Anlauf)	Gefährdung durch Quetschen, Scheren, Fangen, Erfassen	
10	B.1^a Kombination von Gefährdungen			
10.1	Ausfall der Energieversorgung.	Herunterfallen oder Herausschleudern von sich bewegenden Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstücks oder einem Werkzeug, Nichtausführung des Stillsetzens von sich bewegenden Teilen.	Gefährdung durch Quetschen Gefährdung durch Scheren Gefährdung durch Stoß Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden	

Nr.	Ursachen für Gefährdungen und Gefährdungssituationen	Beispiele für Tätigkeiten, Gefährdungssituationen und -bereiche bei Drehmaschinen	Mögliche Folgen	Relevanter Abschnitt in dieser Internationalen Norm
10.2	Wiederherstellung der Energiezufuhr nach einer Unterbrechung	unkontrollierte Bewegung (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen) sowie unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf	Gefährdung durch Einfangen Gefährdung durch Einziehen, Erfassen oder Einschließen	
10.3	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	Herunterfallen oder Herausschleudern von sich bewegenden Maschinenteilen oder einem eingespannten Werkstücks oder einem Werkzeug. Nichtausführung des Stillsetzens von sich bewegenden Teilen. Unkontrollierte Bewegungen (einschließlich Geschwindigkeitsänderungen) unbeabsichtigter/unerwarteter Anlauf andere gefährliche Situationen wegen Versagens oder ungeeignetem Design der Steuerung.	Gefährdung durch Durchstich oder Einstich. Gefährdung durch Reiben und Abschürfen	
^a Tabelle 1 enthält die spezifischen Gefährdungen für Bauarten und Größen der Drehmaschinen aus ISO 12100:2010, Anhang B, Tabelle B.1 und B.4.				

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Übersicht

Drehmaschinen und Drehzentren müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zusätzlich muss die Maschine nach den Grundsätzen in ISO 12100:2010, Abschnitt 5, in Bezug auf solche Gefährdungen gestaltet sein, welche in dieser Internationalen Norm nicht behandelt werden.

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

Die Konstrukteure müssen Gefährdungen berücksichtigen, die während der Lebenszeit der Maschine eintreten können und sich gegen Bediener und andere Personen richten, die unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung (siehe ISO 12100:2010, 3.23), Zugang zu(m) Gefahrenbereich(en) haben, einschließlich dem vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebrauch der Maschine (siehe ISO 12100:2010, 3.24). Bearbeitungsvorgänge und Vorgänge, die ein Eingreifen des Bedieners oder anderer Personen erfordern (z. B. Einrichten, Säubern, Wartung und Reparatur) müssen berücksichtigt werden. Eine Analyse des Ausfalls von Maschinenteilen einschließlich des Ausfalls in der/den Steuerung(en) ist Teil der Risikobewertung; ISO 13849-1:2015 gibt hierzu Anleitungen. Aus diesem Grund sind Sicherheitsanforderungen als Performance Level (PL) nach ISO 13849-1:2015 (siehe 5.12.2) festgelegt. Jede Maschine muss nach den in diesem Abschnitt gelisteten Anforderungen konstruiert und gesichert sein und/oder mit entsprechenden Schutzeinrichtungen ausgestattet sein. In Fällen die nicht in 5.12.2 spezifiziert sind, müssen Sicherheitsfunktionen nach ISO 13849-1:2015 oder IEC 62061:2021 entsprechend einer Risikobeurteilung bestimmt werden.

Alle Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, die in diesem Abschnitt genannt werden, gelten für alle Bauarten von Drehmaschinen, solange nicht speziell auf eine Bauart Bezug genommen wird.

5.1.1.1 Ausstattungsmerkmale und Einschränkungen für Maschinen der Bauart 1

Diese Bauart von Drehmaschinen darf mit folgenden Vorrichtungen ausgerüstet sein:

- Vorrichtung für Vorschub oder zum Gewindeschneiden;
- konstante Umfangsgeschwindigkeit (CSS);
- Handräder (z. B. mechanisch und/oder elektronisch) für Achsenbewegungen;
- Vorrichtung zur unterstützten Positionierung (z. B. unterstützter Halt in einer vordefinierten Position der Z-Achse).

Allerdings dürfen die folgenden Ausstattungsmerkmale nicht enthalten sein:

- automatisches Programm darf laufen;
- kraftbetriebene Werkstückspannzeuge;
- Stangenvorschubsystem;
- kraftgetriebene Werkzeuge;
- Kraftbetriebener Reitstock oder Pinole.

5.1.1.2 Ausstattungsmerkmale und Einschränkungen für Maschinen der Bauart 2

Diese Drehmaschinenbauart darf mit einigen oder allen Ausstattungsmerkmalen der Maschinen der Bauart 1 und den folgenden ausgerüstet sein:

- Ein eingeschränktes numerisches Steuerungssystem (NC) mit folgenden Möglichkeiten:
- Achseninterpolation (d. h. kopieren/vorgegebenes profilieren);
- Gewindeschneid-Zyklen.

Allerdings dürfen die folgenden Ausstattungsmerkmale nicht enthalten sein:

- automatischer Programmstart;
- automatische Werkzeugmagazine, Werkzeugtransport- und Werkzeugwechselmechanismen;
- automatisches Revolverkopfschalten oder automatische Bewegungen des Reitstocks oder der Pinole;
- unbegrenzten Achsbewegungen im Eilgang;

- automatischer Werkstückwechsel oder automatische Stangenvorschubeinrichtung
- Gegenarbeitsspindel;
- doppelte Arbeitsspindel;

5.1.1.3 **Ausstattungsmerkmale und Einschränkungen für Maschinen der Bauart 3**

Diese Drehmaschinenbauart darf mit einigen oder allen der folgenden Ausstattungsmerkmale ausgerüstet sein:

- ein numerisches Steuersystem (NC);
- automatische Werkstückwechsel- oder Stangenvorschubsysteme;
- automatische Werkzeugmagazine, Werkzeugtransport- und Werkzeugwechselmechanismen;
- automatisches Revolverkopfschalten oder automatisches Vorschieben oder Einziehen der Reitstockpinole
- Gegenarbeitsspindel;
- doppelte Arbeitsspindel;
- Zweitbearbeitungsverfahren (z. B. Fräsen, Schleifen, Bohren)
- zusätzliche Handhabungseinrichtungen

Allerdings darf diese Bauart von Drehmaschinen nicht mit einem rotierenden Arbeitsspindelträger, der die Arbeitsspindel(n) von Station zu Station bewegt, ausgerüstet sein.

5.1.1.4 **Ausstattungsmerkmale und Einschränkungen für Maschinen der Bauart 4**

Diese Drehmaschinenbauart darf mit einigen oder allen der folgenden Ausstattungsmerkmale ausgerüstet sein:

- zwei oder mehr Werkstückspindeln, die von einem Spindelkasten aufgenommen werden, sich von Station zu Station bewegen und entweder mit kraftbetriebenen Spannfuttern oder Spannzangen ausgestattet sind;
- Zusatzausstattung z. B. Kraftgetriebene Werkzeuge und oder Neben-/Gegenarbeitsspindeln;
- die Antriebe der Werkstückspindeln, Werkzeugspindeln und Neben-/Gegenarbeitsspindeln können gemeinsame Antriebe und/oder voneinander unabhängige Antriebe sein;

Allerdings darf diese Drehmaschinenbauart nicht mit manuellen Spannfuttern ausgerüstet sein.

5.1.2 **Betriebsarten**

5.1.2.1 **Obligatorische und optionale Betriebsarten**

Tabelle 2 bietet einen Überblick über die Betriebsarten.

Zur Kennzeichnung der Betriebsart für Drehmaschinen müssen der Buchstabencode (z. B. MO 0) und/oder die folgenden standardisierten Symbole an den Befehlseinrichtungen, und, falls notwendig, am HMI (Mensch-Maschine-Schnittstellenanzeige) verwendet werden

Tabelle 2 — Übersicht von Drehmaschinenbauarten und Betriebsarten

Betriebsart	Drehmaschinen				Symbol
	Bauart 1 Handgesteuerte Drehmaschinen ohne numerische Steuerung	Bauart 2 Handgesteuerte Drehmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungs- fähigkeiten	Bauart 3 Numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren	Bauart 4 Einzel- oder Multispindel- Drehautomaten	
MO 0: Manueller Betrieb	obligatorisch	obligatorisch	optional	Nicht zutreffend	
MO 1: automati- scher Betrieb	Nicht zutreffend	obligatorisch eingeschränkte Betriebsart 1	obligatorisch	obligatorisch	
MO 2: Einricht- betrieb	Nicht zutreffend	optional	obligatorisch	obligatorisch	
MO 3: optionale besondere Betriebsart für manuelle Eingriffe unter einge- schränkten Betriebsbe- dingungen	Nicht zutreffend	optional	optional	optional	
MO Service: Service- betrieb	Nicht zutreffend	optional	optional	optional	

ANMERKUNG 1 Für detaillierte Informationen über die Betriebsarten siehe 3.5 Betriebsarten von Drehmaschinen und 5.1.1.

ANMERKUNG 2 Siehe ISO 369 und ISO 7000

5.1.2.2 Allgemeines

Die Auswahl einer Betriebsart muss entsprechend Bild 9 erfolgen.

Das MO-Auswahlssystem besteht aus einem System zum Zugangsschutz (in Bild 9 Schutz vor Zugang genannt) und einem Sicherheitssystem [in Bild 9 Sicherheit (SRP/CS) genannt]. Der alleinige Zweck des Zugangsschutzes ist das Verhindern eines unerlaubten Zugangs zum Sicherheitssystem, das die tatsächliche Auswahlrichtung für die Betriebsart und die MO-Aktivierungseinrichtung umfasst. Das System zum Zugangsschutz selbst ist kein sicherheitsbezogener Teil des Steuerungssystems (SRP/CS).

Grundstruktur der Betriebsartauswahl

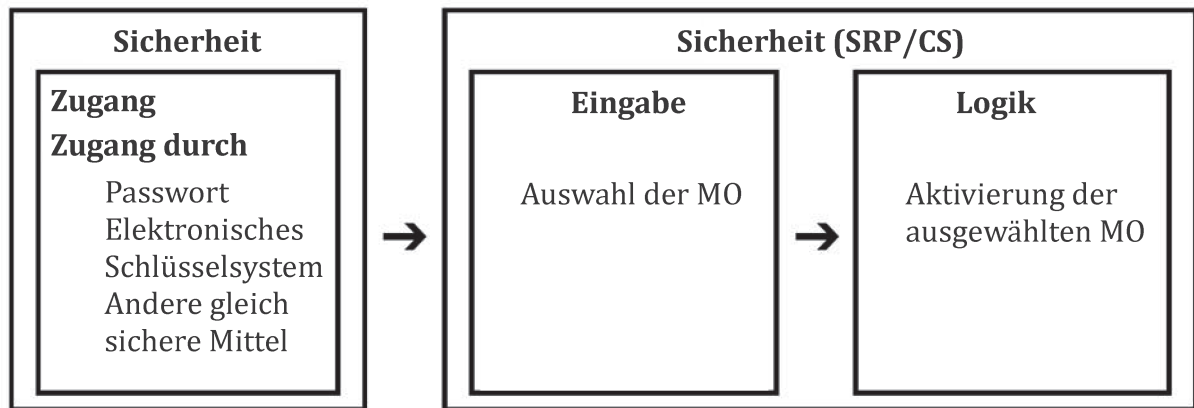


Bild 9 — Abgrenzung zwischen Schutz- und Sicherheitssystem

Anhand der Auswahlrichtung für die Betriebsart (Sicherheit) und der damit verbundenen Steuerungsanordnung (SRP/CS) muss sichergestellt sein, dass jederzeit nur eine Betriebsart ausgewählt und ermöglicht wird. Die Sicherheitsfunktionen müssen 9.1 in Tabelle 4 entsprechen.

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

Das Zugangsgerät (der sicherheitsrelevante Teil des MO-Auswahlsystems) muss verriegelt werden können. Die Auswahl der Betriebsart an sich darf keinen Maschinenbetrieb einleiten.

Für die Auswahl der MO müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

Jede ausgewählte MO muss optisch angezeigt werden [z. B. durch optische Anzeige am Steuerpult, durch farbige Signallampen oder einen Text an der Benutzerschnittstelle (MMS – Mensch-Maschine-Schnittstelle)].

5.1.2.3 MO 0: manueller Betrieb

- a) Die Drehung der Werkstückspindel darf nur dann manuell durch eine Spindelstarteinrichtung eingeleitet werden, vorausgesetzt für den Zweck, wenn der Spannfutterschutz nach den Sicherheitsfunktionen 3.5, 4.5, 1.1 und 2.1 in Tabelle 4 geschlossen ist;
- b) Wenn die Werkstückspindel mit einem drehzahlveränderbaren elektrischen Antrieb ausgestattet ist, muss die Spindel durch einen Halt der Kategorie 1 gestoppt werden (siehe IEC 60204-1:2016, 9.2.2) in Verbindung mit einem sicheren Halt 1 (SS1) und ein sicher abgeschaltetes Drehmoment (STO) auslösen (siehe IEC 61800-5-2:2016) und die maximale Bearbeitungsdrehzahl muss eingegeben und nach 5.1.2.3 f) überwacht werden.
- c) Die Vorschubgeschwindigkeiten müssen manuell ausgewählt und eingegeben werden. Die Vorschubachsen dürfen nur manuell durch eine Achsenstarteinrichtung ausgelöst werden. Die Sicherheitsfunktionen müssen 3.5, 4.5 in Tabelle 4 entsprechen. Eilvorschub darf nur durch eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung möglich sein. Die Sicherheitsfunktionen müssen 3.2 und 4.2 in Tabelle 4 entsprechen. Wenn die Vorschubachsen mit einem drehzahlveränderbaren elektrischen Antrieb ausgestattet sind, muss die Vorschubgeschwindigkeit nach Sicherheitsfunktion 7.3 in Tabelle 4 überwacht werden.
 - 1) Achsenlänge ≤ 2 m: 6 m/min,
 - 2) Achsenlänge > 2 m: 10 m/min;

- d) Das Auslösen von Achsenbewegungen darf zu gleicher Zeit nur die Bewegung einer Hauptachse zulassen;
- e) wenn die Maschine mit elektrischen Antriebssystemen ausgerüstet ist, gilt die folgende Anforderung:
 - Anforderung zur Überwachung und Aufnahme der maximalen Bearbeitungsdrehzahl, wie für CSS in 5.1.2.3 f).
- f) Konstante Oberflächengeschwindigkeit darf nicht arbeiten, solange keine maximale Bearbeitungsdrehzahl (siehe 3.6.3) eingegeben und nach ISO 13849-1:2015, 4.6.4 und 5.2.7 in der Maschine registriert wurde. Die Überwachung der maximalen Bearbeitungsdrehzahl muss nach Sicherheitsfunktion 5.2 in Tabelle 4 erfolgen. Der Hersteller der Maschine muss in der Betriebsanleitung sichere Eingabeverfahren für die maximale Bearbeitungsdrehzahl beschreiben. Dies können reduzierte Beschleunigungswerte, ein Tech-in-System oder das automatische Feststellen von Unwucht einschließen. Die Einstellung der maximalen Bearbeitungsdrehzahl muss beim Abschalten der Maschine gelöscht werden.
- g) Die Schaltung (schrittweises Drehung) kraftbetriebener Revolverköpfe darf nur schrittweise möglich sein und darf nur eingeleitet werden können, wenn sich beide Hände des Bedieners außerhalb des Gefahrenbereiches befinden [z. B. durch Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung, die Sicherheitsfunktionen müssen 3.1 und 4.1 in Tabelle 4 entsprechen] oder wenn die Türen der trennenden Schutzeinrichtung geschlossen sind (z. B. bei Maschinen der Bauart 2 und 3);

5.1.2.4 MO 1: automatischer Betrieb

- a) Wenn die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen offen sind, darf keine Bewegung von Maschinenteilen möglich sein, mit Ausnahme der folgenden:
 - 1) Die Öffnungs- und Schließbewegung des(der) Werkstückspannzeugs(e) und der Bewegung der Reitstockpinole zum Wechseln des Werkstücks (siehe 5.2.1);
 - 2) Die Steuerung der Spindeldrehung muss über eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) nach Sicherheitsfunktionen 3.2 und 4.2 in Tabelle 4 erfolgen, darf 50 min^{-1} nicht überschreiten und die Umfangsgeschwindigkeit von 1,3 m/s darf für das größte standardmäßige im Benutzerhandbuch beschriebene Werkstückspannzeug nicht überschritten werden. Die Geschwindigkeitsbegrenzung muss nach Sicherheitsfunktion 7.1 in Tabelle 4 überwacht werden.
 - 3) Der Kühlschmierstoffzufluss muss automatisch abgesperrt sein, wenn die bewegliche trennende Schutzeinrichtung für den Zugang zum Arbeitsbereich nach Sicherheitsfunktion 1.13 und 2.13 oder 1.14 und 2.14 in Tabelle 4 offen ist. Zur Einstellung oder Reinigung kann der Niederdruck-Kühlschmierstoff manuell gestartet werden.
- b) Wenn die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind,
 - muss die maximal zulässige Bearbeitungsdrehzahl nach SF 5.2 in Tabelle 4 überwacht werden. Für die Anforderungen bezüglich der Eingabe/Überprüfung der maximalen Bearbeitungsdrehzahl siehe 5.2.1 a) 4) 1. Spiegelstrich.

5.1.2.5 MO 2: Einrichtungsbetrieb

5.1.2.5.1 Allgemeines

Wenn MO 2 aktiv ist und die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen offen sind, gelten die folgenden Anforderungen.

- a) Drehung der Werkzeuge und/oder der Werkstückspindel sowie die Achsenverschiebbewegungen müssen nach SF 3.2 und 4.2 (für Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung) oder 3.3 und 4.3 (für elektronische Handräder) in Tabelle 4 gesteuert werden oder die Achsenverschiebbewegungen müssen auf schrittweise Bewegung von nicht mehr als 6 mm begrenzt sein.
- b) Die Achsen müssen nach SF 7.3 in Tabelle 4 überwacht werden. Die Vorschubgeschwindigkeiten müssen begrenzt sein auf:
 - 1) 2 m/min, oder
 - 2) 10 m/min, wenn die Achsenlänge > 2 m ist und jeder Körperteil die Gefährdungsbereiche nach ISO 13885 nicht erreicht
- c) Bei Werkstückspannzeugen mit einem Außendurchmesser ≤ 500 mm darf die Drehung der Werkstückspindel(n) 50 min⁻¹ nicht überschreiten und muss nach SF 7.1 in Tabelle 4 überwacht werden.
- d) Bei Werkstückspannzeugen mit einem Außendurchmesser > 500 mm darf die Umfangsgeschwindigkeit des Werkstückspannzeuges 1,3 m/s nicht überschreiten und muss nach SF 7.1 in Tabelle 4 überwacht werden.
- e) Der Kühlschmierstoffzufluss muss automatisch abgesperrt sein, wenn die bewegliche trennende Schutzeinrichtung für den Zugang zum Arbeitsbereich nach SF 1.13 und 2.13 oder 1.14 und 2.14 in Tabelle 4 offen ist. Für die Einstellung oder Reinigung kann der Niederdruck-Kühlschmierstoff manuell nach SF 1.13 und 2.13 in Tabelle 4 gestartet werden.
- f) Automatische Werkzeug- und Werkstückwechselmechanismen müssen nach SF 1.3, 2.3, 1.5, 2.5, 1.6 und 2.6 in Tabelle 4 unterbunden bleiben. Das Auslösen ihrer automatischen Bewegung darf nur bei geschlossenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen möglich sein.
- g) Das Schalten (schrittweises Drehen) kraftbetriebener Revolverköpfe darf nur schrittweise möglich sein (z. B. Schalten um eine Stellung) und darf nur eingeleitet werden können, wenn sich beide Hände des Bedieners außerhalb des Gefahrenbereiches befinden [z. B. durch eine Zweihandsteuerung nach SF 3.1 und 4.1 in Tabelle 4 (siehe ISO 13851:2019)] oder eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zusammen mit einer handgeführten Zustimmungseinrichtung nach SF 3.2 und 4.2 in Tabelle 4 oder wenn die Türen der trennenden Schutzeinrichtung geschlossen sind. Alle Gefährdungen aufgrund von Bewegungen des Revolverkopfs (z. B. Drehung aufgrund von Schwerkraft oder Instabilität) dürfen durch einen plötzlichen Halt an Zwischenpositionen wegen beispielsweise der Freigabe der Zweihandschaltung/Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung oder der Zustimmungseinrichtung oder der Öffnung der beweglichen, trennenden Schutzeinrichtung, wenn die beweglichen, trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind, erfolgen. Die maximale Drehzahl darf 50 min⁻¹ nicht überschreiten und die Umfangsgeschwindigkeit darf 1,3 m/s für das größte Werkzeug nicht überschreiten.
- h) Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die gefahrbringende Bewegungen von Vertikal- oder Schrägachsen durch Schwerkraft verhindern, (siehe Anhang G).

- i) Wenn die Maschine mit Handhabungseinrichtungen für die Werkstückbe- und Endladung ausgerüstet ist:
- 1) Bezüglich der Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen für Handhabungseinrichtungen für die Werkstückbe- und Entladung, siehe 5.15.2;
 - 2) Das Einrichten der Handhabungseinrichtung darf nur mit einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung bei reduzierter Geschwindigkeit, die 2 m/min nicht überschreitet oder bei geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen, die nach SF 7.3 in Tabelle 4 überwacht werden, möglich sein;
 - 3) Wenn Zugang bei offener beweglicher trennender Schutzeinrichtung oder bei außer Kraft gesetzter nicht trennenden Schutzeinrichtung erforderlich ist, darf eine kraftbetriebene Bewegung der Handhabungseinrichtung für die Werkstückbe- und -entladung nur durch eine Zustimmungsschaltung zusammen mit einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung ausgelöst werden. Die Sicherheitsfunktionen müssen 3.1 und 4.1 in Tabelle 4 entsprechen. Das Auslösen eines Sensors oder einer Rückmeldeeinrichtung darf keine gefahrbringende Bewegung bewirken;
 - 4) Wird für die Werkstückbe- und Entladung ein Roboter eingesetzt, müssen die Anforderungen aus ISO 10218-2:2011 gelten.

5.1.2.5.2 MO 2: Einrichtbetrieb für Maschinen der Bauart 4.

Wenn Betriebsart 2 (Einrichtbetrieb) ausgewählt ist und bewegliche trennende Schutzeinrichtungen geöffnet sind, dürfen Maschinenbewegungen nur unter folgenden Bedingungen möglich sein:

- a) Achsenverschiebewegungen dürfen nur möglich sein, wenn:
- 1) Achsenverschiebewegungen sind auf schrittweise Bewegungen beschränkt, die 6 mm nicht überschreiten;
- b) Die Drehbewegung angetriebener Werkzeuge und/oder von Werkstückspindeln
- 1) bei mechanisch gesteuerten Maschinen ohne die Funktion „reduzierte Geschwindigkeit“ ist der Betrieb angetriebener Werkzeuge oder der Werkstückspindeln nur mittels Zweihandschaltung des Typs II oder IIIB nach ISO 13851:2019, 4.2, zulässig. Die Lage der Zweihandschaltung muss ISO 13855:2010 entsprechen.
- c) Die Bewegung der Spindeltrommel darf nur möglich sein:
- 1) Als rotierende Bewegung mit begrenzter Umfangsgeschwindigkeit von nicht mehr als 2 m/min und die Geschwindigkeitsbegrenzung muss nach SF 7.3 in Tabelle 4 überwacht werden. Die Bewegung muss durch eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung nach SF 3.2 und 4.2 in Tabelle 4 gesteuert werden;
 - 2) als Schaltbewegung von einer Stellung zur nächsten, wenn sich beide Hände des Bedieners außerhalb des Gefahrenbereiches befinden, z. B. bei der Verwendung einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung oder bei Verwendung einer Zweihandschaltung des Typs II oder IIIB nach ISO 13851:2019, 4.2. Die Lage der Zweihandschaltung muss ISO 13855:2010 entsprechen. Die Sicherheitsfunktionen müssen 3.1 und 4.1 in Tabelle 4 entsprechen.
- d) Im Bereich der Steuerkurven sind kraftbetriebene Bewegungen nur unter Verwendung einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung oder unter Verwendung einer Zweihandschaltung, die nahe der Zugangstür zu den Steuerkurven angeordnet ist, zulässig. Die Sicherheitsfunktionen müssen 3.1 und 4.1 in Tabelle 4 entsprechen.

5.1.2.6 MO 3: Optionale besondere Betriebsart für manuelle Eingriffe unter eingeschränkten Betriebsbedingungen

Diese Betriebsart unterscheidet sich deutlich von den anderen Betriebsarten, wie MO 1. Es handelt sich um eine optionale Betriebsart, um besondere nicht in einer Standardbetriebsart lösbare Herstellungsprobleme zu lösen, die die Begründung zur Umgehung oder die Manipulation der primären verriegelten, beweglichen, trennenden Schutzeinrichtungen nach ISO 14119:2013 minimieren sollen. Diese Betriebsart ist das letzte Mittel, wenn die Standardbetriebsarten nicht verbessert werden können, z. B. unter der Berücksichtigung der in ISO/TR 23125-2, Abschnitt 2 beschriebenen Maßnahmen.

Diese Betriebsart ist nur vorgesehen, wenn Zugang zum Arbeitsbereich für den Bediener notwendig ist, um Beobachtungen und/oder manuelle Eingriffe zu ermöglichen. Sie muss zur Verfügung stehen, wenn alle Sicherheitsmaßnahmen, die unter technologischen Aspekten anwendbar und nach dem Stand der Technik möglich sind, durchgeführt werden. Der Zugang für den Bediener kann notwendig sein, z. B. unter Berücksichtigung der in ISO/TR 23125-2, Abschnitt 3 beschriebenen Beispiele.

Für MO 3 müssen die folgenden Anforderungen gelten:

a) Gestaltungsmaße:

- 1) Der Betriebsartenwahlschalter muss mit einem speziellen Code oder Schlüssel zur Auswahl von MO 3 ausgestattet sein.
- 2) In MO 3 wirksame trennende Schutzeinrichtungen müssen das Herausspritzen von Flüssigkeiten und/oder das Herausschleudern von Objekten verhindern und folgende Bedingungen müssen berücksichtigt werden:
 - Der direkte Aufprall von Spannbacken muss unter Berücksichtigung des größten Spannfutters, mit dem die Maschine ausgerüstet werden kann, und dessen maximaler in MO 3 möglicher Umfangsgeschwindigkeit angenommen werden.
 - Das Herumschlagen eines Stangenstücks muss unter Berücksichtigung einer Spannzange mit dem größten Durchmesser, mit dem die Maschine ausgerüstet werden kann, und der maximalen in MO 3 möglichen Spindeldrehzahl angenommen werden.
- 3) Wenn die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen offen sind oder teilweise geöffnet sind, um das notwendige Eingreifen zu erfüllen, müssen zusätzliche verriegelte trennende in MO 3 wirksame Schutzeinrichtungen bereitgestellt werden. Diese zusätzlichen trennenden Schutzeinrichtungen müssen den unbeabsichtigten Zugang zu gefahrbringenden Bewegungen verhindern und sind nicht auf Folgendes beschränkt:
 - zusätzliche verriegelte, bewegliche, trennende Schutzeinrichtung zur Beschränkung des Zugangs oder
 - zusätzliche verriegelte, entfernbare trennende Schutzeinrichtung zur Beschränkung des Zugangs, z. B. zum Spannfutter oder
 - zusätzliche verriegelte, bewegliche, trennende Schutzeinrichtung zur Ermöglichung des beschränkten Zugangs oder
 - primäre bewegliche trennende Schutzeinrichtung mit einer zusätzlichen verriegelten Stellung zur Ermöglichung des beschränkten Zugangs.

ANMERKUNG Für weitere Leitlinien siehe die in ISO/TR 23125-2 beschriebenen Beispiele

- 4) Eingriffe in MO 3 müssen unter Verwendung einer Zustimmungseinrichtung erfolgen:

Die Zustimmungseinrichtung muss abhängig von der notwendigen Aufgabe als Handschalter oder als Fußschalter bereitgestellt werden.

- Eine 3-Positionen-Zustimmungseinrichtung ist notwendig unter Berücksichtigung der vorherrschenden Motivation, um das Umgehen der Maschine und Reflexhandlungen zu verhindern.
- Eine 2-Positionen-Fuß-/Hand-Zustimmungseinrichtung kann für eine Aufgabe mit hoher Ergonomie-/hoher Präzisionsanforderung bereitgestellt werden.

- 5) Um die notwendigen Eingriffe vorzunehmen, muss ein ergonomischer und sicherer Stand vorhanden sein.
- 6) MO 3 muss so gestaltet sein, dass der Bediener motiviert ist, so bald wie möglich in eine Standardbetriebsart, z. B. MO 1, zurückzuschalten. Dauerhafter Einsatz von MO 3 muss vermieden werden, z. B. reduzierte Geschwindigkeit und reduzierte Funktionalität.
- 7) Bei jedem Einschalten der Maschine muss MO 3 deaktiviert werden.
- 8) Die Vorschubgeschwindigkeiten müssen auf ein für eine vorgesehene Aufgabe notwendiges Minimum beschränkt sein. Höchstens
- i) Achsenlänge ≤ 2 m: 6 m/min
 - ii) Achsenlänge > 2 m: 10 m/min
- 9) Die Maschine muss mit einem optischen Signal ausgestattet sein, das anzeigt, dass MO 3 aktiv ist, und mit der Bedeutung des optischen Signals gekennzeichnet sein (z. B. wenn das Signal an ist, ist MO 3 aktiv).

b) Kontrollmaßnahmen:

- 1) Gefahrbringende Bewegungen, die innerhalb des Gefährdungsbereichs (Arbeitsbereich) zugänglich sind und an MO 3 beteiligt sind, müssen umgangen werden.
- 2) Alle in MO 3 notwendigen gefahrbringenden Bewegungen müssen verringert werden und auf die technologisch minimalen notwendigen Werte beschränkt und überwacht werden.
- 3) Wenn die Zufuhr von gefahrbringendem Kühlschmierstoff in MO 3 notwendig ist, muss er zu einem Zeitpunkt verringert und auf den technologisch minimalen Wert beschränkt werden und durch Betätigen eines Schalters freigegeben werden.
- 4) Anforderungen an Sicherheitsfunktionen:
 - Sicherheitsbezogenes Ausschalten von gefahrbringenden Bewegungen nach SF 9.3 in Tabelle 4
 - Sicherheitsbezogenes Spannen von Werkstücken und Werkzeugen nach allen in Abschnitt 5 und 6 in Tabelle 4 aufgeführten Sicherheitsfunktionen.
 - Sonstige in MO 3 wirksame Sicherheitsfunktionen, z. B. Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen, Überwachung der Geschwindigkeitsbegrenzung, Zustimmungsfunktion, müssen Tabelle 4 entsprechen

- c) Wenn MO 3 vorhanden ist, müssen die folgenden Verfahren für die spezifische vorgesehene Anwendung umgesetzt werden:
- 1) Beschreibung des Herstellungsproblems
 - 2) Bewertung der Begründung zum Umgehen
 - 3) Nachweis der Unvermeidbarkeit
 - 4) Beschreibung der notwendigen Arbeiten
 - 5) Ergebnisse der ersten Risikoanalyse
 - 6) Beschreibung der Schutzmaßnahmen
 - 7) Begründung der Zurückschaltung
 - 8) Ergebnisse der Analyse des Restrisikos

ANMERKUNG Für weitere Informationen siehe ISO/TR 23125-2

5.1.2.7 MO Service: Servicebetrieb

MO Service darf nur für vom Hersteller der Maschine ausgebildetes und autorisiertes Service Personal zur Verfügung gestellt werden. Die Auslösung von gefahrbringenden Bewegungen darf nur dann möglich sein, wenn sich abhängig von der Exposition der ganze Körper oder die oberen Gliedmaßen des Service-Personals außerhalb des Gefahrenbereichs befinden, z. B. durch eine feststehende oder bewegliche Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung zusammen mit einer Zustimmungseinrichtung nach SF 3.1 und 4.1 in Tabelle 4;

- a) In der Bedienungsanleitung müssen entsprechende Sicherheitshinweise zur Verfügung gestellt werden
- b) Die Bewegungen der automatischen Werkstückwechsellvorrichtung müssen gegebenenfalls mit reduzierten Geschwindigkeiten durchgeführt werden. Die einzelnen Schritte müssen nacheinander eingeleitet werden.
- c) Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die gefahrbringende Bewegungen von Vertikal- oder Schrägachsen durch Schwerkraft verhindern, (siehe Anhang G).

ANMERKUNG Entsprechend der Gefahrenanalyse können zusätzliche Schutzmaßnahmen wie sekundäre trennende Schutzeinrichtungen, Barrieren oder Blenden in Verbindung mit Warnhinweisen nötig sein.

- d) MO Service ermöglicht eine beschränkte Automatikfunktionalität der Maschine oder von Teilen von dieser, wobei die wesentlichen trennenden Schutzeinrichtungen des jeweiligen Arbeitsbereiches geöffnet sein können. Die Einschränkungen sind:
 - 1) Bearbeitung im Servicebetrieb ist nicht zulässig und muss vermieden werden.
 - 2) Gleichzeitige Drehung der Spindel und Achsenbewegung ist nur zulässig bei reduzierter Spindeldrehzahl bei maximal 50 min^{-1} nach SF in Abschnitt 7 in Tabelle 4.
 - 3) Die Einspritzung von Kühlschmierstoffen ist nicht erlaubt.
- e) Der Betriebsartenwahlschalter muss mit einem speziellen Code oder Schlüssel zur Auswahl des MO Service ausgestattet sein.

5.2 Besondere Anforderungen infolge von „mechanischen“ Gefährdungen

5.2.1 Spannbedingungen für das Werkstück

a) Die allgemeinen Bedingungen für Werkstückspannzeuge sind folgende:

- 1) Werkstückspannzeuge müssen ISO 16156:2004 entsprechen;
- 2) Werkstückspannzeuge, außer Spannzangen, müssen deutlich mit ihrer maximal zulässigen Drehzahl gekennzeichnet sein (siehe 6.2.2 t) 7));
- 3) Es darf nicht möglich sein, das Öffnen oder Schließen des Werkstückspannzeugs von Hand auszulösen, während sich die Spindel(n) nach SF 5.3 in Tabelle 4 dreht (drehen);
- 4) Wenn eine programmierbare oder parametrisierte Spindeldrehzahl verfügbar ist, darf ein Programm nicht im Bearbeitungsmodus laufen, solange die folgenden Bedingungen nicht erfüllt sind:
 - nach ISO 13849-1:2015, 4.6.4 und 5.2.7 müssen Maschinen über Einrichtungen zur Eingabe und/oder Überprüfung der maximalen Bearbeitungsdrehzahl verfügen (siehe 3.6.3). Ein Fehler bei der Eingabe oder Bestätigung dieser Drehzahl(en) bei jedem Programmwechsel muss verhindern, dass die Maschine in MO 1 (Automatischer Betrieb) läuft.
 - die maximale Bearbeitungsdrehzahl muss nach SF 5.2 in Tabelle 4 überwacht werden und darf nicht überschritten werden;
- 5) Spannfutter, Planscheiben und andere Werkstückspannzeuge müssen mithilfe einer positiven Montage an der Spindel befestigt sein (siehe z. B. ISO 702-1:2009);
- 6) Wenn das Risiko des Verlusts der Werkstückspannung aufgrund der Beschleunigungs-/Verzögerungsgeschwindigkeit besteht, müssen Einrichtungen vorhanden sein, um diese Geschwindigkeiten zu verringern, z. B. durch dynamische Beschleunigung/Verzögerung oder manuelle Einstellung (sachtes Anfahren/Anhalten üblicherweise bei manuell gesteuerten Maschinen);

b) Kraftbetriebene Werkstückspannzeuge:

- 1) Eine für das sichere Spannen des Werkstückes ausreichende Betätigungskraft muss so lange aufrechterhalten bleiben, bis die Spindel zum Stillstand gekommen ist (nach ISO 16156:2004, 5.2.1), z. B. durch Rückschlagventile im Hydrauliksystem oder durch selbsthemmende Werkstückspannzeuge.
- 2) Bei Werkstückspannzeugen müssen Einrichtungen zur Überwachung der Betätigungskraft des Werkstückspannzeuges vorhanden sein (z. B. durch Überwachung des Hydraulik- oder Pneumatikdruckes). Um sicherzustellen, dass genügend Hub verbleibt, nachdem das Werkstück gespannt wurde, muss bei Spannfuttern zusätzlich der Spannweg der Spannbacken überwacht sein. Wenn die Betätigungskraft nicht erreicht wird, oder der notwendige verbleibende Hub unzureichend ist, muss das Ingangsetzen der Werkstückspindel nach SF 5.1 in Tabelle 4 verhindert sein. Wenn die Überwachung des Spannweges der Spannbacken nicht möglich ist, müssen andere Sicherheitsmaßnahmen vorgesehen werden.
- 3) Wenn der Spindelantrieb läuft und die Betätigungskraft des Drehfutters oder der verbleibende Hub an der Einlegestelle des Werkstücks unter einen vorgegebenen Wert nach SF 5.4 in Tabelle 4 fällt, muss ein Stillsetzen der Maschine nach Kategorie 1 entsprechend IEC 60204-1 ausgelöst werden.

- 4) Beim Warmlauf der Maschine, beim Beladen der Maschine oder bei Produktionsende muss es möglich sein, die Maschine ohne Werkstück(e) im Spannzeug im automatischen Betrieb mit geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen zu betreiben. In diesem Falle darf das Überwachen der Werkstückeinspannung ausgeschaltet werden. Der Hersteller muss ein sicheres Verfahren bereitstellen, damit die Überprüfung der Werkstückeinspannung ausgeschaltet werden kann. Das Performance Level dieser Stummschaltungsfunktion sollte mindestens so hoch sein wie die Sicherheitsfunktion der Werkstückspannung selbst. Bei Maschinen mit Gegenspindeln, die das Werkstück zu einer anderen Spindel weitergeben, während sich die Spindeln mit gleicher Drehzahl drehen, muss es möglich sein eine Spindel ohne Werkstück in der Werkstückspindel im automatischen Betrieb mit geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen zu betreiben. In diesem Fall muss die Überwachung der Werkstückeinspannung bei der Hauptspindel oder der Gegenspindel ausgeschaltet sein. Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die sicherstellen, dass wenigstens eine der beiden Spindeln mit eingeschalteter Überwachung der Werkstückeinspannung nach SF 5.1 in Tabelle 4 betrieben wird.
- 5) Zum manuellen Be- und Entladen müssen Einrichtungen vorhanden sein, durch die das Einklemmen der Finger verhindert wird. Dies kann z. B. geschehen durch:
- i) einstellbaren Hub der Drehfutterbacken von nicht mehr als 4 mm oder durch eine trennende Schutzeinrichtung, die die Sicherheitsabstände nach ISO 13857:2019 erfüllt, oder
 - ii) einstellbare schrittweise Bewegungen von höchstens 4 mm, oder
 - iii) Begrenzung der Schließgeschwindigkeit auf 4 mm/s, oder
 - iv) ein Bedienteil für das Werkstückspannzeug, das mit den Händen von außerhalb des Arbeitsbereichs gesteuert wird, z. B. eine Zweihandschaltung zusammen mit einer zurückziehbaren Werkstückauflage.
- c) Für von Hand betätigtes Spannfutter müssen Einrichtungen vorgesehen sein, die ein Anfahren der Spindel verhindern, wenn der Spannschlüssel im Spannfutter verbleibt.

ANMERKUNG Das kann durch ein verriegelten Futterschutz oder durch einen von selbst herausspringenden Futterschlüssel (z. B. durch gespannte Feder) geschehen.

- d) Für magnetisch betriebene Werkstückspannmechanismen müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:
- 1) Bei elektrischen Steuereinrichtungen, die an magnetische Spannplatten mittels einer elektrischen Steckverbindung angeschlossen sind:
- muss eine magnetische Einspannkraft nach Trennen der Energieversorgung verbleiben.
 - müssen Bewegungen mit dem Spannzeug nach Herausziehen der elektrischen Steckverbindung möglich sein.
 - muss die erzeugte Einspannkraft oder dessen Nennwert (z. B. indirekte Messung ist durch elektrische Maßnahmen möglich) an der elektrischen Steuereinrichtung angezeigt werden. Die Überprüfung, dass die erzeugte Spannkraft der an der Steuereinrichtung angezeigten Einspannkraft entspricht, muss in festgelegten Abständen nach den Angaben des Herstellers eingeführt werden.

ANMERKUNG 1 Das Werkstück wird durch Betätigen einer Steuereinrichtung freigegeben oder eingespannt.

ANMERKUNG 2 Für diese Spannvorrichtungen sind nach ISO 13849-1:2015 keine Sicherheitsfunktionen festgelegt, da nach dem Trennen keine Verbindung zum Spannzeug besteht.

- 2) Bei einer elektrischen Steuereinrichtung, die dauernd an eine magnetische Spannplatte angeschlossen ist.
- Wird das Metall im Arbeitsprozess entfernt, darf sich die Einspannkraft während des Bearbeitungsprozesses nicht ändern.
 - Die SF 5.2 und 5.3 für Werkstückspannmechanismen in Tabelle 4 müssen für diese Spannzeuge gelten
 - Die erzeugte Einspannkraft oder dessen Nennwert (z. B. indirekte Messung ist durch elektrische Maßnahmen möglich) muss an der elektrischen Steuereinrichtung angezeigt werden. Die Überprüfung, dass die erzeugte Einspannkraft der an der Steuereinrichtung angezeigten Einspannkraft entspricht, muss in festgelegten Abständen nach den Angaben des Herstellers eingeführt werden.

ANMERKUNG 3 Das Werkstück wird durch Betätigen einer Steuereinrichtung freigegeben oder eingespannt.

- 3) Bei einer Übertragung elektrischer Energie durch Schleifkontakte.
- Die Anforderungen für die elektrische Steuereinrichtung, die dauernd mit der magnetischen Spannplatte verbunden ist, müssen gelten.

ANMERKUNG 4 Die Übertragung elektrischer Energie durch Schleifkontakte ermöglicht Mehrzweckanwendungen für Fräs- und Drehvorgänge.

ANMERKUNG Es steht vorerst kein Performance Level von den Herstellern zur Verfügung!

- e) Für Werkstückspannmechanismen, die mit Vakuum arbeiten, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden:
- Die SF 5.4 für Werkstückspannmechanismen in Tabelle 4 müssen für diese Spannzeuge gelten.

ANMERKUNG Stand der Technik ist ein Performance Level von PL = a.

5.2.2 Spannbedingungen für das Werkzeug

Für kraftangetriebene Werkzeugspannzeuge muss das Werkzeugspannzeug so ausgelegt sein, dass Risiken durch ein Herausschleudern des Werkzeugs bei Stromausfall vermieden werden. Der Werkzeugspannmechanismus muss überwacht werden, sodass ein Fehler bei der korrekten Registrierung oder Einspannung des Zurückhalteknaufts des Werkzeugs die Steuerung für das Anfahren der Spindel in jeder Betriebsart blockiert. Das Abspannen des Werkzeugs durch Lösen des Werkzeugspannzeugs muss, während die Spindel rotiert, nach SF 6.1, 6.2, 6.3 und 6.4 in Tabelle 4 blockiert sein.

5.2.3 Besondere Anforderungen infolge von Herausschleudern

5.2.3.1 Allgemeines

Die folgenden Anforderungen gelten für Drehverfahren. Für Fräsverfahren siehe ISO 16090-1:2017, für Schleifverfahren siehe ISO 16089:2015

- a) Trennende Schutzeinrichtungen gegen das Risiko durch Herausschleudern
- 1) Um den Arbeitsbereich herum müssen trennenden Schutzeinrichtungen vorhanden sein, um Gefahren durch Herausschleudern von Werkstücken, Maschinenteilen, Werkzeugen (oder Teilen davon), Spänen oder Kühlschmierstoff herabzusetzen (siehe auch 5.2.4);

- 2) Den Arbeitsbereich einschließende trennende Schutzeinrichtungen sind so zu gestalten, dass sie der größten vorhersehbaren Aufprallenergie widerstehen. Wo ein direkter Aufprall vorhersehbar ist, hängt die Aufprallenergie ab von
- dem Durchmesser des größten Spannfutters, mit dem die Maschine ausgerüstet werden kann und dessen maximaler Umfangsgeschwindigkeit ab (siehe Anhänge B und C).
 - den Abmessungen der Stange, die in der größten Spannzange, mit der die Maschine ausgestattet sein kann, eingespannt wird, und der maximalen Werkstückspindeldrehzahl (siehe Anhang C);

ANMERKUNG 1 Dies gilt nicht für den vorderen Späneschutz von Maschinen der Bauart 1, da dies durch den Drehfutterschutz abgedeckt ist.

- b) Die für den Bau trennender Schutzeinrichtungen verwendeten Werkstoffe müssen den in Anhang A festgelegten Widerstandsklassen für das an der Maschine angebrachte Werkstückspannzeug entsprechen. Beispiele für Werkstoffe, deren Widerstandsklasse bekannt ist, sind in Anhang B, Tabelle B.1 gezeigt;
- c) Dort, wo die trennenden Schutzeinrichtungen mit Sichtfenstern ausgerüstet sind, die ebenfalls die Gefährdung durch herausgeschleuderte Teile minimieren sollen, muss eine besondere Überlegung bezüglich der Auswahl der Werkstoffe und der Befestigung angestellt werden (siehe B.2). Die Werkstoffe für Sichtfenster (z. B. Polycarbonat), die über die Zeit (Alterung) aufgrund von Verschmutzung durch Schmiermittel, Reinigungsmittel, Lösungsmittel, Kühlschmierstoffe und Abnutzung anfällig für ein Nachlassen der Widerstandsfähigkeit sind, müssen mit einem zusätzlichen Rundumschutz ausgestattet sein, z. B. mehrschichtige oder laminierte Struktur, um diese schädlichen Auswirkungen zu verhindern. Es muss berücksichtigt werden, dass hart beschichtete Polycarbonate keinen Schutz vor diesem Alterungseffekt bieten; es muss eine angemessene mehrschichtige oder laminierte Konstruktion sein;
- d) Dort, wo ein direkter Einschlag nicht vorhersehbar ist, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen aus mindestens 2 mm dickem Stahlblech hergestellt sein, mit einer Mindestzugfestigkeit, R_m , von 369 N/mm^2 , oder 6 mm dickem Polycarbonat mit einer Mindestzugfestigkeit von 68 N/mm^2 und rundherum gegen Kühlschmierstoffe und Späne geschützt sein;
- e) Wo Gefährdungen durch das Herausschleudern eines Werkstückes durch begründet vorhersehbaren Fehlgebrauch bestehen, muss der Lieferant dem Betreiber Informationen zur Verfügung stellen, die die Möglichkeit herausgeschleuderter Werkstücke deutlich machen, was ein katastrophales Versagen der trennenden Schutzeinrichtung zur Folge hat (siehe 6.2.2 f) und t)).

5.2.3.2 Trennende Schutzeinrichtungen für vertikale Maschinen der Bauart 3 (NC-Drehmaschinen und Drehzentren) mit Werkstückspannzeugen mit einem Außendurchmesser > 500 mm

- a) Feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen müssen vorhanden sein, um Späne und Kühlschmierstoff sowie Werkzeugteile und Werkstückteile aufzuhalten und in Richtung des Sammelbereiches abzulenken.
- b) Die trennenden Schutzeinrichtungen müssen derart gestaltet sein, dass eine Anhäufung von Spänen und Flüssigkeiten auf der trennenden Schutzeinrichtung verhindert wird. Zusätzlich müssen, sofern Zugang erforderlich ist, um die Planscheibe und den Späneförderereinlass herum flächige feststehende und bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen [siehe 5.2.4.3.2] vorhanden sein, die mindestens bis 0,250 m über die Planscheibenoberfläche reichen.
- c) Die trennende Schutzeinrichtung um den Arbeitsbereich herum muss aus mindestens 3 mm dickem Stahlblech oder vergleichbar stabilem Material hergestellt sein. Sichtfenster, die in die trennende Schutzeinrichtung um den Arbeitsbereich integriert sind, müssen aus mindestens 8 mm dickem Polycarbonat hergestellt sein (Aufprallenergie 3000 J). Diese trennende Schutzeinrichtung kann kombiniert werden mit der trennenden Schutzeinrichtung für den Zugang zum Arbeitsbereich vom Fußboden oder von der Arbeitsbühne (siehe Bild 7).

5.2.3.3 Trennende Schutzeinrichtungen für horizontale Maschinen der Bauart 3 mit Werkstückspannzeugen mit Außendurchmesser $D > 500$ mm und/oder Abstand zwischen den Mittelpunkten (BC) $> 2\,000$ mm

- a) Feststehende und/oder einstellbare trennende Schutzeinrichtungen müssen vorhanden sein, um Späne und Kühlschmierstoff sowie Werkzeugteile und Werkstückteile aufzuhalten und in Richtung des Sammelbereiches abzulenken.
- b) Die trennenden Schutzeinrichtungen müssen derart gestaltet sein, dass eine Anhäufung von Spänen und Flüssigkeiten auf der trennenden Schutzeinrichtung verhindert wird. Im hinteren Bereich der Maschine müssen trennende Schutzeinrichtungen vorhanden sein, die Späne und/oder Kühlschmierstoffe und Teile von Werkzeugen und Werkstücken abzufangen. Diese trennenden Schutzeinrichtungen müssen entweder am Bettschlitten oder an der Maschine befestigt sein. Sind sie am Bettschlitten montiert, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen über die gesamte Breite des Bettschlittens reichen. Sind sie an der Maschine befestigt, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen den gesamten Arbeitsbereich abdecken.
- c) Zusätzlich müssen an der Arbeitsbühne des Bedieners oder am Bettschlitten, wenn Zugang erforderlich ist, flächige, feststehende und bewegliche, verriegelte trennende Schutzeinrichtungen vorhanden sein, die mindestens eine Höhe von 1,8 m über dem Boden des Bedienerstandorts und die Breite der Arbeitsbühne oder des Bettschlittens haben. Jeder bewegliche Abschnitt dieser Sicherheitseinrichtungen muss mit dem Antrieb der Arbeitsspindel verriegelt sein [siehe 5.2.4.3.2]. Die Verschiebung dieser Sicherheitseinrichtung muss mit der Bettschlittenbewegung verriegelt und mit Zuhaltung versehen sein. Die Schutzeinrichtungen um den Arbeitsbereich müssen aus Stahlblech mit mindestens 3 mm Dicke hergestellt sein. Sichtfenster, die in die Schutzeinrichtung des Arbeitsbereichs integriert sind, müssen aus mindestens 8 mm dickem Polycarbonat hergestellt sein (Aufprallenergie 3 000 J) (siehe Bild 6).
- d) Die Maschine sollte mit einem verriegelten und radialen, geschlossenen Drehfutterschutz ausgestattet sein, um z. B. den Verlust von kleinem Spannzubehör, Schmierfett oder ähnlichem vom Spannzeug zu verhindern.

ANMERKUNG Für die Berechnungsgrundlagen siehe Anhang C

5.2.4 Schutzeinrichtungen für alle Maschinenbauarten

5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

- a) Trennende Schutzeinrichtungen müssen in Übereinstimmung mit ISO 14120:2015 konstruiert sein.
- b) Um ein Klettern über die minimale Höhe der am Boden montierten trennenden Schutzeinrichtung zu verhindern, müssen diese $\geq 1,4$ m sein.
- c) Um einen Ganzkörperzugang zu verhindern, muss der Abstand zwischen Unterkante der trennenden Schutzeinrichtung und dem Boden ≤ 180 mm nach ISO 13857:2008, Tabelle 7 sein.
- d) Um zu verhindern, über die trennende Schutzeinrichtung oder hindurch zu reichen, müssen die Sicherheitsabstände vom Gefährdungsbereich ISO 13857:2019 entsprechen.
- e) Für die Sicherung von Antrieben, der Zugang zu mechanischen Kraftübertragungselementen (z. B. Ketten und Kettenräder, Getriebe, Führungsspindeln, Vorschubspindeln, Kugelgewindespindeln usw.) muss durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen (einschließlich ausfahrbare trennende Schutzeinrichtungen) verhindert werden. Wenn Zugang zu diesen Teilen während des normalen Betriebs der Maschine notwendig ist, müssen diese trennenden Schutzeinrichtungen nach den Sicherheitsfunktionen in Abschnitt 1 und 2 von Tabelle 4 abhängig von der verwendeten Einrichtung verriegelt sein.