

DIN EN ISO 19085-3

ICS 79.120.10

Entwurf

Einsprüche bis 2020-09-24
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 19085-3:2018-04

**Holzbearbeitungsmaschinen –
Sicherheit –****Teil 3: Numerisch gesteuerte (NC-/CNC-) Bohr- und Fräsmaschinen
(ISO/DIS 19085-3:2020);****Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 19085:2020**

Woodworking machines –

Safety –

Part 3: Numerically controlled (NC/CNC) boring and routing machines
(ISO/DIS 19085-3:2020);

German and English version prEN ISO 19085-3:2020

Machines à bois –

Sécurité –

Partie 3: Perceuses et défonceuses à commande numérique (CN) (ISO/DIS 19085-3:2020);

Version allemande et anglaise prEN ISO 19085-3:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-24 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 nam@vdma.org 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 Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 187 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees ISO/TC 39 „Machine tools“, Unterkomitee SC 4 „Woodworking machines“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 142 „Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN ISO 19085-3:2020.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-06-01 AA „Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit“ im Fachbereich „Holzbearbeitungsmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Holzbearbeitungsmaschinen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 19085-3:2018-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) im Anwendungsbereich sind Maschinen „für den kontinuierlichen Produktionseinsatz bestimmt“, in Übereinstimmung mit Teil 1, Ausgabe 2;
- b) die Liste der signifikanten Gefahren wurden in einen Anhang verschoben, entsprechend den ISO-CEN-Regeln. Die folgenden Abschnitte und Anhänge wurden entsprechend umnummeriert;
- c) die Struktur wurde dank der Vereinfachungen in Teil 1, Ausgabe 2, insbesondere in Abschnitt 6.6, vereinfacht;
- d) die erfassten Maschinenkonstruktionen wurden präzisiert, und die entsprechenden Anforderungen wurden für jede Konstruktion in dem neuen Abschnitt 6.6.2 mit Beispielbildern im neuen Anhang expliziter (und in einigen Fällen strenger) formuliert;
- e) die Beispiellösungen in 6.6.3 wurden verbessert und vereinfacht;
- f) 7.2 ist neu, und eine neue aktualisierte vollständige Geräuschmessnorm befindet sich in Anhang F unter Bezugnahme auf Teil 1, Ausgabe 2.

Holzbearbeitungsmaschinen — Sicherheit — Teil 3: Numerisch gesteuerte (NC-/CNC-) Bohr- und Fräsmaschinen (ISO/DIS 19085-3:2020)

Machines à bois — Sécurité — Partie 3: Perceuses et défonceuses à commande numérique (CN) (ISO/DIS 19085-3:2020)

Woodworking machines — Safety — Part 3: Numerically controlled (NC/CNC) boring and routing machines (ISO/DIS 19085-3:2020)

ICS: 79.120.10

Deskriptoren:

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen für Steuerungen	14
4.1 Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen	14
4.2 Befehlseinrichtungen	15
4.2.1 Allgemeines	15
4.2.2 Handgehaltene Schalterpulte	15
4.3 Ingangsetzen	16
4.3.1 Direktes Ingangsetzen	16
4.3.2 Ingangsetzen über Steuerung „Spannung ein“	16
4.4 Sicheres Stillsetzen	16
4.4.1 Allgemeines	16
4.4.2 Normales Stillsetzen	16
4.4.3 Betriebsbedingtes Stillsetzen	16
4.4.4 Not-Halt	16
4.5 Bremsfunktion von Werkzeugspindeln	16
4.6 Betriebsartenwahl	16
4.6.1 Allgemeines	16
4.6.2 Einrichtbetrieb [BETRIEBSART 2]	17
4.6.3 Betriebsart zum manuellen Positionieren von Spanneinrichtungen [BETRIEBSART 3]	17
4.6.4 Betriebsart zum Positionieren von Bohraggregaten [BETRIEBSART 4]	17
4.7 Änderung der Werkzeugdrehzahl	18
4.7.1 Änderung der Werkzeugdrehzahl durch Änderung der Riemenlage auf den Riemenscheiben	18
4.7.2 Drehzahländerung durch einen Motor mit stufenweiser Drehzahländerung	18
4.7.3 Stufenlose Drehzahländerung durch Frequenzumrichter	18
4.8 Fehler bei jeglicher Energieversorgung	18
4.9 Manuelles Rückstellen	18
4.10 Stillstandüberwachung	18
4.11 Überwachung der Geschwindigkeit bewegter Maschinenteile	18
4.12 Zeitverzögerung	18
4.13 Teleservice	18
5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen zum Schutz gegen mechanische Gefährdungen	19
5.1 Standsicherheit	19
5.2 Risiko durch Bruch während des Betriebs	19
5.3 Gestaltung von Werkzeugträger und Werkzeug	19
5.3.1 Allgemeines	19
5.3.2 Spindelblockierung	19
5.3.3 Sägeblattbefestigung	19
5.3.4 Abmessungen von Sägeblattflanschen	20

5.4	Bremsen.....	20
5.4.1	Bremsen von Werkzeugen	20
5.4.2	Längste Auslaufzeit.....	20
5.4.3	Lösen der Bremse.....	20
5.5	Schutzeinrichtungen	20
5.5.1	Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	20
5.5.2	Verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen.....	20
5.5.3	Steuerung ohne Selbsthalt	20
5.5.4	Zweihandsteuerung.....	20
5.5.5	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)	21
5.5.6	Druckempfindliche Schutzeinrichtungen (PSPE).....	21
5.5.7	Freigabesteuerung.....	22
5.6	Verhinderung des Zugriffs auf bewegte Teile	22
5.6.1	Absicherung aller Maschinenseiten außer des Be-/Entladebereichs.....	22
5.6.2	Sicherung der Be-/Entladebereiche	22
5.6.3	Maßnahmen gegen den Zugang vom Be-/Entladebereich zur Rückseite der Maschine	34
5.6.4	Mindestabstände am Be-/Entladebereich.....	36
5.7	Gefährdung durch Stoß	37
5.8	Spanneinrichtungen.....	37
5.9	Maßnahmen gegen Herausschleudern.....	38
5.9.1	Allgemeines	38
5.9.2	Trennende Schutzeinrichtungen: Werkstoffe und Eigenschaften	40
5.9.3	Vorhänge	41
5.10	Werkstückauflage und Werkstückführungen	42
6	Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen zum Schutz vor sonstigen Gefährdungen	43
6.1	Feuer	43
6.2	Lärm	43
6.2.1	Lärmminderung bei der Konstruktion.....	43
6.2.2	Messung der Lärmemission.....	43
6.3	Emission von Spänen und Staub	43
6.4	Elektrizität	43
6.5	Ergonomie und Handhabung	43
6.6	Beleuchtung.....	43
6.7	Pneumatik.....	43
6.8	Hydraulik.....	43
6.9	Elektromagnetische Verträglichkeit	44
6.10	Laser.....	44
6.11	Statische Elektrizität.....	44
6.12	Fehlerhafte Montage	44
6.13	Netztrennung	44
6.14	Instandhaltung.....	44
6.15	Zutreffende, aber nicht signifikante Gefährdungen	44
7	Benutzerinformation	44
7.1	Warneinrichtungen	44
7.2	Kennzeichnung.....	44
7.2.1	Allgemeines	44
7.2.2	Zusätzliche Kennzeichnungen	44
7.3	Betriebsanleitung.....	45
7.3.1	Allgemeines	45
7.3.2	Zusätzliche Hinweise	45
Anhang A (informativ)	Liste der signifikanten Gefährdungen	47
Anhang B (informativ)	Erforderlicher Performance-Level	50
Anhang C (normativ)	Prüfung der Bremsfunktion	52

Anhang D (normativ) Standsicherheitsprüfung für verschiebbare Maschinen	53
Anhang E (normativ) Prüfung der Aufprallfestigkeit von trennenden Schutzeinrichtungen.....	54
Anhang F (normativ) Geräuschemessnorm	55
Anhang G (normativ) Dynamische Prüfung von druckempfindlichen Schaltpuffern, Schaltleisten, Schaltstangen und Schaltflächen.....	60
Anhang H (informativ) Beispiele von Schutzkonzepten für verschiedene Maschinenkonstruktionen.....	68
Anhang I (normativ) Aufprallprüfung für Vorhänge	86
Anhang J (normativ) Verschleißprüfung für Vorhänge.....	91
Anhang ZA (informativ) Beziehung zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG, die abgedeckt werden sollen	95

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 19085-3:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 39 „Woodworking machines“, Unterkomitee SC 4, „Woodworking machines“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 142 „Holzbearbeitungsmaschinen - Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 19085-3:2017 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 19085-3:2020 wurde von CEN als prEN ISO 19085-3:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

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

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

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

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

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

Dieses Dokument wurde vom Technischen Ausschuss ISO/TC 39, *Machine tools*, Unterausschuss SC 4, *Woodworking machines*, erstellt.

Dieses Dokument wird bestimmungsgemäß in Verbindung mit ISO 19085-1:2020, die gemeinsame Anforderungen für verschiedene Maschinenarten enthält, verwendet.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 19085 ist auf der ISO-Website zu finden.

Diese zweite Ausgabe annulliert und ersetzt die erste Ausgabe (ISO 19085-3:2017), die technisch überarbeitet wurde.

Die wichtigsten Änderungen im Vergleich zur vorherigen Ausgabe sind folgende:

- im Anwendungsbereich sind Maschinen "für den kontinuierlichen Produktionseinsatz bestimmt", in Übereinstimmung mit Teil 1, Ausgabe 2;
- die Liste der signifikanten Gefahren wurde in einen Anhang verschoben, entsprechend den ISO-CEN-Regeln. Die folgenden Abschnitte und Anhänge wurden entsprechend neu nummeriert;
- die Struktur wurde dank der Vereinfachungen in Teil 1, Ausgabe 2, insbesondere in Abschnitt 6.6, vereinfacht;

- die behandelten Maschinenkonstruktionen wurden präzisiert, und die entsprechenden Anforderungen wurden für jede Konstruktion in dem neuen Abschnitt 6.6.2 mit Beispielbildern im neuen Anhang expliziter (und in einigen Fällen strenger) formuliert;
- die Beispiellösungen in 6.6.3 wurden verbessert und vereinfacht;
- 7.2 ist neu, und eine neue aktualisierte vollständige Geräuschmessnorm befindet sich in Anhang F mit Verweisung auf Teil 1, Ausgabe 2.

Einleitung

Die internationale Normenreihe ISO 19085 enthält technische Sicherheitsanforderungen für die Konstruktion und den Bau von Holzbearbeitungsmaschinen. Sie betrifft Konstrukteure, Hersteller, Lieferanten und Importeure der im Anwendungsbereich genannten Maschinen. Sie enthält auch eine Liste von Informationsmaterialien, die dem Benutzer vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden müssen.

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

Auf die betreffenden Maschinen und den Umfang, in dem Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder Gefährdungsereignisse behandelt sind, wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

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

Die vollständigen Anforderungen für einen bestimmten Typ von Holzbearbeitungsmaschinen sind diejenigen, die in dem für diesen Typ geltenden Teil von ISO 19085 angegeben sind, zusammen mit den entsprechenden Anforderungen aus ISO 19085-1, mit den im Anwendungsbereich des anwendbaren Teils der ISO 19085 beschriebenen Grenzen.

In anderen Teilen der ISO 19085 als der ISO 19085-1 wird so weit wie möglich auf die Sicherheitsanforderungen in den entsprechenden Abschnitten der ISO 19085-1 verwiesen, um Wiederholungen zu vermeiden und ihre Länge zu verringern. Die anderen Teile enthalten Ersetzungen und Ergänzungen zu den gemeinsamen Anforderungen in ISO 19085-1.

Somit können die Abschnitte 4, 5, 6 und 7 mit ihren Unterabschnitten und die Anhänge dieses Dokuments die entsprechenden Unterabschnitte oder Anhänge der ISO 19085-1 entweder

- als Ganzes bestätigen,
- mit Ergänzungen bestätigen,
- vollständig ausschließen, oder
- durch spezifischen Text ersetzen.

Dieser Zusammenhang wird im ersten Absatz jedes Unterabschnitts oder Anhangs direkt nach dem Titel durch eine der folgenden möglichen Aussagen angegeben:

- „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], trifft zu“;
- „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], trifft zu mit den folgenden Ergänzungen“ oder „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], trifft zu mit den folgenden Ergänzungen, die in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt sind“;
- „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], trifft nicht zu“;
- „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], wird durch den folgenden Text ersetzt“ oder „ISO 19085-1:2020, [Unterabschnitt/Anhang], wird durch den folgenden Text ersetzt, der in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt ist“.

Spezifische Unterabschnitte und Anhänge in diesem Dokument ohne Entsprechung in ISO 19085-1:2020 sind durch den einleitenden Satz "Unterabschnitt/Anlage spezifisch für dieses Dokument" gekennzeichnet.

Die Abschnitte 1 und 2 ersetzen die entsprechenden Abschnitte der ISO 19085-1, ohne dass es einer Angabe bedarf, da sie spezifisch für jeden Teil der Normenreihe sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält die Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen für numerisch gesteuerte (NC-/CNC-) Bohrmaschinen, NC-/CNC-Fräsmaschinen und kombinierte NC-/CNC-Bohr-/Fräsmaschinen (wie in 3.2 und 3.3 definiert), die für den Dauereinsatz in der Produktion ausgelegt sind, im Folgenden als "Maschinen" bezeichnet.

Dieses Dokument behandelt alle im Anhang A aufgeführten signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, die auf die Maschinen zutreffen, wenn sie bestimmungsgemäß und entsprechend den vom Hersteller vorhergesehenen Bedingungen verwendet, eingestellt und gewartet werden, einschließlich des vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebrauchs. Ferner wurden die Phasen Transport, Montage, Demontage, Rückbau und Verschrottung berücksichtigt.

Dieses Dokument gilt auch für Maschinen, die mit einer oder mehreren der folgenden Vorrichtungen/zusätzlichen Arbeitsaggregate ausgestattet sind, deren Gefahren behandelt wurden:

- Zusatzaggregate zum Sägen, Schleifen, Kantenanleimen, Montieren oder Eintreiben von Dübeln;
- feste oder bewegliche Werkstückauflagen;
- mechanische, pneumatische, hydraulische oder Vakuum-Werkstückspannung;
- automatische Werkzeugwechseleinrichtungen.

Die in diesem Dokument behandelten Maschinen sind für Werkstücke ausgelegt, bestehend aus

- Massivholz,
- Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften wie Holz (siehe ISO/DIS 19085-1:2020, 3.2),
- Gipsplatten, gipsgebundene Faserplatten, Karton,
- Matrix-gebundene Mineralplatten, Silikatplatten,
- Verbundwerkstoffen mit einem Kern aus Polyurethan oder Mineralwerkstoffen, laminiert mit Leichtmetall,
- Polymer-Matrix-Verbundwerkstoffen und verstärkten thermoplastischen/duroplastischen/elastomeren Werkstoffen,
- Aluminium-Leichtmetallprofilen,
- Aluminium-Leichtmetallplatten mit einer Dicke von max. 10 mm,
- Verbundplatten, die aus den oben aufgeführten Materialien hergestellt werden.

Dieses Dokument behandelt nicht die spezifischen Gefahren in Bezug auf

- an der Maschine angebrachte Ausrüstung zum Anleimen von Kanten,
- die Verwendung von Schleifscheiben,
- das Herausschleudern von Fräs- und/oder Sägewerkzeugen durch Öffnungen, die durch Vorhänge geschützt sind, an Maschinen, bei denen der Abstand zwischen der Werkstückauflage und der unteren Kante der Teilkapselung 600 mm übersteigt,

- das Herausschleudern aufgrund des Bruchs von Fräswerkzeugen mit einem Flugkreisdurchmesser von 16 mm oder mehr und Sägewerkzeugen, die nicht EN 847-1:2013 und EN 847-2:2013 entsprechen
- die Kombination einer einzelnen Maschine, die mit anderen Maschinen (als Teil einer Linie) verwendet wird,
- integrierte Systeme zum Be-/Entladen von Werkstücken (z. B. Roboter).

Dieses Dokument gilt nicht für:

- einspindelige Fräsmaschinen mit Handvorschub oder integriertem Vorschub,
- Maschinen, die nur für die Verarbeitung von Aluminium-/Leichtmetalllegierungen ausgelegt sind,
- Maschinen, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind,
- Maschinen, die vor seiner Veröffentlichung 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 2602:1980, *Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval*

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

ISO/DIS 19085-1:2020, *Woodworking machines — Safety — Part 1: Common requirements*

ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*

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*

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

IEC 61496-3:2018, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)*

EN 847-1:2017, *Maschinen-Werkzeuge für Holzbearbeitung — Sicherheitstechnische Anforderungen — Teil 1: Fräs- und Hobelwerkzeuge, Kreissägeblätter*

EN 847-2:2017, *Maschinen-Werkzeuge für Holzbearbeitung — Sicherheitstechnische Anforderungen — Teil 2: Anforderungen für den Schaft von Fräswerkzeugen*

IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements*

ISO 13854:2017, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12000:2010, ISO 13847-1:2015 und ISO 19085-1:2017 und die folgenden.

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

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

3.1

numerische Steuerung

NC

CNC

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

Anmerkung 1 zum Begriff: in der CNC ("Computerized Numerical Control") können die numerischen Daten mit einem Computer geändert werden

3.2

numerisch gesteuerte Bohr- und Fräsmaschine

NC-/CNC-Bohr- und Fräsmaschine

Maschine mit integriertem Vorschub, die für die Bearbeitung von Werkstücken unter Verwendung von Fräs- und Bohrwerkzeugen mit mindestens zwei orthogonalen, vom Benutzer programmierbaren Achsen (z. B. X, Y) zur Positionierung und/oder Bearbeitung ausgelegt ist, wobei die Achsen gemäß einem NC-/CNC-Arbeitsprogramm arbeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für verschiedene Maschinenkonstruktionen, die in diesem Dokument behandelt werden, sind in den Bildern 1 bis 6 dargestellt, ohne Schutzeinrichtungen.

3.3

numerisch gesteuerte Bohrmaschine

NC-/CNC-Bohrmaschine

Maschine mit integriertem Vorschub, die für die Bearbeitung von Werkstücken mit Hilfe von Bohrwerkzeugen mit mindestens zwei orthogonalen, vom Benutzer programmierbaren Achsen (z. B. X, Y) zur Positionierung und/oder Bearbeitung ausgelegt ist, wobei die Achsen gemäß einem NC-/CNC-Arbeitsprogramm arbeiten

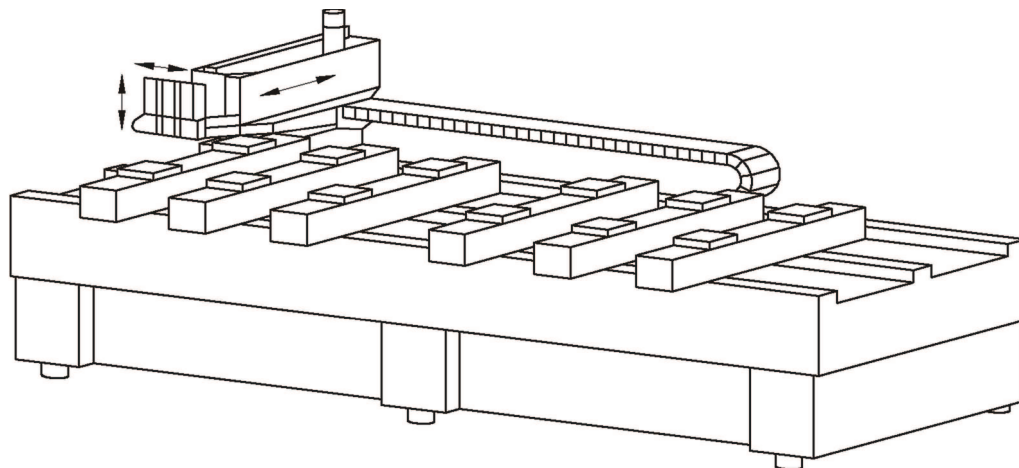


Bild 1 — Beispiel einer C-Gestell-Maschine mit festem Tisch und beweglichem Aggregateträger

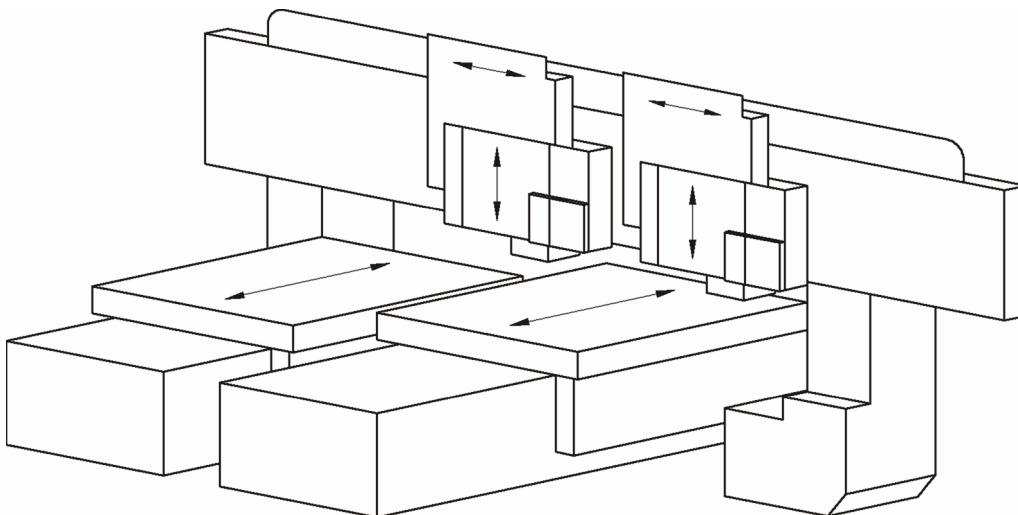


**Bild 2 — Beispiel einer Portalmaschine mit beweglichen Tischen, festem Portal, beweglichen
Aggregateträgern**

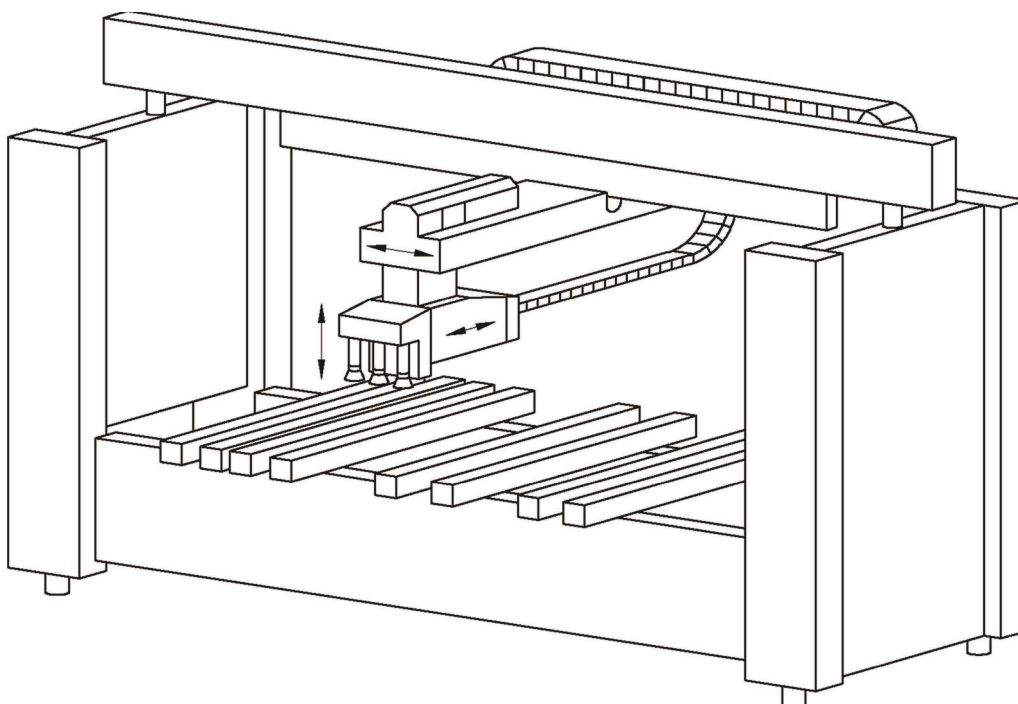


**Bild 3 — Beispiel einer Portalmaschine mit festem Portal, Zuführbändern, beweglichem
Aggregateträger**

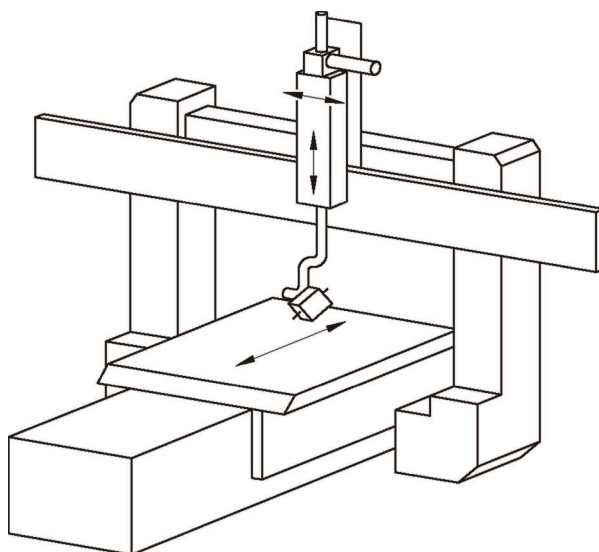


Bild 4 — Beispiel eines Bearbeitungszentrums mit beweglichem Tisch, festem Portal, beweglichem Aggregateträger

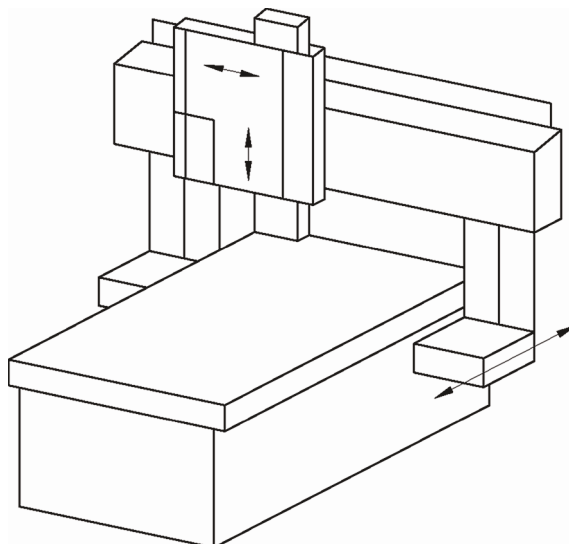


Bild 5 — Beispiel einer Portalmaschine mit festem Tisch, beweglichem Portal, beweglichem Aggregateträger

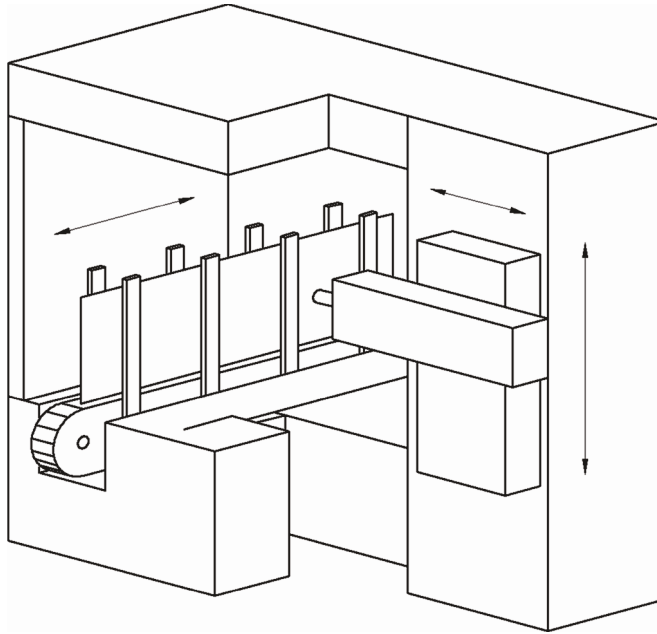


Bild 6 — Beispiel einer Vertikal-Durchlaufmaschine mit beweglichem Werkstück, festem Rahmen, beweglichem Aggregateträger

3.4

Be-/Entladebereich

dem Bediener zugänglicher Bereich in der Nähe der Maschine zum Be- und/oder Entladen des Werkstücks

3.5

Einrichtbetrieb

BETRIEBSART 2

Zustand mit deaktivierten Schutzeinrichtungen für Einstellung, Programmierung, Fehlersuche, Programmüberprüfung, Testen und manuell gesteuerten nicht sequentiellen Betrieb der Maschine

3.6

Betriebsart zum manuellen Positionieren von Spanneinrichtungen

BETRIEBSART 3

Zustand mit deaktivierten Schutzeinrichtungen für die manuelle Positionierung von Spanneinrichtungen mit Laseranzeige

3.7

Betriebsart zum Positionieren von Bohraggregaten

BETRIEBSART 4

Zustand mit deaktivierten Schutzeinrichtungen nur für den manuellen Wechsel von Bohrwerkzeugen an Bohrmaschinen

4 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen für Steuerungen

4.1 Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Tabelle B.1 dieses Dokuments ersetzt ISO/DIS 19085-1:2020, Tabelle B.1.

4.2 Befehlseinrichtungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.2, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen, die in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt sind.

4.2.1 Allgemeines

Die Befehlseinrichtungen für Steuerung „Spannung ein“, Ingangsetzen und normales Stillsetzen müssen sich am Bedienerplatz neben dem Bildschirm der Steuerung (am Hauptschaltpult) befinden.

Steuereinrichtungen ohne Selbsthalt und/oder Freigabesteuerungseinrichtungen für Werkzeug- oder Achsbewegungen müssen am Hauptschaltpult und/oder an einem handgehaltenen Schaltpult, das mittels eines Kabels oder drahtlos mit der Maschine verbunden ist, angeordnet sein.

Eine Not-Halt-Befehlseinrichtung muss an jeder Bearbeitungsstation und insbesondere angeordnet sein

- a) am Hauptschaltpult,
- b) auf dem am handgehaltenen Schaltpult,
- c) in der Nähe aller Befehlseinrichtungen ohne Selbsthalt,
- d) an der Werkstückbe- und -entladestation,
- e) in der Nähe oder im Inneren des Werkzeugmagazins, wenn dieses vom Bearbeitungsbereich getrennt ist und das Magazin während des Be- und Entladens der Werkzeuge mit Energie versorgt wird,
- f) innerhalb jeglicher Einzäunung, die mit einer Zugangstür ausgestattet ist, wenn dies nach 5.6.1 erforderlich ist, und
- g) neben allen Befehlseinrichtungen für den Zyklusstart.

Wenn der Abstand zwischen zwei getrennten Not-Halt-Befehlseinrichtungen zur Erfüllung der obigen Anforderungen weniger als 1 m beträgt, ist eine Einrichtung ausreichend.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

4.2.2 Handgehaltene Schaltpulte

Zusätzliche Befehlseinrichtungen für Zyklusstart (ohne Rückstellfunktion), betriebsbedingtes/normales Stillsetzen (falls vorgesehen) dürfen auf handgehaltenen Schaltpulten mit oder ohne Kabelverbindung unter Berücksichtigung der Anforderungen in 4.4.4 für Not-Halt dupliziert/vorgesehen werden. Befehlseinrichtungen für die Rückstellfunktion, Befehlseinrichtungen für die Steuerung „Spannung ein“ und Betriebsartenwahlschalter dürfen nicht in handgehaltenen Schaltpulten vorhanden sein.

Wenn ein drahtloses Schaltpult die Verbindung zur Maschine verliert, muss automatisch ein Not-Halt ausgelöst werden. Der SRP/CS für das Auslösen des Not-Halts im Falle einer Trennung der Verbindung zum drahtlosen Schaltpult muss $PL_r = c$ erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

4.3 Eingangsetzen

4.3.1 Direktes Eingangsetzen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.3.1, trifft nicht zu.

4.3.2 Eingangsetzen über Steuerung „Spannung ein“

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.3.2, trifft zu.

4.4 Sicheres Stillsetzen

4.4.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.4.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Am Ende der Stoppssequenz dürfen kraftbetätigte Werkstückspanneinrichtungen energielos gemacht werden, wenn keine zusätzliche Gefahr entsteht.

Ein durch Öffnen beweglicher trennender Schutzeinrichtungen oder Aktivieren/Auslösen des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems einer nicht trennenden Schutzeinrichtung eingeleitetes Stillsetzen muss entweder ein normales Stillsetzen oder ein betriebsbedingtes Stillsetzen oder ein Not-Halt sein.

Wenn die Maschine in räumlich getrennte Gefahrenbereiche unterteilt ist, brauchen nur die Aktoren des betreffenden Gefahrenbereichs angehalten zu werden. In diesem Fall ist eine örtliche Befehlsanordnung zum Rückstellen erforderlich.

4.4.2 Normales Stillsetzen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.4.2, trifft zu.

4.4.3 Betriebsbedingtes Stillsetzen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.4.3, trifft zu.

4.4.4 Not-Halt

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.4.4, trifft zu.

4.5 Bremsfunktion von Werkzeugspindeln

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.5, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Es sind nur elektrische Bremssysteme erlaubt.

4.6 Betriebsartenwahl

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.6, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen, die in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt sind.

4.6.1 Allgemeines

Der Betriebsartenwahlschalter muss sich außerhalb des Gefahrenbereichs befinden, z. B. auf dem Hauptschaltpult, und darf von innerhalb des Gefahrenbereichs nicht erreichbar sein.

4.6.2 Einrichtbetrieb [BETRIEBSART 2]

Wenn im Einrichtbetrieb bewegliche trennende Schutzeinrichtungen geöffnet oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt werden, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) die Spindeldrehung muss, falls erforderlich, durch eine Anlaufsteuerung (en: jog control) in Kombination mit einer Freigabesteuerung gesteuert werden; der SRP/CS für die Anlaufsteuerung braucht keinen PL_r zu erreichen;
- b) es darf jeweils nur eine angetriebene (physische oder virtuelle) lineare oder kreisförmige Bewegung möglich sein, ein PL ist nicht erforderlich; jede physische oder virtuelle Bewegung muss durch eine Anlaufsteuerung in Kombination mit einer Freigabesteuerung gesteuert werden; der SRP/CS für die Anlaufsteuerung braucht keinen PL_r zu erreichen. Die Geschwindigkeit jeder physischen Achse muss entsprechend 4.11 auf 2 m min^{-1} begrenzt sein. Darüber hinaus muss die Geschwindigkeit der virtuellen Bewegungen (d. h. Vektor- oder Tangentialgeschwindigkeit) auf 2 m min^{-1} ohne PL_r begrenzt werden, z. B. durch numerische Steuerung;
- c) wenn eine Spindeldrehung vorgesehen ist, muss diese auf maximal 300 min^{-1} begrenzt sein;
- d) die Spindeldrehung muss nach dem Loslassen der Freigabesteuerungseinrichtung in weniger als 2 Umdrehungen stoppen; der SRP/CS zur Überwachung des Spindelstopps in maximal 2 Umdrehungen muss $PL_r = c$ erreichen;
- e) für die Spindeldrehung ist eine Drehzahlüberwachung nach 4.7.3 vorzusehen;
- f) die Bewegung des automatischen Werkzeugwechselmechanismus muss durch eine Anlaufsteuerung in Kombination mit einer Freigabesteuerung gesteuert werden; die Anlaufsteuerung braucht keinen PL_r zu erreichen. Wenn Quetsch- oder Schergefahren bestehen, ist eine Zweihandsteuerungseinrichtung vorzusehen;
- g) das Einleiten jeglicher anderen gefährlichen Bewegung muss verhindert sein. Der SRP/CS zur Verhinderung eines unerwarteten Anlaufs muss $PL_r = c$ erreichen.

4.6.3 Betriebsart zum manuellen Positionieren von Spanneinrichtungen [BETRIEBSART 3]

Bei Maschinen ohne druckempfindliche Schalterpuffer (en: bumper) oder druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen oder Schaltflächen und mit einer am beweglichen Aggregateträger angebrachten Laseranzeige dürfen bei deaktivierten vorderseitigen Schutzeinrichtungen jegliche gefährliche Bewegungen, einschließlich Spindeldrehungen nicht möglich sein, ausgenommen die Bewegung der Kapselung des Aggregateträgers. Diese Bewegung muss durch eine Anlaufsteuerung (en: jog control) in Kombination mit einer Freigabesteuerung gesteuert werden. Die Bewegungsgeschwindigkeit ist entsprechend 4.11 auf 10 m min^{-1} zu begrenzen. Der SRP/CS für die Anlaufsteuerung braucht keinen PL_r zu erreichen.

4.6.4 Betriebsart zum Positionieren von Bohraggregaten [BETRIEBSART 4]

Bei Bohrmaschinen darf bei deaktivierten Schutzeinrichtungen keine gefährliche Bewegung einschließlich der Spindeldrehung möglich sein, ausgenommen die Bewegung der Bohraggregate. Es darf jeweils nur die Bewegung einer Achse eines Bohraggregates möglich sein. Diese Bewegung muss durch eine Anlaufsteuerung in Kombination mit einer Freigabesteuerung gesteuert werden. Die Bewegungsgeschwindigkeit ist entsprechend 4.11 auf 10 m min^{-1} zu begrenzen. Der SRP/CS für die Anlaufsteuerung braucht keinen PL_r zu erreichen.

4.7 Änderung der Werkzeugdrehzahl

4.7.1 Änderung der Werkzeugdrehzahl durch Änderung der Riemenlage auf den Riemenscheiben

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.7.1, trifft zu für Fräsaggregate mit konstanter Drehzahl, die nicht über Umrichter gesteuert werden, und für Bohrwerkzeuge.

4.7.2 Drehzahländerung durch einen Motor mit stufenweiser Drehzahländerung

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.7.2, trifft nicht zu.

4.7.3 Stufenlose Drehzahländerung durch Frequenzumrichter

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.7.3, wird durch den folgenden Text ersetzt.

Maschinen, die mit einer stufenlosen Drehzahlregelung (d. h. Frequenzumrichter) für den Werkzeugantrieb ausgestattet sind, müssen eine Drehzahlüberwachung haben.

Die Steuerung der Drehzahlüberwachung muss sicherstellen, dass der Antrieb automatisch in Stoppkategorie 0 nach IEC 60204-1:2016, 9.2.2, stillgesetzt wird, sobald die Ist-Drehzahl die gewählte Drehzahl oder die programmierte maximale Werkzeugdrehzahl um mehr als 10 % überschreitet. Der SRP/CS für die Drehzahlüberwachung braucht keinen PL_r zu erreichen.

Es darf nicht möglich sein, einen höheren Geschwindigkeitswert als die im Speicher des Steuersystems gespeicherte maximale Drehzahl des Werkzeugs zu wählen (kein PL_r erforderlich).

Für Bohrwerkzeuge ist keine Drehzahlüberwachung erforderlich.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

4.8 Fehler bei jeglicher Energieversorgung

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.8, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Bei Maschinen mit pneumatischer oder hydraulischer Werkstückspannung muss bei Ausfall der pneumatischen oder hydraulischen Energieversorgung ein normales Stillsetzen oder ein Not-Halt ausgelöst werden.

4.9 Manuelles Rückstellen

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.9, trifft zu.

4.10 Stillstandüberwachung

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.10, trifft zu.

4.11 Überwachung der Geschwindigkeit bewegter Maschinenteile

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.11, trifft zu.

4.12 Zeitverzögerung

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.12, trifft zu.

4.13 Teleservice

ISO/DIS 19085-1:2020, 4.13, trifft zu.

5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen zum Schutz gegen mechanische Gefährdungen

5.1 Standsicherheit

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Unbeabsichtigte gefährliche Bewegungen der Maschine oder eines Teils der Maschine, die durch Schwerkraft, Druck usw. verursacht werden, sind zu vermeiden, z. B. durch mechanische Blockiereinrichtungen, die den maximal zu erwartenden Kräften standhalten.

Eine integrierte Einrichtung zum Bewegen der Maschine ist nicht zutreffend oder anwendbar.

5.2 Risiko durch Bruch während des Betriebs

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.2, wird durch den folgenden Text ersetzt.

Zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit eines Bruchs während des Betriebs gelten die Anforderungen in 5.3. Zur Verringerung der Auswirkung eines Bruchs während des Betriebs gelten die Anforderungen in 5.9, 5.5.1 und 5.5.2.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und Besichtigung der Maschine.

5.3 Gestaltung von Werkzeugträger und Werkzeug

5.3.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.3.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Hydrostatische Werkzeugspanneinrichtungen, die ein integraler Bestandteil der Spindel sind oder dauerhaft mit ihr verbunden sind, müssen eine zusätzliche selbsttätige mechanische Vorrichtung haben, um das Lösen des Werkzeugs im Falle einer Leckage im hydrostatischen System zu verhindern (siehe auch 7.3.2).

Die Rundlaufabweichung von Spindeln für Fräswerkzeuge darf 0,02 mm nicht übersteigen.

Das Lösen des Werkzeugs darf nur möglich sein, wenn die Spindel stillsteht und ihr Wiederanlauf verhindert wird. Diese zweite Anforderung gilt nur, wenn der Bediener das Werkzeug von Hand wechselt.

Der SRP/CS für die Verriegelung zwischen dem Lösen des Werkzeugs und der Spindeldrehung muss $PL_r = c$ erreichen oder aus zwei unabhängigen Systemen bestehen, die beide $PL_r = b$ erreichen.

Als Ausnahme davon darf die Funktion Lösen des Werkzeugs dem $PL_r = b$ entsprechen, wenn ein zusätzliches mechanisches System vorhanden ist, welches das Lösen des Werkzeugs während der Werkzeugdrehung verhindert.

Prüfung: Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder der Schaltpläne, Messung, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.3.2 Spindelblockierung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.3.2, trifft zu.

5.3.3 Sägeblattbefestigung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.3.3, trifft zu.

5.3.4 Abmessungen von Sägeblattflanschen

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.3.4, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Als Ausnahme gilt für Maschinen, die für einen maximalen Sägeblattdurchmesser von 400 mm ausgelegt sind, dass der äußere Spanndurchmesser der Flansche mindestens $D/5$ betragen muss, wobei D der Durchmesser des größten Kreissägeblattes ist, für das die Maschine ausgelegt ist.

5.4 Bremsen

5.4.1 Bremsen von Werkzeugen

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.4.1, trifft zu.

5.4.2 Längste Auslaufzeit

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.4.2, trifft zu.

5.4.3 Lösen der Bremse

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.4.3, trifft zu.

5.5 Schutzeinrichtungen

5.5.1 Feststehende trennende Schutzeinrichtungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.1, trifft zu.

5.5.2 Verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

5.5.2.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.2.1, trifft zu.

5.5.2.2 Verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.2.2, trifft zu.

5.5.2.3 Verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.2.3, trifft zu.

5.5.3 Steuerung ohne Selbsthalt

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.3, trifft zu.

5.5.4 Zweihandsteuerung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.4, trifft zu.

5.5.5 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.5, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Wenn Lichtschranken (AOPD) verwendet werden, müssen die folgenden Anforderungen eingehalten sein:

a) Wenn sie waagrecht angeordnet sind:

- 1) die Strahlen müssen in einer Höhe zwischen 100 mm und 400 mm über dem Boden angeordnet sein;
- 2) der Abstand zwischen zwei Strahlen muss gleich oder kleiner als 100 mm sein;
- 3) es muss ein Stehen zwischen der AOPD und dem Maschinengestell verhindert werden, z. B. darf der Abstand zwischen dem aktiven Teil der Lichtschranken und dem Maschinengestell in Höhe der Lichtschranke 100 mm nicht überschreiten.

b) Wenn sie schräg angeordnet sind:

- 1) der Abstand zwischen zwei Strahlen muss gleich oder kleiner als 100 mm sein, gemessen in der waagerechten Projektion;
- 2) der unterste Strahl muss in einer Höhe von max. 400 mm über dem Boden liegen;
- 3) der oberste Strahl muss in einer Höhe von mindestens 800 mm über dem Boden liegen;
- 4) der waagerechte Abstand zwischen dem obersten und untersten Strahl muss 400 mm oder mehr betragen.

c) Bei vertikaler Anordnung müssen sie mindestens zwei Strahlen aufweisen; die beiden Strahlen müssen sich in einer Höhe von 400 mm und 900 mm über dem Boden befinden.

Wenn ortsfeste Laserscanner verwendet werden, muss der vom Laserscanner geschützte Bereich zwischen 100 mm und 400 mm über dem Boden liegen.

5.5.6 Druckempfindliche Schutzeinrichtungen (PSPE)

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.6, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen, die in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt sind.

5.5.6.1 Druckempfindliche Schaltmatten

Es darf nicht möglich sein, zwischen dem aktiven Teil der Schaltmatten und dem Maschinengestell zu stehen; dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass der Abstand zwischen dem aktiven Teil der Schaltmatte und der Maschine (z. B. siehe Bild H.1, Legendenpunkt C) nicht mehr als 100 mm beträgt.

Der Abstand zwischen dem aktiven Teil der Schaltmatten und den seitlichen feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen (z. B. Bild I.1, Legendenpunkt D) darf 80 mm nicht überschreiten.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Besichtigung der Maschine, Messung, zutreffende Prüfungen und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.5.6.2 Andere PSPE

Maschinen mit anderen PSPE als (druckempfindliche) Schaltmatten müssen die dynamische Prüfung in Anhang G bestehen.

Druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen oder Schaltflächen dürfen nur verwendet werden, wenn die maximale Achsgeschwindigkeit 25 m min^{-1} nicht überschreitet.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Messungen, Besichtigung der Maschine, zutreffende Funktionsprüfung der Maschine und zutreffende Prüfungen, die in Anhang G beschrieben sind.

5.5.7 Freigabesteuerung

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.5.7, trifft zu.

5.6 Verhinderung des Zugriffs auf bewegte Teile

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.6, wird durch den folgenden Text ersetzt, der in weitere spezifische Unterabschnitte unterteilt ist.

5.6.1 Absicherung aller Maschinenseiten außer des Be-/Entladebereichs

Alle Maschinenseiten mit Ausnahme des Be- und/oder Entladebereichs müssen durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen umschlossen sein, die sich in der Höhe von höchstens 180 mm bis mindestens 1 800 mm über dem Boden erstrecken.

Wenn es erforderlich ist, zum Einrichten, Werkzeugwechsel oder Reinigen in die Kapselung zu betreten, muss mindestens eine Tür vorhanden sein, die mit den Antrieben verriegelt und zugehalten ist, und es gelten die folgenden Anforderungen:

- a) ein hörbares oder sichtbares Warnsignal (z. B. gelbes Licht) muss für ein bevorstehendes Ingangsetzen gegeben werden, wenn der Bediener von der Steuerungsposition keine vollständige Sicht auf den Bearbeitungsbereich haben kann (siehe 7.1);
- b) innerhalb der Kapselung muss eine Not-Halt-Befehlseinrichtung angeordnet sein, wenn der Bediener von der Steuerungsposition keine vollständige Sicht auf den Bearbeitungsbereich haben kann;
- c) jede Tür muss eine eigene handbetätigte Befehlseinrichtung zum Rückstellen aufweisen, mit der ihre Verriegelung rückgestellt werden kann;
- d) es muss möglich sein, jede Tür von innen zu öffnen.

Die Merkmale der trennenden Schutzeinrichtungen müssen 5.9 entsprechen, wenn sie auch das Herausschleudern von Werkzeugteilen und/oder Werkstücken verhindern müssen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2 Sicherung der Be-/Entladebereiche

5.6.2.1 Allgemeines

Die zu berücksichtigenden Quetsch-/Scherstellen beziehen sich auf den Werkzeugumfang jedes rotierenden Werkzeugs; siehe Bild 7 bei Verwendung von druckempfindlichen Schaltpuffern (en: bumper) oder druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen oder Schaltflächen.

Der Zugang zu Gefahrenstellen durch bewegliche Teile (einschließlich rotierender Werkzeuge) durch die Be-/Entladebereiche muss durch die Anforderungen in 5.6.1 oder durch eines der in den Unterabschnitten 5.6.2.2 bis 5.6.2.12 beschriebenen Schutzkonzepte verhindert werden.

Diese Schutzkonzepte können auf verschiedenen Maschinenkonstruktionen und -konfigurationen angewendet werden, wie in Tabelle 1 angegeben. Beispiele werden durch Bilder in Anhang H gegeben.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

Tabelle 1 — Zusammenhang zwischen Maschinenkonstruktionen, Schutzkonzepten und Beispielen

Maschinenkonstruktionen			Schutzkonzepte											Beispiele, Anhang H
		Beispiele, Abschnitt 3	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Beweglicher Aggregateträger	Feststehende Werkstückauflage	Bilder 1, 5	X											Bild H.1
				X										-----
					X									Bild H.12
						X								Bilder H.2, H.13
	Feststehende massive Tische	-----					X							Bild H.14
Bewegliche Werkstückauflage (Schiebe- oder Zuführtische)			X											Bilder H.3, H.4, H.5
				X	X									-----
Feststehende Werkstückauflage, horizontal	Werkstückgeschwindigkeit $\leq 25 \text{ m min}^{-1}$	-----						X						Bild H.6
	Werkstückgeschwindigkeit $> 25 \text{ m min}^{-1}$	-----									X			Bilder H.10, H.11
Vertikale Werkstückauflage	Werkstückgeschwindigkeit $\leq 25 \text{ m min}^{-1}$	Bild 6						X						-----
	Werkstückgeschwindigkeit $40/25 \text{ m min}^{-1}$								X					Bild H.7
	Werkstückgeschwindigkeit $> 40 \text{ m min}^{-1}$									X				Bild H.8
Werkstück nur auf einer Seite bearbeitet, mit Einschränkungen		-----										X		Bild H.9
Durchlaufbohrmaschinen mit Zuführbändern		Bild 3											X	Bilder H.15, H.16

5.6.2.2 Schutzkonzept A

Bei Maschinen mit feststehender Werkstückauflage (siehe Bild H.1) und bei Maschinen mit beweglicher Werkstückauflage (siehe Bild H.3, Bild H.4, Bild H.5), bei denen ortsfeste nicht trennende Schutzvorrichtungen als Lichtschranken (einschließlich solcher, bei denen mindestens entweder der Empfänger oder der Sender feststehend ist) oder ortsfeste Laserscanner oder druckempfindliche Schuttmatten verwendet werden, um den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (Schutzbereich) zu verhindern, gelten die folgenden Anforderungen:

- der geschützte Bereich (Lichtschranke, ortsfester Laserscanner) oder die abgetastete Fläche (druckempfindliche Schuttmatten) muss sich mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt, gemessen in horizontaler Richtung, erstrecken; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm verringert werden;

- b) wenn die nicht trennende Schutzeinrichtung in Bereiche unterteilt ist, damit die Maschine in einem Bereich arbeiten kann, während der andere Bereich zum Be- und Entladen zugänglich ist:
- 1) der horizontale Abstand zwischen dem für das Be-/Entladen zugänglichen Bereich und dem geschützten Bereich, in dem die Maschine arbeitet, muss mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt (siehe Bild H.1, Legendenpunkt B) entfernt sein; wird dieser Abstand von 850 mm verletzt, muss ein sicheres Stillsetzen eingeleitet werden; der SRP/CS für das Einleiten des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm reduziert werden.
 - 2) der für das Be- und Entladen zugängliche Teil der nicht trennenden Schutzeinrichtung muss vom Bediener manuell rückgestellt werden, bevor der Aggregateträger oder die verfahrbaren Tische oder Zuführtische in diesen Bereich einfahren dürfen; ein automatisches Rückstellen darf nicht möglich sein.
- ANMERKUNG Die Verhinderung des automatischen Verfahrens ohne manuelles Rückstellen ist erforderlich, da der Bediener die Schutzeinrichtung unbeabsichtigt verlassen kann, z. B. durch Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage.
- c) wenn eine Person erkannt wird, muss ein sicheres Stillsetzen ausgelöst werden, und der Aggregateträger muss innerhalb von 700 mm anhalten. Der SRP/CS für das Einleiten des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen. Für das Sicherstellen der Abstände ist kein PL erforderlich.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.3 Schutzkonzept B

Auf Maschinen mit feststehender Werkstückauflage und auf Maschinen mit beweglicher Werkstückauflage, bei denen

- druckempfindliche Schalmatten zur Geschwindigkeitsreduzierung der Kapselung des Aggregateträgers oder von verfahrbaren Tischen, in Kombination mit
- Einrichtungen zum Stillsetzen, z. B. druckempfindliche Schaltpuffer (en: bumper) oder druckempfindliche Schalteisten, Schaltstangen oder Schaltflächen, die an den beweglichen Teilen der Maschine angebracht sind, um den Aggregateträger anzuhalten und den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) zu verhindern oder zum Stillsetzen von verfahrbaren Tischen,

verwendet werden, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) die von druckempfindlichen Schalmatten abgetastete Fläche muss mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt, gemessen in horizontaler Richtung, entfernt sein; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm verringert werden;
- b) wenn die nicht trennende Schutzeinrichtung in Bereiche unterteilt ist, damit die Maschine in einem Bereich arbeiten kann, während der andere Bereich zum Be- und Entladen zugänglich ist:
 - 1) der horizontale Abstand zwischen dem für das Be- und Entladen zugänglichen Bereich und dem geschützten Bereich, in dem die Maschine arbeitet, muss mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt entfernt sein; wird dieser Abstand von 850 mm verletzt, muss die Geschwindigkeitsreduzierung eingeleitet werden; der SRP/CS für das Einleiten der Geschwindigkeitsreduzierung muss $PL_r = c$ erreichen; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm verringert werden;

- 2) der für das Be- und Entladen zugängliche Teil der nicht trennenden Schutzeinrichtung muss vom Bediener manuell rückgestellt werden, bevor der Aggregateträger oder die verfahrbaren Tische in diesen Bereich einfahren dürfen; ein automatisches Rückstellen darf nicht möglich sein;

ANMERKUNG Die Verhinderung des automatischen Verfahrens ohne manuelles Rückstellen ist erforderlich, da der Bediener die Schutzeinrichtung unbeabsichtigt verlassen kann, z. B. durch Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage.

- c) wenn eine Person von den druckempfindlichen Schalmatten erkannt wird, muss die Geschwindigkeit innerhalb von 500 mm reduziert werden, um die Anforderungen des Abschnitts 5.6.2.5 zu erfüllen. Nach Aktivierung der begrenzten Geschwindigkeit muss eine Befehlseinrichtung zum Rückstellen betätigt werden, um die volle Geschwindigkeit wiederherzustellen. Für das Sicherstellen der Abstände ist kein PL erforderlich. Der SRP/CS für das Einleiten der Geschwindigkeitsreduzierung muss $PL_r = c$ erreichen;
- d) ein manuelles Rückstellen zum Wiederherstellen der vollen Geschwindigkeit ist nicht erforderlich, wenn eine andere Einrichtung, z. B. eine BWS, vorhanden ist, die einen Bediener erkennt, der keinen Bodenkontakt hat, z. B. durch Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage;
- e) wenn Einrichtungen zum Stillsetzen ausgelöst werden, muss ein sicheres Stillsetzen eingeleitet werden. Der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.4 Schutzkonzept C

Auf Maschinen mit feststehender Werkstückauflage (siehe Bild H.12) und auf Maschinen mit beweglicher Werkstückauflage, und Verwendung von

- ortsfesten nicht trennende Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken (einschließlich solcher, bei denen mindestens entweder der Empfänger oder der Sender ortsfest ist) oder ortsfeste Laserscanner, verwendet werden um den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) zu verhindern, in Kombination mit
- nicht ortsfesten nicht trennenden Schutzeinrichtungen, die als druckempfindliche Schalmuffer (en: bumper), oder druckempfindliche Schalteisten, Schaltstangen oder Schaltflächen oder Laserscanner am beweglichen Teil der Maschine angebracht sind, um die Maschine stillzusetzen, und
- einer Steuereinrichtung, z. B. Taster, Pedal oder PSPE, zur Betätigung der Geschwindigkeitsreduzierung des Aggregateträgers

gelten die folgenden Anforderungen:

- a) der geschützte Bereich (Lichtschranke, ortsfeste Laserscanner) oder die abgetastete Fläche (druckempfindliche Schalmatten) muss sich mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt, gemessen in horizontaler Richtung, erstrecken; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm verringert werden;
- b) wenn eine Person von den ortsfesten nicht trennenden Schutzeinrichtungen erkannt wird, muss, wenn die Geschwindigkeitsreduzierung nicht aktiviert wurde, ein sicheres Stillsetzen ausgelöst werden und der Aggregate innerhalb von 700 mm anhalten; der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen; für das Sicherstellen der Abstände ist kein PL erforderlich;
- c) durch das Aktivieren der Geschwindigkeitsreduzierungseinrichtung muss die Geschwindigkeit des Aggregateträgers innerhalb von 500 mm reduziert werden, um die in 5.6.2.5 b) genannten Anforderungen zu erfüllen. Nach Aktivierung der begrenzten Geschwindigkeit muss eine Befehlseinrichtung zum Rückstellen betätigt werden, um die volle Geschwindigkeit wiederherzustellen. Für das Sicherstellen der Abstände ist kein PL erforderlich. Der SRP/CS für das Einleiten der Geschwindigkeitsreduzierung muss $PL_r = c$ erreichen;

- d) wenn die nicht ortsfesten nicht trennende Schutzeinrichtungen ausgelöst werden, muss ein sicheres Stillsetzen eingeleitet werden. Der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.5 Schutzkonzept D

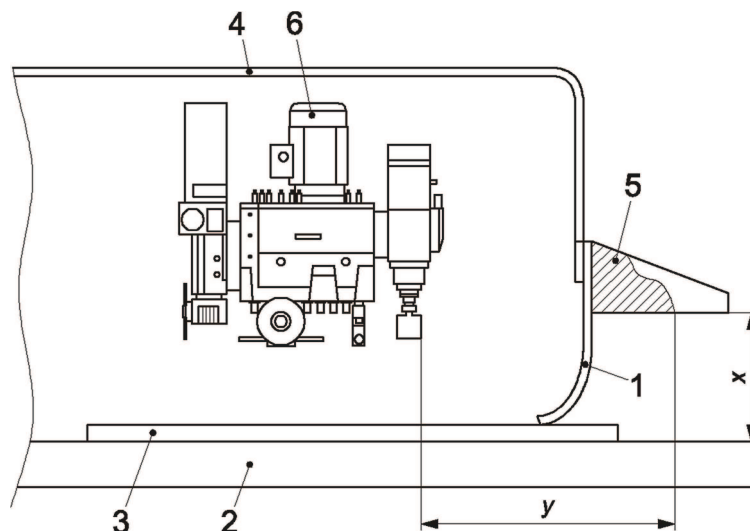
Bei Maschinen mit feststehender Werkstückauflage, bei denen nur nicht ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtungen verwendet werden, die am beweglichen Teil der Maschine als druckempfindliche Schuttpuffer (en: bumper, siehe Bild H.2 und Bild H.13), druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen, Laserscanner angebracht sind, um den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) zu verhindern, gelten folgende Anforderungen:

- a) bei Laserscannern muss der Abstand von der Prüfsonde nach IEC 61496-3:2018 bis zur Kapselung des Aggregateträgers mindestens 850 mm betragen, wenn er vor der maximalen Maschinengeschwindigkeit sicher zum Stillstand gekommen ist; zum Sicherstellen des Abstands ist kein PL erforderlich. Der SRP/CS für das Einleiten des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen. Laserscanner müssen auch von einem Bediener ausgelöst werden, der keinen Bodenkontakt hat, z. B. durch Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage.
- b) bei druckempfindlichen Schuttpuffern, druckempfindlichen Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen muss der Abstand zwischen der Prüfsonde und jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt innerhalb der Kapselung des Aggregateträgers mindestens y betragen, gemessen nach dem sicheren Stillsetzen der Maschine von der Höchstgeschwindigkeit aus (zum Sicherstellen des Abstands ist kein PL erforderlich; siehe Bild 7):

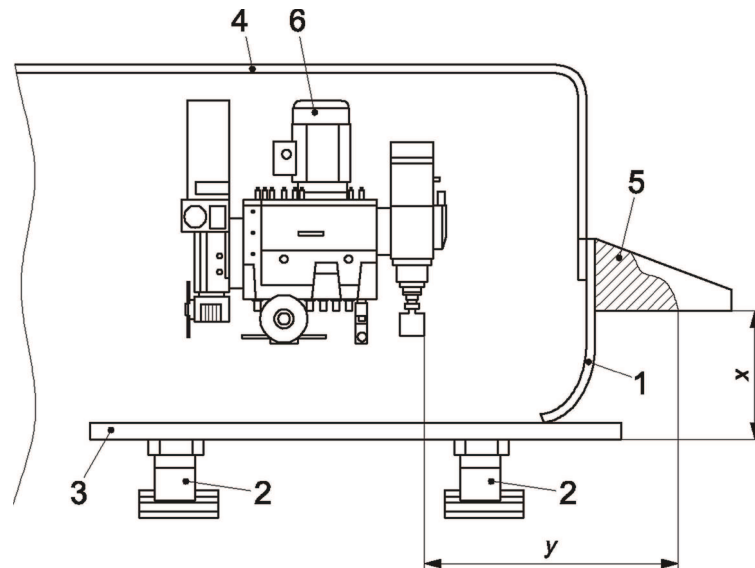
$y = 550$ mm, wenn x bis zu 200 mm beträgt;

$y = 550 + \frac{3}{4} (x - 200)$ mm, wenn x zwischen 200 mm und 600 mm liegt;

wobei x die Höhe der Öffnung in der Kapselung über der Werkstückauflage ist.



a) Kapselung des Aggregateträgers über einem massiven Tisch



b) Kapselung des Aggregateträgers über Auflage-Traversen

Legende

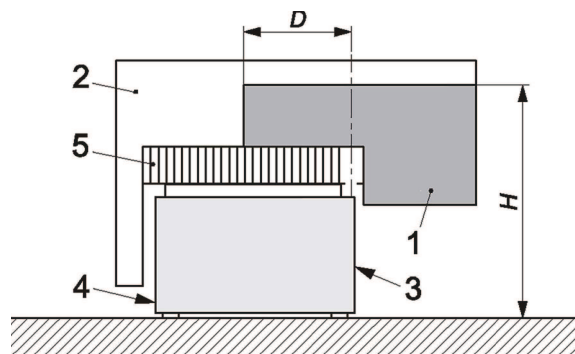
x	Höhe der Öffnung für die Werkstückzuführung	y	verbleibende Entfernung
1	Vorhang	4	Kapselung des Aggregateträgers
2	Werkstückauflage	5	druckempfindliche(r) Bumper/Schaltstange oder -leiste
3	Werkstück	6	Aggregateträger

Bild 7 — Abstand „y“ für die Kapselung des Aggregateträgers

Darüber hinaus:

- 1) Bei Maschinen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs der Maschine, z. B. zum Be- und Entladen, durch die bestimmungsgemäße Verwendung nicht vorgesehen ist (siehe Bild H.2), gilt:
 - i) druckempfindliche Schalterpuffer, die für eine maximale Achsgeschwindigkeit von mehr als 25 m min⁻¹ (siehe Bild 8) geeignet sind, müssen sich über die gesamte Kapselung des Aggregateträgers, die Stoß-, Quetsch- und Schergefahren von Kopf, Hand, Arm, Bein, Schulter verursachen können, bis zu einer Höhe H von 1 800 mm oder der Höhe der Kapselung des Aggregateträgers, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, und von der Kante nach innen (Abstand D) bis zu mindestens 700 mm von der Maschinenseite aus erstrecken, die für den Bediener während der Bearbeitung zugänglich ist. Wenn es notwendig ist, das Spannsystem in einem Abstand von mehr als 700 mm zu positionieren, muss der Schalterpuffer bis zu diesem Wert oder bis zu 850 mm reichen, je nachdem, welcher Wert kleiner ist;
 - ii) druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen und Schalterpuffer, die für eine maximale Achsgeschwindigkeit von 25 m min⁻¹ (siehe Bild 9) geeignet sind, müssen sich um alle Scher- und Quetschkanten und horizontal nach innen bis zu mindestens 700 mm (Abstand D) von der Maschinenseite entsprechend Bild 10 erstrecken. Wenn es notwendig ist, das Spannsystem in einem Abstand von mehr als 700 mm zu positionieren, müssen sich druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen und Schalterpuffer bis zu diesem Abstand oder bis zu 850 mm erstrecken, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

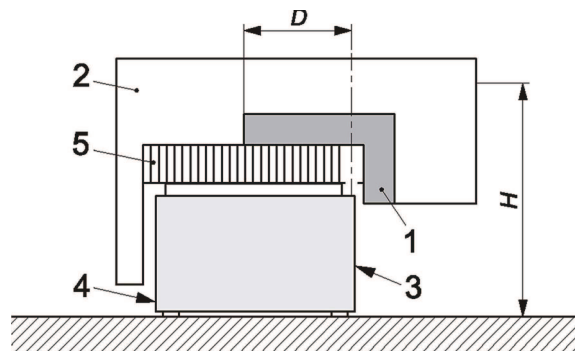
- 2) Bei Maschinen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs der Maschine, z. B. zum Be- und Entladen, durch die bestimmungsgemäße Verwendung vorgesehen ist (siehe Bild H.13), müssen sich die unter 1) geforderten Schuttpuffer über die gesamte Querabmessung des beweglichen Teils der Maschine erstrecken.
- c) wenn eine nicht ortsfeste nicht trennende Schutteinrichtung ausgelöst wird, muss ein sicheres Stillsetzen eingeleitet werden. Der SRP/CS für das Auslösung des sicheren Stillsetzens muss $PL_T = c$ erreichen.



Legende

- | | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| 1 | Schuttpuffer-Oberfläche | 4 | hintere Maschinenseite (während der Bearbeitung nicht zugänglich) |
| 2 | Kapselung des Trägers | 5 | Vorhang |
| 3 | vordere Maschinenseite | D | Abmessung des Schuttpuffers von der Kante des Maschinengestells nach innen |
| | | H | Höhe der Oberkante des Schuttpuffers |

Bild 8 — Beispiel einer Schuttpufferanordnung für hohe Geschwindigkeiten



Legende

- | | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| 1 | Schuttpuffer-Oberfläche | 4 | hintere Maschinenseite (während der Bearbeitung nicht zugänglich) |
| 2 | Kapselung des Trägers | 5 | Vorhang |
| 3 | vordere Maschinenseite | D | Abmessung des Schuttpuffers von der Kante des Maschinengestells nach innen |

Bild 9 — Beispiel einer Schuttpufferanordnung für begrenzte Geschwindigkeit

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.6 Schutzkonzept E

Bei Maschinen mit feststehender Werkstückauflage in Form von massiven Tischen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs zum Be- und Entladen durch die bestimmungsgemäße Verwendung vorgesehen ist (siehe Bild H.14), um den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) zu verhindern, müssen die folgenden nicht ortsfesten nicht trennende Schutzeinrichtungen auf beiden Seiten der beweglichen Brücke, die den Aggregateträger trägt, vorgesehen werden:

- a) Eine vertikal montierte BWS 1 (AOPD oder Laserscanner, Bild H.14, Legendenpunkt 3), die die folgenden Anforderungen erfüllt:
 - 1) der geschützte Bereich muss mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt, gemessen in horizontaler Richtung, entfernt sein; wenn nur Stoßgefahren bestehen, darf dieser Abstand auf 700 mm verringert werden;
 - 2) die Quetschgefahr durch den Träger der BWS 1 muss durch druckempfindliche Schaltpuffer, druckempfindliche Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen verhindert sein, die bis zu einer Höhe von mindestens 1 800 mm über dem Boden reichen und die gesamte Quetschfläche des Trägers der BWS 1 abdecken müssen;
 - 3) die BWS 1 muss vertikal montiert werden und muss sich von mindestens 1 500 mm bis mindestens 1 800 mm über dem Boden erstrecken und sich über die gesamte Querabmessung der beweglichen Brücke erstrecken, die den Aggregateträger trägt.
- b) Eine vertikal montierte BWS 2 (AOPD oder Laserscanner, Bild H.14, Legendenpunkt 4), die die folgenden Anforderungen erfüllt:
 - 1) sie muss in derselben vertikalen Ebene wie die BWS 1 angebracht werden;
 - 2) sie muss während des Vorbeifahrens an den massiven Tischen stummgeschaltet sein; der SRP/CS für das Stummschalten muss $PL_r = c$ erreichen.
- c) Ein horizontal montierter Laserscanner, der an jedem Pfeiler der beweglichen Brücke montiert ist (Bild H.14, Legendenpunkt 5) und die folgenden Anforderungen erfüllt:
 - 1) er muss den Bereich zwischen den beiden BWS 2 sowie zwischen den Tischen und den Pfeilern der beweglichen Brücke abdecken;
 - 2) er darf stummgeschaltet werden, während beide BWS2 aktiv (nicht ausgelöst) sind; der SRP/CS für das Stummschalten muss $PL_r = c$ erreichen.

Das Auslösen einer der oben genannten Schutzeinrichtungen muss ein sicheres Stillsetzen der Maschine bewirken. Der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.7 Schutzkonzept F

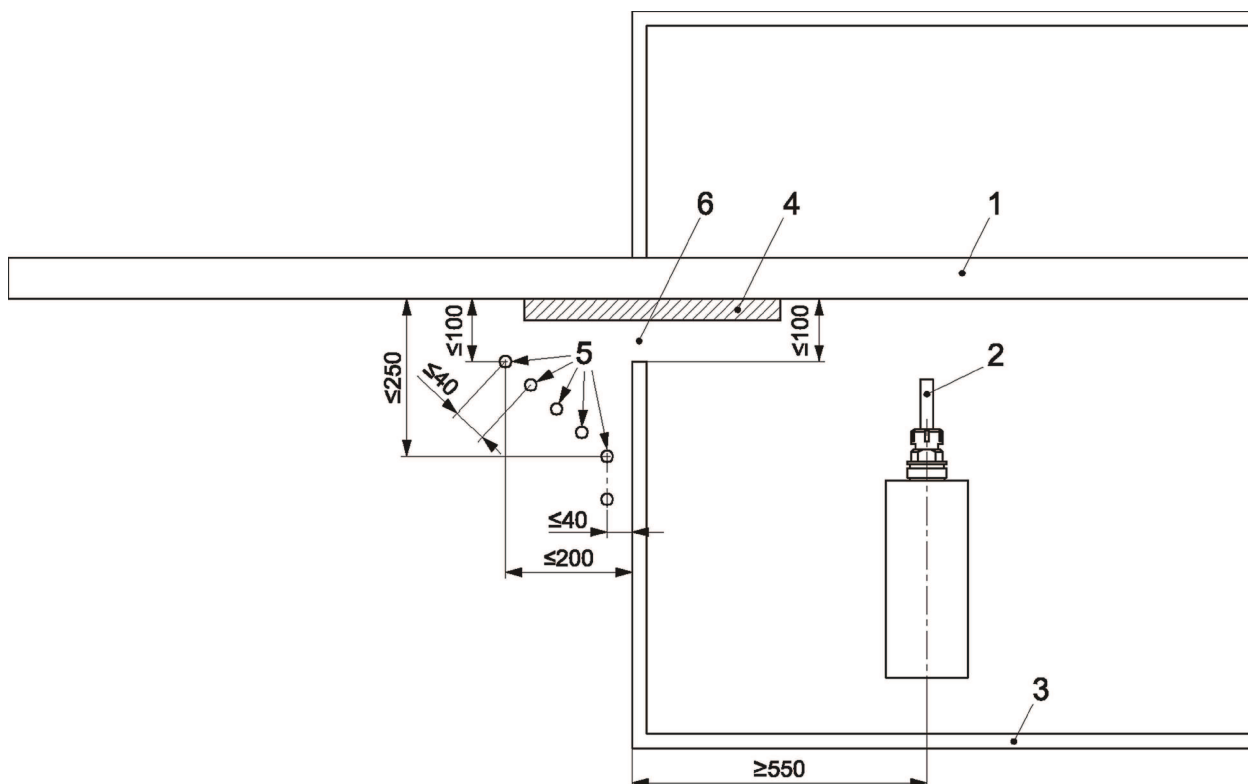
Bei Maschinen mit feststehender horizontaler (siehe Bild H.6) oder vertikaler Werkstückauflage, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung mit einer maximalen Geschwindigkeit von 25 m/min in die Kapselung des Aggregateträgers hinein und aus dieser heraus bewegt, wobei die Abmessung der Öffnung senkrecht zur Werkstückoberfläche 100 mm oder weniger beträgt, muss der Zugang zu Gefahrenstellen durch die Be-/Entladebereiche durch eine der folgenden Maßnahmen verhindert werden:

- a) durch einen Tunnel, der einen Sicherheitsabstand von mindestens 200 mm zu jeder weiteren inneren Scher- und Quetschstelle und von mindestens 400 mm zu jedem Werkzeug gewährleistet;

b) entweder eine in beide Richtungen wirkende mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion mit einer Auslösekraft von höchstens 50 N oder eine AOPD mit einem Lichtstrahl (siehe Bild 10), die den folgenden Anforderungen entsprechen muss:

- 1) wenn sie ausgelöst wird, muss sie ein sicheres Stillsetzen einleiten; der SRP/CS für das Einleiten des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen;
- 2) sie muss sich entlang der längsten Abmessung der Einführöffnung erstrecken;
- 3) sie muss mindestens 150 mm von jeder weiteren inneren Scher- und Quetschstelle und mindestens 400 mm von jedem Werkzeug entfernt sein;
- 4) sie muss in einem maximalen Abstand von 100 mm von der Werkstückauflage (dem freien Rand der Auslösevorrichtung) angebracht werden.

Maße in Millimeter



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|
| 1 | Werkstückauflage | 4 | Werkstück |
| 2 | Werkzeug | 5 | Strahlen der Lichtschanke |
| 3 | Kapselung des Aggregateträgers | 6 | Öffnung in der Kapslung des Aggregateträgers zur Werkstückzuführung |

Bild 10 — Beispiel einer AOPD für ein vertikal bewegtes Werkstück, Draufsicht

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.8 Schutzkonzept G

Bei Maschinen mit feststehender vertikaler Werkstückauflage, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 m min^{-1} (siehe Bild H.7), die auf 25 m min^{-1} begrenzt ist, wenn das Werkstück aus der Werkstückauflage herausragt, in die Kapselung des Aggregateträgers hinein und aus ihr heraus bewegt, wobei die Abmessung der Öffnung senkrecht zur Werkstückoberfläche 100 mm oder weniger beträgt, muss der Zugang zu Gefahrenstellen durch die Be-/Entladebereich durch eine der folgenden Maßnahmen verhindert werden:

- a) durch einen Tunnel, der einen Sicherheitsabstand von mindestens 550 mm zu jeder weiteren inneren Scher- und Quetschstelle einschließlich aller Werkzeuge gewährleistet;
- b) Bereitstellung einer Lichtschranke (AOPD), die über der Werkstückauflage installiert ist und die folgenden Anforderungen erfüllt (siehe Bild 10):
 - 1) jeder Strahl muss parallel zur Werkstückauflage verlaufen;
 - 2) der maximale (Strahl-) Abstand beträgt 40 mm;
 - 3) der Abstand zwischen den beiden äußeren Strahlen muss mindestens 200 mm betragen;
 - 4) der dem Aggregateträger am nächsten liegende Strahl muss einen Abstand von mindestens 250 mm von der Werkstückauflage haben;
 - 5) der am weitesten vom Aggregateträger entfernte Strahl muss einen Abstand von maximal 100 mm von der Werkstückauflage haben;
 - 6) wenn sie ausgelöst wird, muss der Vorschub stillgesetzt werden; der SRP/CS für das Einleiten des Stillsetzens des Vorschubs muss $PL_r = c$ erreichen.

Der Zugang von oberhalb und unterhalb der Lichtschranke muss durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden, und der Abstand zwischen der durch die AOPD gesicherten Öffnung und den Werkzeugen muss mindestens 550 mm betragen.

Zusätzlich muss das Werkstück, wenn es aus der Werkstückauflage herausragt, erkannt werden. Der SRP/CS zur Erkennung der Werkstückposition muss $PL_r = b$ erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.9 Schutzkonzept H

Bei Maschinen mit feststehender vertikaler Werkstückauflage, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung mit einer Geschwindigkeit von mehr als 40 m min^{-1} in die Kapselung des Aggregateträgers hinein und aus dieser heraus bewegt, bei denen eine ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtung in Form von Lichtschranken oder ortsfesten Laserscannern oder druckempfindlichen Schaltpuffern (Bild H.8, Legendenpunkt 3) zum Stillsetzen bewegter Teile und zur Verhinderung des Zugangs zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) in Kombination mit zwei Sensoren zur Geschwindigkeitsreduzierung (siehe Bild H.8, Legendenpunkt 4) verwendet wird, gilt folgendes:

- a) beim Auslösen eines Sensors zur Geschwindigkeitsreduzierung ist die Geschwindigkeit des Werkstücks innerhalb von 500 mm auf maximal 25 m min^{-1} zu reduzieren (zum Sicherstellen des Abstands ist kein PL erforderlich). Der SRP/CS für das Auslösen der Geschwindigkeitsreduzierung muss $PL_r = c$ erreichen. Nach Aktivierung der Geschwindigkeitsbegrenzung muss eine Befehlseinrichtung zum Rückstellen betätigt werden, um die volle Geschwindigkeit wiederherzustellen, es sei denn, der Bediener kann die nicht trennende Schutzeinrichtung nicht unbeabsichtigt verlassen, z. B. durch Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage;

- b) die nicht trennende Schutzeinrichtung zum Stillsetzen beweglicher Teile muss mindestens 850 mm über jeden Quetsch-/Scherpunkt hinausragen; wird die nicht trennende Schutzeinrichtung ausgelöst, so muss ein sicheres Stillsetzen eingeleitet werden. Der SRP/CS für das Einleiten des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen.
- c) Die nicht trennende Schutzeinrichtung zum Stillsetzen beweglicher Teile muss mindestens 700 mm über die Position der Sensoren zur Geschwindigkeitsreduzierung hinausragen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.10 Schutzkonzept I

Bei Maschinen mit feststehender horizontaler Werkstückauflage, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung mit einer Geschwindigkeit, die höher als 25 m min^{-1} sein kann, in die Kapslung des Aggregateträgers hinein und aus dieser heraus bewegt (siehe Bild H.10 und Bild H.11), muss der Zugang zu allen Gefahrenstellen des Beladebereichs und des Entladebereichs durch eine der oder eine Kombination der folgenden Maßnahmen verhindert werden:

- a) feststehende trennende Schutzeinrichtungen mit einer Mindesthöhe von 1 800 mm und einem maximalen Abstand vom Boden von 180 mm, die einen Abstand von mindestens 850 mm von jeder Gefahrenstelle aufweisen;
- b) feststehende trennende Schutzeinrichtungen in Kombination mit beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelung. Die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen müssen mit einer Zuhaltung versehen sein, wenn die Zeit bis zum Stillstand der beweglichen Teile größer als 2 s ist;
- c) feststehende trennende Schutzeinrichtungen mit Öffnungen in Kombination mit beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelung, die einen Abstand von mindestens 850 mm von jeder Öffnung zu jeder Gefahrenstelle aufweisen. Die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen müssen mit einer Zuhaltung versehen sein, wenn die Zeit bis zum Stillstand der beweglichen Teile größer als 2 s ist;
- d) ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken, ortsfeste Laserscanner oder druckempfindliche Schalmatten, die sich mindestens 850 mm von jedem Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Aufwickelpunkt aus erstrecken, gemessen in horizontaler Richtung; alternativ kann der Abstand auf 150 mm verringert werden, wenn eine vertikale Lichtschranke (AOPD) mit einer Auflösung von nicht mehr als 40 mm und einem oberen Lichtstrahl in mindestens 1 600 mm Entfernung vom Boden vorgesehen ist; bei der Erkennung einer Person muss ein sicheres Stillsetzen ausgelöst werden; der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen;
- e) eine feststehende trennende Schutzeinrichtung, die vor der Werkstückauflage zum Be-/Entladen (Bild H.10, Legendenpunkt 4) angeordnet ist, einen Abstand von mindestens 850 mm von den Gefahrenstellen bereitstellt, sich bis zur seitlichen Umzäunung (Bild H.10, Legendenpunkt 5) erstreckt, sich vertikal von einer Höhe von maximal 180 mm über dem Boden bis zu 150 mm unterhalb des Niveaus der Werkstückauflage und mindestens 800 mm erstreckt^{N1)}.

Darüber hinaus muss der Zugang zu den Lücken zwischen zwei aufeinander folgenden Be-/Entladebändern/-ketten oder zwischen dem letzten Band/der letzten Kette und der seitlichen Umzäunung, wenn diese Lücken breiter als 200 mm sind, z. B. durch eine der folgenden Maßnahmen verhindert werden:

- 1) eine AOPD mit mindestens einem Strahl, der 800 mm vom Boden und 300 mm von der feststehenden trennenden Schutzeinrichtung nach innen gerichtet ist;

^{N1)} Nationale Fußnote: Satz im Original unverständlich, gemeint ist vermutlich 800 mm über den Boden.

- 2) eine Einrichtung zum Ausfüllen der Lücken, die mit der Oberkante der oben erforderlichen vertikalen feststehenden trennenden Schutzeinrichtung verbunden ist und sich horizontal nach innen über die gesamte Breite der Werkstückauflage oder 850 mm, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, erstreckt, wenn das Niveau der Werkstückauflage mindestens 950 mm vom Boden entfernt ist;
- 3) eine ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtung wie Lichtschranken oder ein ortsfester Laserscanner oder druckempfindliche Schaltmatten, die sich bei horizontaler Montage mindestens 1 m horizontal nach innen erstrecken.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.11 Schutzkonzept J

Bei Bohr-, Fräs- und Sägemaschinen, bei denen das Werkstück nur auf einer Seite bis zu den ersten 100 mm von seiner Kante bearbeitet wird, während der Bearbeitung fixiert ist und eine maximale Dicke von 100 mm hat (siehe Bild H.9), ist der Zugang zu Gefahrenstellen durch die Be-/Entladebereich zu verhindern, indem Spanneinrichtungen und eine von Hand verstellbare Schutzeinrichtung vorgesehen werden, die vor der Öffnung angebracht und in vertikaler Richtung bis zur Werkstückauflage verstellbar ist. Die verstellbare Schutzeinrichtung muss transparent und in mindestens so viele Abschnitte unterteilt sein, wie Arbeitsbereiche zur Verfügung stehen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.2.12 Schutzkonzept K

Durchlaufbohrmaschinen mit Zuführbändern (siehe Bild H.15 und Bild H.16) müssen durch eine der oder irgendeine Kombination dieser Maßnahmen gesichert werden:

- a) feststehende trennende und/oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung ohne Zuhaltung, die sich in der Höhe von maximal 180 mm bis mindestens 1 800 mm über dem Boden erstrecken.

Der horizontale Abstand y von jeder Öffnung zu jedem Werkzeug und zu jedem anderen Gefahrenpunkt muss mindestens betragen:

— $y = 550$ mm, für x bis zu 200 mm;

— $y = 550 + \frac{3}{4}(x - 200)$ mm, für x zwischen 200 mm und 600 mm;

wobei x die Höhe der Öffnung über der Werkstückauflage ist.

Quetsch- und Schergefahren zwischen dem Werkstück und den Öffnungen, die für das Be-/Entladen, die Bearbeitung und/oder das Zuführen des Werkstücks vorgesehen sind, sind ausnahmsweise zu vermeiden durch:

- 1) seitliche feststehende trennende Schutzeinrichtungen, die sich in der Höhe von höchstens 180 mm bis mindestens 1 800 mm über dem Boden erstrecken, in Kombination mit einer massiven (lückenlosen) Werkstückauflage, die beide mindestens bis zu 850 mm aus der Öffnung herausragen, oder

- 2) durch Stillsetzen des Werkstücks bei 30 mm von der Öffnung nach innen. Zum Entladen des Werkstücks ist eine Befehlseinrichtung zum Ingangsetzen außerhalb der Öffnung in Kombination mit einer maschinensicheren Befehlseinrichtung zum normalen Stillsetzen zu anzubringen. Die Vorschubgeschwindigkeit beim Entladen des Werkstücks ist auf 25 m/min zu begrenzen. Der SRP/CS für das automatische Stillsetzen und für das manuelle Ingangsetzen der Werkstückzuführbänder muss $PL_r = b$ erreichen. Der SRP/CS für das Auslösen des sicheren Stillsetzens der Maschine muss $PL_r = c$ erreichen.

Diese Lösung darf auch angewendet werden, wenn zusätzliche Fräs- und/oder Sägeaggregate vorgesehen sind (siehe Bild H.15).

- b) BWS nach 5.5.5 (z. B. Lichtschranke) oder druckempfindliche Schaltmatten nach 5.5.6.1, die mindestens 850 mm von jeder Gefahrenstelle entfernt sind, einschließlich Werkzeug. Diese Lösung darf nicht angewendet werden, wenn zusätzliche Fräs- und/oder Sägeaggregate vorgesehen sind (siehe Bild H.16).

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.3 Maßnahmen gegen den Zugang vom Be-/Entladebereich zur Rückseite der Maschine

Bei Maschinen mit feststehender Werkstückauflage, feststehendem Werkstück während der Bearbeitung und nur einer zugänglichen Seite zum Be- und Entladen und anderen Seiten, die durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen geschützt sind (siehe z. B. Bild H.1, Legendenpunkt 2), ist der Zugang zum hinteren Bereich der Maschine über das Maschinengestell und die Seitenbereiche zwischen diesem und den seitlichen Maschinenumzäunungen bei laufender Maschine wie folgt zu verhindern:

- a) Bei Maschinen ohne Möglichkeit zur Wechselbeschickung durch ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken oder ortsfeste Laserscanner oder druckempfindliche Schaltmatten, die vor den Maschinen angeordnet sind und bis zu den seitlichen Maschinenumzäunungen reichen.
- b) Bei Maschinen mit der Möglichkeit der Wechselbeschickung und bei Maschinen mit nicht ortsfesten nicht trennenden Schutzeinrichtungen wie druckempfindlichen Schaltpuffern (en: bumper), druckempfindlichen Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltflächen und Laserscannern durch eine Kombination von nicht trennenden Schutzeinrichtungen und feststehenden oder verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen, z.B. durch alle unter 1), 2) und 3) geforderten Einrichtungen oder durch die unter 4) geforderten Einrichtungen.

- 1) eine AOPD auf der Rückseite der Werkstückauflage:

- die sich horizontal von der beweglichen Kapselung des Bearbeitungsaggregats zu beiden Seiten hin erstreckt,
- in einer Höhe von 400 ± 100 mm über der Werkstückauflageebene positioniert,
- in einem maximalen horizontalen Abstand von 300 mm von der Hinterkante der Werkstückauflage nach hinten positioniert;

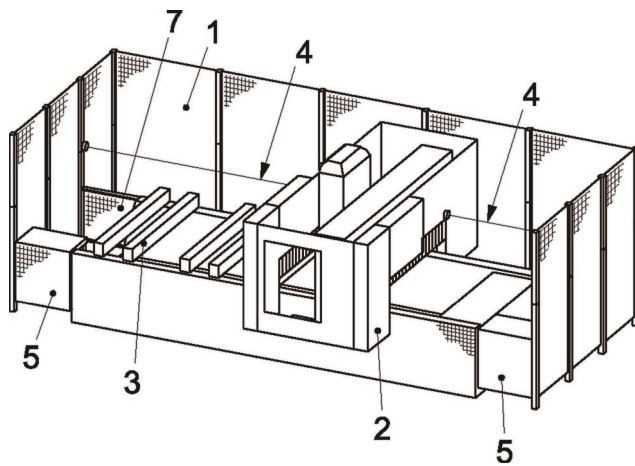
- 2) eine vertikale abweisende Schutzeinrichtung, bestehend aus trennenden Schutzeinrichtungen, die in einer Linie mit der Vorderseite des Maschinengestells angeordnet sind und sich vertikal von einer Höhe von höchstens 180 mm über dem Boden bis zu mindestens 700 mm über dem Boden und in dieser Höhe horizontal nach innen über eine Strecke von mindestens 400 mm erstrecken (siehe Bild H.1, Legendenpunkt 7);

- 3) vertikale abweisende Schutzeinrichtungen, die in einer Reihe mit der AOPD auf der Rückseite der Werkstückauflage angeordnet sind und sich vertikal von einer Höhe von höchstens 180 mm über dem Boden bis zu mindestens 700 mm über dem Boden erstrecken [siehe z. B. Bild 11 a)].

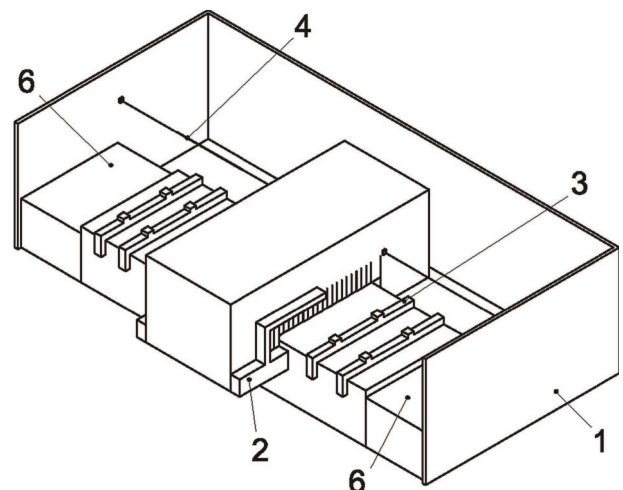
Als Alternative zu den abweisenden Schutzeinrichtungen auf der Rückseite kann eine der folgenden Lösungen gewählt werden:

- i) die unter 2) geforderte horizontale Fläche der abweisenden Schutzeinrichtungen auf der Vorderseite muss bis zur hinteren BWS reichen [siehe z. B. Bild 11 b)];
- ii) eine horizontale BWS in einer Höhe, die nicht höher als die Ebene der Werkstückauflage ist, die sich von der vorderen abweisenden Schutzeinrichtung nach innen bis zu einem Abstand von maximal 300 mm von der AOPD auf der Rückseite der Werkstückauflage erstreckt.

Wenn bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen als abweisende Schutzeinrichtungen vorgesehen sind, um den Zugang zum hinteren Bereich der Maschine zu ermöglichen, ist eine Zuhaltung nicht erforderlich.



a) Maschine mit abweisenden Schutzeinrichtungen an der kurzen Seite



b) Maschine mit erweiterten seitlichen abweisenden Schutzeinrichtungen

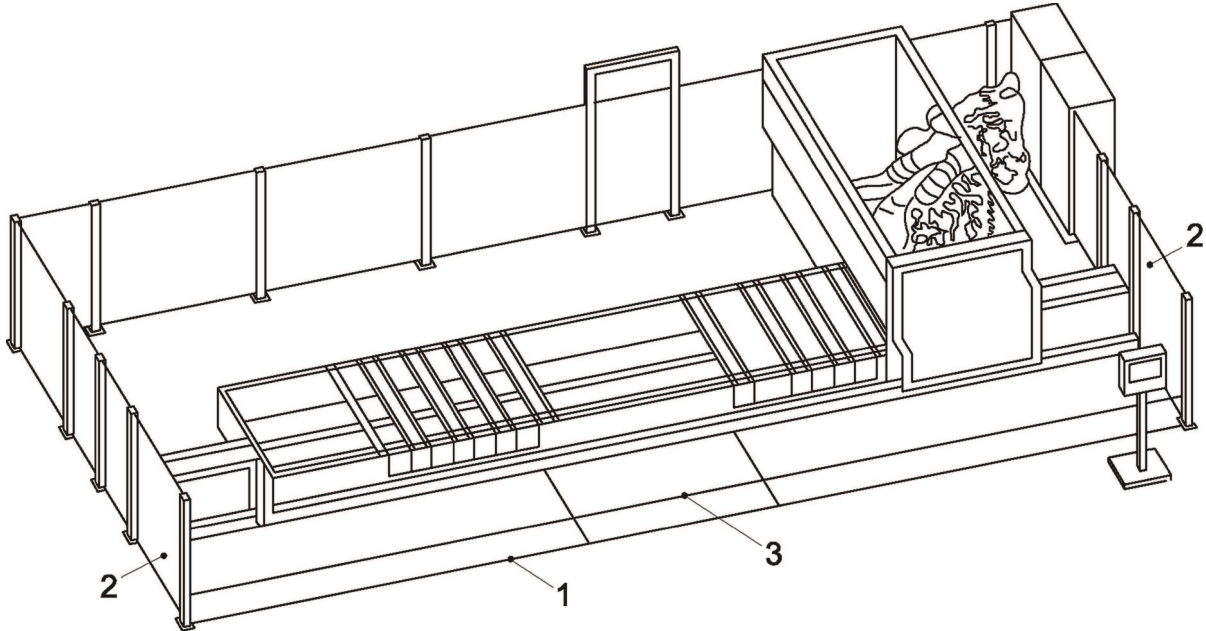
Legende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | feststehende trennende Schutzeinrichtungen | 3 | Traversen / massiver Tisch |
| 2 | Druckempfindliche Schuttpuffer (en: bumper) | 5 | abweisende Schutzeinrichtung auf der Vorderseite |
| 4 | rückseitige AOPD | 7 | abweisende Schutzeinrichtung auf der Rückseite |
| 6 | vordere abweisende Schutzeinrichtung mit erweiterter horizontaler Fläche | | |

Bild 11 — Beispiele für die Absicherung mit AOPD auf der Rückseite

- 4) druckempfindliche Schuttmatten oder horizontale BWS (siehe Bild 12, Legendenpunkt 1), die den Zugang zum Quetsch-, Scher- oder Schneidbereich (geschützter Bereich) in Kombination mit seitlichen feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen mit einer Mindesthöhe von 1 800 mm und einem maximalen Abstand vom Boden von 180 mm (siehe Bild 12, Legendenpunkt 2) und mindestens einem Lichtstrahl erfassen, die in einer Höhe von 300+100 mm vom Boden in einer vertikalen Ebene über der Außenkante der Sicherheitsmatten (siehe Bild 12, Legendenpunkt 3) angeordnet sind. Das Verlassen der druckempfindlichen Schuttmatten oder der waagerechten BWS ohne Auslösen dieses Lichtstrahls innerhalb von 2 s muss ein sicheres Stillsetzen einleiten. Der SRP/CS zur Auslösung des sicheren Stillsetzens muss $PL_r = c$ erreichen. Der Lichtstrahl muss vom Typ 2 nach IEC 61496-2:2013 sein.

Als Alternative zum Lichtstrahl auf der Vorderseite (Bild 12, Legendenpunkt 3) ist eine Bestätigung des Bedieners, dass er den geschützten Bereich verlassen hat, zu geben. Das Verlassen der druckempfindlichen Schalmatten oder der horizontalen BWS ohne diese Bestätigung innerhalb von 2 s muss ein sicheres Stillsetzen einleiten. Die Bestätigung kann durch dieselbe Befehlseinrichtung erfolgen, welche die druckempfindlichen Schalmatten oder die horizontale BWS rückt.



Legende

- 1 ortsfeste nicht trennende Schutzeinrichtung, die den Zugang zum geschützten Bereich erkennt
- 2 seitliche feststehende trennende Schutzeinrichtungen
- 3 Lichtstrahl an der Zugangsseite

Bild 12 — Beispiele für die Absicherung mit AOPD auf der Vorderseite

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Besichtigung der Maschine, Messung, zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.6.4 Mindestabstände am Be-/Entladebereich

Bei Maschinen, bei denen der Be-/Entladebereich seitlich durch feststehende Teile (d. h. feststehende trennende Schutzeinrichtungen oder Wände des Gebäudes) begrenzt ist, muss die Quetschgefahr zwischen der beweglichen Kapselung des Aggregateträgers und diesen feststehenden Teilen an den Seiten des Be-/Entladebereichs vermieden werden, indem die Maschine so dimensioniert wird, dass ein Mindestabstand von 500 mm zwischen den Extrempositionen der beweglichen Kapselung des Aggregateträgers und den seitlichen feststehenden Teilen an der Vorderseite gewährleistet ist (siehe Bild H.1, Maß A).

Ausnahmsweise darf dieser Mindestabstand auf 300 mm verringert werden, wenn druckempfindliche Schaltpuffer oder Schaltleisten vorgesehen sind, um eine Quetschgefahr für den gesamten Körper zu verhindern, d. h. sie bestehen die Prüfung in Anhang G mit den Merkmalen der vorletzten Spalte der Tabelle G.1.

Der oben definierte Mindestabstand ist durch mechanische Endanschläge sicherzustellen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Messungen, Besichtigung der Maschine, zutreffende Funktionsprüfung der Maschine und zutreffende Prüfungen, die in Anhang G beschrieben sind.

5.7 Gefährdung durch Stoß

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.7, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Ausnahme darf bei Maschinen, bei denen alle folgenden Anforderungen erfüllt sind

- a) das Werkstück bewegt sich auf einer massiven (lückenlosen) Werkstückauflage,
- b) das Werkstück ragt nicht über die Werkstückauflage hinaus,
- c) die maximale Werkstückdicke (Abmessung senkrecht zur Werkstückauflage) überschreitet nicht 100 mm,

die maximale Werkstückvorschubgeschwindigkeit erreichen:

- 40 m min⁻¹, wenn das Werkstück während des Vorschubs gespannt wird,
- 60 m min⁻¹, wenn das Werkstück beim Vorschub nur durch Vorschubbänder unterstützt wird.

Als Ausnahme muss der SRP/CS für die Begrenzung der Vorschubgeschwindigkeit des Werkstücks $PL_r = b$ erreichen.

Wenn der Schutz vor Stoßgefahr durch Geschwindigkeitsbegrenzung oder eine Kombination aus Geschwindigkeitsbegrenzung und Schutzeinrichtungen gewährleistet ist, muss die begrenzte Geschwindigkeit entsprechend 5.11 überwacht werden.

5.8 Spanneinrichtungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.8, wird durch den folgenden Text ersetzt.

Wenn kraftbetätigte Spannelemente vorhanden sind, müssen Gefährdungen durch Quetschen durch eine der folgenden Maßnahmen verhindert sein:

- a) eine Zweihandsteuerung des Spannhubs;
- b) eine 2-Stufen-Spannung mit einer während der ersten Stufe am Spannelement anstehenden Spannkraft von höchstens 150 N, die von der vollen Spannkraft gefolgt wird, welche durch eine handbetätigte Befehlseinrichtung ausgelöst wird;
- c) Verringerung des Spaltes zwischen Spannfläche und Werkstück auf 6 mm oder weniger durch eine von Hand betätigte verstellbare Einrichtung in Verbindung mit der Begrenzung des Spannhubs auf höchstens 10 mm;
- d) Sicherung der Spannfläche durch eine an der Spanneinrichtung befestigte trennende Schutzeinrichtung zur Reduzierung des Spaltes zwischen Werkstück und trennender Schutzeinrichtung auf weniger als 6 mm; der Spannteller darf höchstens 6 mm über die Schutzeinrichtung vorstehen
- e) Begrenzung der Schließgeschwindigkeit des Spanners auf 10 mm s⁻¹ oder weniger.

Der SRP/CS zur Verhinderung der unerwarteten Aktivierung der zweiten Stufe der Spannkraft in b) muss $PL_r = b$ erreichen

Der SRP/CS für die Begrenzung der Schließgeschwindigkeit des Spanners in e) muss $PL_r = b$ erreichen.

Wenn pneumatisches oder hydraulisches Spannen vorhanden ist, müssen die Anforderungen von ISO 4414:2010 bzw. ISO 4413:2010 eingehalten sein.

Bei der Wahl kraftbetätigter Spannelemente (Vakuum, Pneumatik oder Hydraulik) gelten die folgenden Anforderungen:

- 1) Vorschub und Spindelantrieb müssen so verriegelt sein, dass Achs- und/oder Spindelbewegungen erst starten und laufen können, nachdem der Spanndruck/das Vakuum zum Spannen anliegt (für diese Verriegelung wird kein PL gefordert);
- 2) in dem Bereich, in dem das Werkstück bearbeitet wird, darf das Aufheben der Spannung bei sich drehender Spindel nur möglich sein, wenn sich der Aggregateträger in seiner Ruhestellung befindet und der mechanische Vorschub stillsteht (für diese Verriegelung wird kein PL gefordert);
- 3) wenn verfahrbare Doppeltische oder gesonderte Aufgabe-/Entnahmebereiche vorhanden sind, gelten die Anforderungen für das Aufheben der Spannung in 2) nur für denjenigen Teil der Maschine, in dem die Bearbeitung abläuft. Das Aufheben der Spannung an dem Tisch, an dem keine Bearbeitung stattfindet, darf nur möglich sein, wenn der entsprechende Tisch zum Stillstand gekommen ist (für diese Verriegelung wird kein PL gefordert);
- 4) bei Vakuumspannung gilt:
 - i) der Vakuumsensor muss einstellbar sein und so nah wie möglich an der Werkstückauflage angebracht werden;
 - ii) wenn ein Vakuumverlust festgestellt wird (d.h. der gewählte Vakuumwert ist nicht mehr sichergestellt), muss ein sicherer Stopp eingeleitet werden; der SRP/CS zur Einleitung eines sicheren Stopps bei Feststellung eines Vakuumverlusts muss PL = b erreichen.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.9 Maßnahmen gegen Herausschleudern

5.9.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.9.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Eine für diese Maschine spezifische Einrichtung zur Minimierung des Risikos durch Herausschleudern sind Vorhänge nach 5.9.3.

Das direkte Herausschleudern von Teilen der Werkzeuge und/oder der Werkstücke in jeder Richtung muss durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen mit einer Höhe von höchstens 180 mm bis mindestens 1 800 mm über dem Boden verhindert werden.

Ausnahmsweise darf bei Maschinen mit ortsfesten nicht trennenden Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken, stationären Laserscannern oder druckempfindlichen Schalmatten die obere Höhe der feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen weniger als 1 800 mm betragen, wenn alle möglichen Flugbahnen der ausgeworfenen Teile in dem von diesen Schutzeinrichtungen erzeugten Abstand über 1 800 mm hinausgehen.

Als Ausnahme bei Maschinen, bei denen die Kapselung des Aggregateträgers über eine feste Basis mit Traversen bewegt wird (siehe Bilder H.1, H.2, H.12 und H.13):

- direktes Herausschleudern durch den Raum zwischen den Traversen muss durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen mindestens in der Richtung senkrecht zur Vorschubbewegung der Kapselung des Aggregateträgers verhindert werden;
- Herausschleudern in Richtung der Vorschubbewegung der Kapselung des Aggregateträgers gilt als akzeptables Restrisiko.

Als Ausnahme bei Maschinen mit verfahrbaren Tischen (siehe Bilder H.3, H.4) muss das direkte Herausschleudern unter den Vorhängen hindurch durch feststehende oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung verhindert werden, die um den Bereich der verfahrbaren Tische vor der Maschine herum angebracht sind und sich von maximal 180 mm über dem Boden bis zur Unterkante der Vorhänge erstrecken. Siehe z. B. Bild H.3, Legendenpunkt 3.

Wenn feststehende trennende Schutzeinrichtungen Öffnungen für das Be-/Entladen, die Bearbeitung und/oder Zuführung von Werkstücken benötigen, müssen diese Öffnungen durch Vorhänge entsprechend 5.9.3 gesichert werden.

Die Vorhänge dürfen während des Betriebs hochgezogen werden, wenn:

- a) nur Bohraggregate, Kantenanleimaggregate, Montageaggregate oder Dübeleintreibaggregate verwendet werden; und
- b) die Drehung aller anderen Spindeln oder Aggregate verhindert wird, sobald die Vorhänge die Schutzposition verlassen haben.

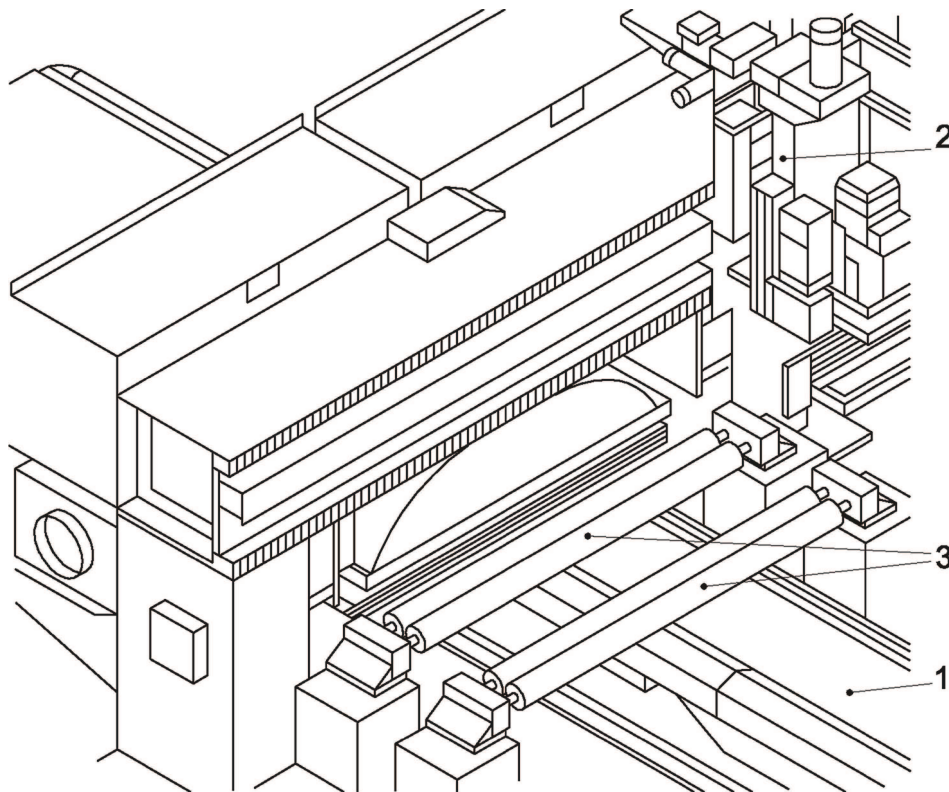
Der SRP/CS für die Verriegelung anderer als der unter a) aufgeführten Spindeln oder Aggregate mit der Schutzstellung der Vorhänge muss $PL_r = c$ erreichen.

Vorhänge sind ausnahmsweise nicht erforderlich:

- 1) bei Bohrmaschinen, die ausschließlich für den Einsatz von Bohrwerkzeugen ausgelegt sind, auch wenn sie mit Kantenanleimaggregaten, Montageaggregaten oder Dübeleintreibaggregaten ausgerüstet sind;
- 2) wenn ein direktes Herausschleudern von Fräswerkzeugen und Sägeblättern oder deren Teilen durch die Öffnung zum Be- und Entladen des Werkstücks ausgeschlossen werden kann, d. h. wenn die Drehachse dieser Werkzeuge senkrecht zur Ebene der Öffnung steht;
- 3) an Fräsmaschinen und kombinierten Fräs- und Bohrmaschinen, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:
 - zusammengesetzte Fräswerkzeuge nach EN 847-1:2017 sind nicht zulässig - siehe 7.3.2, a) 4);
 - der maximal zulässige Durchmesser des Fräswerkzeugs beträgt nicht mehr als 60 mm, bzw. 125 mm, wenn die Schnittbreite nicht mehr als 10 mm beträgt;
 - die Breite der Öffnungen zum Be- und Entladen von Werkstücken überschreitet an keiner Stelle 100 mm;
 - der maximal zulässige Durchmesser des Sägeblattes beträgt nicht mehr als 125 mm.

Als Ausnahme sind Vorhänge und feststehende trennende Schutzeinrichtungen nicht erforderlich, um das Herausschleudern bei Oberfräsmaschinen und kombinierten Oberfräs- und Bohrmaschinen zu verhindern, die mit einem Rollen-Niederhaltesystem zum Einspannen des Werkstücks ausgestattet sind, wenn der maximal zulässige Durchmesser des Werkzeugs 16 mm nicht überschreitet. Siehe Bild 13.

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen und/oder Schaltpläne, Messungen, Besichtigung der Maschine und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.



Legende

- 1 Werkstückauflage
- 2 Aggregateträger
- 3 Rollen-Niederhaltesystem

Bild 13 — Rollen-Niederhaltesystem für Fräsmaschinen und kombinierte Fräs-/Bohrmaschinen mit einem Werkzeugdurchmesser von höchstens 16 mm

5.9.2 Trennende Schutzeinrichtungen: Werkstoffe und Eigenschaften

5.9.2.1 Trennende Schutzeinrichtungen: Wahl der Klasse

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.9.2.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Bei Maschinen, die für den Einsatz von Fräswerkzeugen oder Sägeblättern konstruiert sind, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen, die das Herausschleudern verhindern, der Klasse A entsprechen. In Ausnahmefällen müssen trennende Schutzeinrichtungen, die nur das Herausschleudern aus Sägeblättern verhindern, der Klasse B entsprechen.

5.9.2.2 Trennende Schutzeinrichtungen der Klasse A

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.9.2.2, trifft zu.

5.9.2.3 Trennende Schutzeinrichtungen der Klasse B

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.9.2.3, trifft zu.

5.9.3 Vorhänge

Unterabschnitt spezifisch für dieses Dokument.

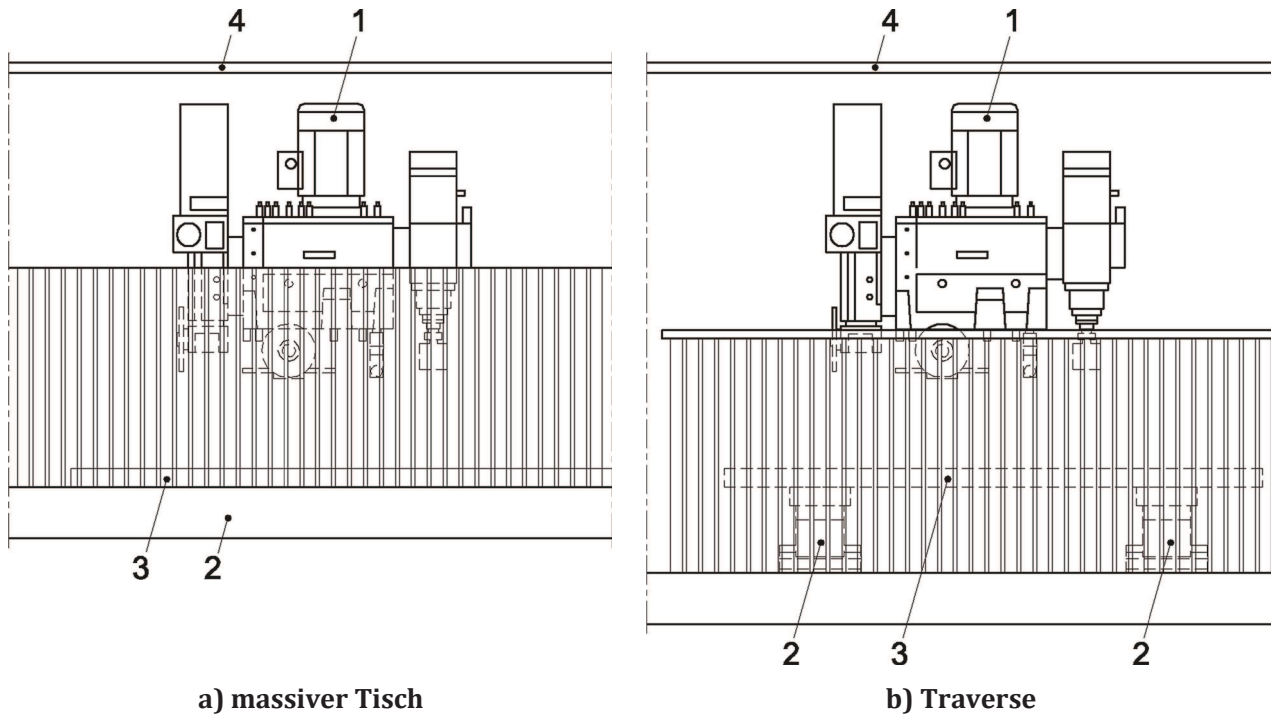
Öffnungen in der durch Vorhänge geschützten Kapselung sind so klein wie möglich zu halten.

In Ausnahmefällen dürfen sich bei Maschinen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs zum Be- und Entladen durch die bestimmungsgemäße Verwendung vorgesehen ist (siehe Bilder H.12, H.13), die Vorhänge auf die gesamten Seiten der Kapselung des Aggregateträgers erstrecken, die senkrecht zur Vorschubbewegung der Maschinenkopfverkleidung stehen.

Die Höhe (Abstand x in Bild 7) der Öffnung, gemessen von der Aufspannfläche des Werkstücks bis zur Unterkante der Kapselung, darf 600 mm nicht überschreiten.

Für die Vorhänge gelten die folgenden Anforderungen:

- a) das freie Ende des Vorhangs muss sich über seine gesamte Länge bis zur untersten Fläche erstrecken, auf der das Werkstück gespannt werden kann, bzw. bei Maschinen mit verfahrbarem Tisch oder Doppeltisch bis zur Oberseite der Traversen (siehe z. B. Bild 14); außerdem müssen bei Maschinen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs zum Be- und Entladen durch die bestimmungsgemäße Verwendung vorgesehen ist (siehe Bilder H.12, H.13), die seitlich an der Werkstückauflage befindlichen Teile des Vorhangs bis zum Boden reichen, und ihre Höhe darf 600 mm nicht überschreiten;
- b) der Vorhang ist so anzuordnen, dass er bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht mit einem Werkzeug in Berührung kommen kann, das in die Maschine eingebaut werden kann;
- c) der Vorhang besteht aus mindestens sechs Lagen von Streifen: die Streifen dürfen höchstens 80 mm breit sein. Die Lagen müssen sich abwechselnd auf der Hälfte der Breite der Streifen überlappen;
- d) der Vorhang muss die in Anhang I festgelegte Aufprallprüfung bestehen;
- e) der Vorhang muss die in Anhang J festgelegte Verschleißprüfung bestehen.



Legende

- 1 Aggregateträger
- 2 Werkstückauflage
- 3 Werkstück
- 4 Kapselung des Aggregateträgers

Bild 14 — Beispiele für Vorhänge an Maschinen mit verfahrbaren Tischen

Prüfung: Durch Kontrolle der entsprechenden Zeichnungen, Besichtigung der Maschine, Messung, zutreffende Prüfungen, die in Anhang I und Anhang J beschrieben sind, und zutreffende Funktionsprüfung der Maschine.

5.10 Werkstückauflage und Werkstückführungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 5.10, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Beispiele für Werkstückauflagen sind:

- massive Tische [siehe Bild 7 a), Legendenpunkt 2];
- Traversen [siehe Bild 7 b), Legendenpunkt 2];
- Zuführrollen oder Rolлтische;
- Zuführbänder.

6 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen zum Schutz vor sonstigen Gefährdungen

6.1 Feuer

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.1, trifft zu.

6.2 Lärm

6.2.1 Lärminderung bei der Konstruktion

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.2.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Andere wesentliche Lärmquellen sind

- a) die Achsantriebe, und
- b) die Spanneinrichtung, d. h. alle der folgenden Spannsysteme:
 - 1) das Vakuumsystem einschließlich Vakuumpumpe;
 - 2) das Pneumatiksystem;
 - 3) das Hydrauliksystem.

6.2.2 Messung der Lärmemission

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.2.2, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Die Betriebsbedingungen für die Messung der Lärmemission müssen dem Anhang F entsprechen.

6.3 Emission von Spänen und Staub

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.3, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Es müssen Maßnahmen vorhanden sein, um die Effizienz der Führung der Späne und des Staubs zur Öffnung der Fangeinrichtung zu verbessern, z. B. ein am Werkzeug montierter Deflektor oder um den Aggregateträger herum montierte Bürsten

6.4 Elektrizität

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.4, trifft zu.

6.5 Ergonomie und Handhabung

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.5, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Die Höhe der Werkstückauflagefläche sollte zwischen 750 mm und 900 mm oberhalb des Bodens liegen. Aufgrund der Größe der Werkstücke kann es zu Abweichungen von diesen Maßen kommen.

6.6 Beleuchtung

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.6, trifft zu.

6.7 Pneumatik

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.7, trifft zu.

6.8 Hydraulik

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.8, trifft zu.

6.9 Elektromagnetische Verträglichkeit

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.9, trifft zu.

6.10 Laser

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.10, trifft zu.

6.11 Statische Elektrizität

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.11, trifft zu.

6.12 Fehlerhafte Montage

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.12, trifft zu.

6.13 Netztrennung

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.13, trifft zu.

6.14 Instandhaltung

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.14, trifft zu.

6.15 Zutreffende, aber nicht signifikante Gefährdungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 6.15, trifft zu.

7 Benutzerinformation

7.1 Warneinrichtungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 7.1, trifft zu mit den folgenden Ergänzungen.

Ein akustisches oder optisches Warnsignal (z. B. gelbes Licht) für das bevorstehende Ingangsetzen von Maschinen, die mit einer Zugangstür zur Maschinenkapselung ausgestattet sind, muss vorgesehen werden, wenn die Bedienungsperson vom Bedienungsstand keine vollständige Sicht auf den Bearbeitungsraum haben kann; siehe 5.6.1 a). Optische Warneinrichtungen müssen aus dem durch die Zugangstür zugänglichen Bereich deutlich sichtbar sein.

7.2 Kennzeichnung

7.2.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 7.2.1, trifft zu.

7.2.2 Zusätzliche Kennzeichnungen

ISO/DIS 19085-1:2020, 7.2.2, wird durch den folgenden Text ersetzt.

An der Maschine ist ein Etikett mit einem Piktogramm anzubringen, das aussagt, dass die in der Betriebsanleitung enthaltenen Nutzungshinweise zu lesen sind.

7.3 Betriebsanleitung

7.3.1 Allgemeines

ISO/DIS 19085-1:2020, 7.3.1, trifft zu.

7.3.2 Zusätzliche Hinweise

ISO/DIS 19085-1:2020, 7.3.2, wird durch den folgenden Text ersetzt.

Die folgenden zusätzlichen Informationen müssen in der Betriebsanleitung enthalten sein:

- a) die Anweisungen für die sichere Verwendung müssen ebenfalls enthalten:
 - 1) die richtige Auswahl der Fräswerkzeuge für jeden Arbeitsgang, was Vorsichtsmaßnahmen während der Bearbeitung einschließt, wie
 - i) den Bereich der Fräswerkzeugdurchmesser und -längen, die für die Maschine geeignet sind, und
 - ii) dass nur Fräswerkzeuge mit einem Schnittdurchmesser von weniger als 16 mm oder Fräswerkzeuge mit einem Flugkreisdurchmesser von mehr als 16 mm und/oder Sägeblätter, die beide in Übereinstimmung mit EN 847-1:2017 und EN 847-2:2017 hergestellt wurden, verwendet werden dürfen;
 - 2) Informationen über die Anforderungen an andere Werkzeuge, z. B. Bohrwerkzeuge, Schleifscheiben usw., die auf der Maschine eingesetzt werden können;
 - 3) Hinweis, dass die Einzugskraft von Spindeln mit HSK-Spannsystemen periodisch durch vom Hersteller autorisiertes Personal unter Angabe der Intervalle überprüft werden muss;
 - 4) falls zutreffend (siehe 5.9.1), Information, keine zusammengesetzte Fräswerkzeuge nach EN 847-1:2017 zu verwenden;
- b) die Warnungen über Restrisiken müssen auch enthalten:
 - 1) Empfehlung, dass der Verschnitt und Teile des Werkstücks vor dem Lösen entweder eingespannt werden, z. B. durch mechanisches Einspannen, oder vollständig zerspannt werden (durch ein geeignetes Schnittprogramm, einschließlich des geeigneten Einsatzes von Werkzeugen), um die Gefahr des Herausschleuderns zu vermeiden;
 - 2) Erinnerung daran, keine Späne zu entfernen, während das Werkzeug läuft und der Aggregateträger nicht in der Ruheposition ist;
 - 3) Mahnung, Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen, um das Risiko des Erzeugens von Zündquellen zu verringern;
 - 4) ggf. Hinweis auf das Restrisiko, dass Teile durch den Raum zwischen den Traversen seitlich herausgeschleudert werden;
 - 5) auf Maschinen mit fester Werkstückauflage, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung in die Kapselung des Aggregateträgers hinein und heraus bewegt (siehe Bilder H.6 und H.7) und sich nicht ständig vollständig gegen seine Auflage lehnt, Warnung vor Schergefahr mit der Vorderkante der Öffnung bei der Bearbeitung von Werkstücken mit Ausschnitten, z. B. Fensterrahmen, Bohrungen mit Durchmesser ≥ 8 mm, und/oder nicht rechteckiger Form.
 - 6) an Maschinen, bei denen das Betreten des Arbeitsbereichs zum Be-/Entladen durch die bestimmungsgemäße Verwendung vorgesehen ist (siehe Bilder H.12, H.13, H.14) Warnungen vor Restrisiken durch Betreten des Arbeitsbereichs, Treten oder Lehen auf die Werkstückauflage und Herunterfallen vom Tisch.

- c) Anweisungen über die Prüfung von nicht trennenden Schutzeinrichtungen, Methode und Häufigkeit müssen ebenfalls enthalten:
 - 1) Wartung der Vorhänge durch Überprüfung der Abwesenheit von Schäden (mindestens jeden Monat);
 - 2) kraftbetätigtes Spannen durch Funktionstest;
- d) Anweisungen für das Einrichten der Maschine und Vorsichtsmaßnahmen während der Einrichtung:
 - 1) Anweisungen für die Montage, Einstellung und Verwendung der Spanneinrichtung;
 - 2) Methode zum Einstellen von Druckeinrichtungen und die Methode zur Befestigung von Hilfsmitteln;
 - 3) Methode zur Auswahl der Spindeldrehzahl unter Berücksichtigung der auszuführenden Arbeit und des verwendeten Werkzeugs; wichtig ist das Verhältnis zwischen dem Werkzeugdurchmesser, der Schnittlänge und der maximalen Drehzahl der Spindel; Beispiele können für die gebräuchlichsten Schnittlängen gegeben werden;
 - 4) Anleitung zur Einstellung und Anwendung der in 5.6.2.11 vorgeschriebenen technischen Schutzmaßnahmen;
- e) Hinweis, dass bei Maschinen, die mit hydrostatischen Werkzeugbefestigungseinrichtungen ausgerüstet sind, nur Werkzeugbefestigungseinrichtungen mit zusätzlicher mechanischer Einrichtung zum Schutz gegen ein Lösen des Werkzeugs im Falle einer Leckage im hydrostatischen System verwendet werden dürfen.

Prüfung: Durch Kontrolle der Angaben in der Betriebsanleitung und in den zutreffenden Zeichnungen.

Anhang A (informativ)

Liste der signifikanten Gefährdungen

Dieser Abschnitt enthält alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, (siehe ISO 12100:2010), die nach dem Verfahren zur Risikobeurteilung als signifikant für diejenigen Maschinen, welche im Anwendungsbereich festgelegt sind, festgestellt wurden, und für die Maßnahmen zur Beseitigung oder Reduzierung des Risikos erforderlich sind. Dieses Dokument behandelt diese signifikanten Gefährdungen durch Festlegung von Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen oder durch Verweisung auf zutreffende Normen. Diese Gefährdungen sind in Tabelle A.1 aufgeführt.

Tabelle A.1 — Liste der signifikanten Gefährdungen

Nr.	Gefährdungen, Gefahrensituationen und gefährliche Ereignisse	ISO 12100:2010	Zutreffende Abschnitte in diesem Dokument
1	Mechanische Gefahren im Zusammenhang mit Maschinenteilen oder Werkstücken aufgrund von:		
	a) Form	6.2.2.1, 6.2.2.2, 6.3	5.5, 5.6, 5.8, 6.5
	b) relative Anordnung		5.5, 5.6
	c) Masse und Standfestigkeit (potentielle Energie von Elementen, die sich unter der Wirkung der Schwerkraft bewegen können)		5.1, 5.3, 6.5, 6.14
	d) Masse und Geschwindigkeit (kinetische Energie von Elementen in unkontrollierter oder unkontrollierter Bewegung)		4.7, 5.5, 5.6, 5.8
	e) unzureichende mechanische Festigkeit		5.9, Anhänge C, E, G, I, J
	- Ansammlung von Energie innerhalb der Maschine, verursacht durch:		
	f) Flüssigkeiten oder Gase unter Druck, oder	6.2.10, 6.3.5.4	6.7, 6.8
	g) Vakuum		5.8
	1.1	Gefährdung durch Quetschen	—
1.2	Gefährdung durch Scheren	5.6, 7.3	
1.3	Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden	5.6, 7.3	
1.4	Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln	5.6	
1.5	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen	5.6	
1.6	Gefährdung durch Stoßen	5.7	
1.7	Gefahr durch Durchstich oder Einstich	5.6	
1.8	Gefahr durch Reibung oder Abrieb	5.6	
1.9	Gefahr durch Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck	6.2.10	6.8

Nr.	Gefährdungen, Gefahrensituationen und gefährliche Ereignisse	ISO 12100:2010	Zutreffende Abschnitte in diesem Dokument
2	Elektrische Gefährdungen		
2.1	Direkte Berührung von Personen mit von unter Spannung stehenden Teilen	6.2.9, 6.3.5.4	6.4
2.2	Berührung von Personen mit Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	6.2.9	6.4
4	Gefährdungen durch Lärm, mit der Folge von:		
4.1	Gehörverlust (Taubheit), anderen physiologischen Beeinträchtigungen (Gleichgewichtsverlust, Nachlassen der Aufmerksamkeit)	6.2.2.2, 6.3	6.2
4.2	Störung der Sprachkommunikation, Störung akustischer Signale		6.2
6	Gefährdungen durch Strahlung		
6.1	Niederfrequente Strahlung, Radiostrahlung, Mikrowellen	—	6.9
6.5	Laser	6.3.4.5	6.10
7	Gefährdungen durch Werkstoffe und andere Stoffe (und durch ihre Bestandteile), die von Maschinen verarbeitet oder verwendet werden:		
7.1	Gefährdungen durch Kontakt mit oder Einatmung von gefährlichen Flüssigkeiten und Stäuben	6.2.3, 6.2.4	6.3
7.2	Gefährdung durch Feuer	6.2.4	6.1, 6.11
8	Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung der Maschine:		
8.1	Ungesunde Körperhaltungen oder besondere Anstrengung	6.2.7, 6.2.8, 6.2.11.12, 6.3.5.5, 6.3.5.6	4.2, 6.5
8.2	Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein	6.2.8	6.5
8.4	Örtliche Beleuchtung	6.2.8.6	6.6, 7.3
8.5	Mentale Überlast oder Unterforderung, Stress	6.2.8.5	6.5
8.6	Menschliches Fehlverhalten, menschliches Verhalten	6.2.8.1, 6.2.11.8, 6.2.11.10, 6.3.5.2, 6.4	6.12, 7.3
8.7	Konstruktion, Platzierung oder Kenntlichmachung von handbetätigten Stellteilen	6.2.8.7, 6.2.11.8	4.2, 7.3
8.8	Konstruktion oder Design von Sichtanzeigen	6.2.8, 6.4.2	4.2
9	Kombination von Gefährdungen	6.3.2.1	4.2
10	unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen (oder jede vergleichbare Fehlfunktion) durch		
10.1	Ausfall/Störung des Steuerungssystems	6.2.11, 6.3.5.4	4.1, 4.8
10.2	Wiederherstellung der Energiezuführung nach einer Unterbrechung	6.2.11.4	4.8
10.3	Äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel	6.2.11.11	4.1, 6.9
10.5	Softwarefehler	6.2.11.7	4.1
11	Fehlende Möglichkeit, die Maschine unter optimalen Bedingungen still zu setzen	6.2.11.1, 6.3.5.2, 6.2.11.3	4.1