

DIN EN ISO 13855



ICS 13.110

Entwurf

Einsprüche bis 2022-05-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 13855:2010-10

**Sicherheit von Maschinen –
Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherung des
menschlichen Körpers (ISO/DIS 13855:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13855:2022**

Safety of machinery –
Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body
(ISO/DIS 13855:2022);
German and English version prEN ISO 13855:2022

Sécurité des machines –
Positionnement des moyens de protection par rapport aux parties du corps
(ISO/DIS 13855:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 13855:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-11 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 nasg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 203 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13855:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 095-01-04 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NASG/NAM/DKE: Schutzeinrichtungen, Sicherheitsmaßnahmen und Verriegelungen“ im DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG).

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.

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

ISO 12100:2010	siehe	DIN EN ISO 12100:2011-03
ISO 13854:2017	siehe	DIN EN ISO 13854:2020-01
ISO 13857:2019	siehe	DIN EN ISO 13857:2020-04
ISO 13849-1	siehe	DIN EN ISO 13849-1
ISO 13849-2	siehe	DIN EN ISO 13849-2
ISO 13851	siehe	DIN EN ISO 13851
ISO 13854	siehe	DIN EN ISO 13854
ISO 13856-1	siehe	DIN EN ISO 13856-1
ISO 13856-2	siehe	DIN EN ISO 13856-2
ISO 13856-3	siehe	DIN EN ISO 13856-3
ISO 14119	siehe	DIN EN ISO 14119
ISO 14120	siehe	DIN EN ISO 14120
IEC 61496-2	siehe	DIN CLC/TS 61496-2*
IEC 61496-3	siehe	DIN CLC/TS 61496-3*
IEC 62061	siehe	DIN EN 62061*

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

* Norm ist zurückgezogen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13855:2010-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument redaktionell überarbeitet;
- b) Bilder überarbeitet;
- c) Berechnungsgrundlagen und Formeln überprüft;
- d) Anhang mit Übersicht der verwendeten physikalischen Größen angefügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CLC/TS 61496-2, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten*

DIN CLC/TS 61496-3, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR)*

DIN EN 62061, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme*

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

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

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

DIN EN ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

DIN EN ISO 13849-2, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung*

DIN EN ISO 13851, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze*

DIN EN ISO 13854, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen*

DIN EN ISO 13856-1, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten*

DIN EN ISO 13856-2, *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen*

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

DIN EN ISO 14119, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

DIN EN ISO 14120, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

<i>Titel de:</i>	Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherung des menschlichen Körpers (ISO/DIS 13855:2022)
<i>Titel en:</i>	Safety of machinery — Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body (ISO/DIS 13855:2022)
<i>Titel fr:</i>	Sécurité des machines — Positionnement des moyens de protection par rapport aux parties du corps (ISO/DIS 13855:2022)

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	7
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG	8
Vorwort	12
Einleitung	13
1 Anwendungsbereich	15
2 Normative Verweisungen	16
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	16
3.1 Begriffe	16
3.2 Symbole und Abkürzungen	20
3.2.1 Symbole	20
3.2.2 Abkürzungen	20
4 Methodik	21
4.1 Allgemeines	21
4.1.1 Allgemeines	21
4.1.2 Statische und dynamische Sicherheitsabstände	24
4.1.3 Bezugsebenen	24
4.2 Annahmen	26
4.3 Betrachtung des Ganzkörperzugangs	27
4.3.1 Allgemeines	27
4.3.2 Durch physische Hindernisse definierte Öffnungen	28
4.3.3 Maße innerhalb des geschützten Bereiches, in dem Personen unerkant bleiben können	28
4.3.4 Spezifische Anforderungen an die BWS	30
4.4 Reichweite zu sicherheitsbezogenen Handsteuergeräten	31
4.5 Spezifisches Verfahren mit BWS	32
4.6 Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung	32
5 Berechnung des Sicherheitsabstandes	33
5.1 Allgemeines	33
5.2 Sicherheitsabstand S	33
5.3 Annäherungsgeschwindigkeit K	34
5.3.1 Annäherungsgeschwindigkeit des menschlichen Körpers	34
5.3.2 Annäherungsgeschwindigkeit von ortsveränderlichen Maschinen	35
5.4 Reaktionszeit des Gesamtsystems T	35
5.5 Reichweitefaktoren in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung D_{DS}	37
5.5.1 Allgemeines	37
5.5.2 Reichweiten in Anwendungen, die eine Sicherheitsfunktion auslösen	37
5.5.3 Reichweiten in Anwendungen, die keine Sicherheitsfunktion auslösen	37
5.6 Zusätzliche Entfernungsfaktoren	38
6 Dynamischer Sicherheitsabstand	39
6.1 Allgemeines	39
6.2 Dynamischer Sicherheitsabstand bei Annäherung einer Person aus unbekannter Richtung	39
6.3 Dynamischer Sicherheitsabstand bei Annäherung einer Person aus bekannter Richtung	40

7	Betrachtung der Annäherungsrichtung an ein Schutzfeld.....	42
8	Orthogonale Annäherung an ein Schutzfeld.....	43
8.1	Bestimmung der Reichweite bei orthogonaler Annäherung an ein Schutzfeld	43
8.2	Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld.....	45
8.2.1	Allgemeines	45
8.2.2	Vertikale Schutzfelder ohne schützende Zusatzkonstruktionen	46
8.2.3	Vertikale Schutzfelder mit schützenden Zusatzkonstruktionen	48
8.3	Hindurchreichen durch ein vertikales Schutzfeld	49
8.3.1	Allgemeines	49
8.3.2	Hindurchreichen durch ein Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von $d_e \leq 20$ mm	50
8.3.3	Hindurchreichen durch ein Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von $20\text{ mm} < d_e \leq 55$ mm	51
8.3.4	Hindurchreichen durch ein Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von $55\text{ mm} < d_e \leq 120$ mm	52
8.3.5	Mehrere Einzelstrahlen	53
8.3.6	Indirekte Annäherung — Durch Hindernisse eingeschränkter Weg	54
8.4	Unter einem vertikalen Schutzfeld hindurchreichen	56
8.4.1	Allgemeines	56
8.4.2	Durchreichen unter einem vertikalen Schutzfeld bei $(d_e + H_{db}) \leq 20$ mm	57
8.4.3	Durchreichen unter einem vertikalen Schutzfeld, dessen Unterkante sich in einer Höhe von $20\text{ mm} < (d_e + H_{DB}) \leq 40$ mm befindet.....	58
8.4.4	Durchreichen unter einem vertikalen Schutzfeld, dessen Unterkante sich in einer Höhe von $40\text{ mm} < d_e + H_{DB}$ und $H_{DB} \leq 300$ mm befindet.....	58
8.4.5	Durchreichen unter einem vertikalen Schutzfeld mit schützenden Zusatzkonstruktionen.....	59
8.5	Wiederingangsetzen von Maschinen durch aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen mit Steuerungsfunktion	60
9	Parallele Annäherung an ein Schutzfeld.....	61
9.1	Allgemeines	61
9.2	Höhe eines Schutzfeldes bei paralleler Annäherung	61
9.3	Hinüberreichen über ein Schutzfeld bei paralleler Annäherung	63
9.4	Tiefe eines Schutzfeldes bei paralleler Annäherung.....	63
9.5	Abstand von der Kante des Schutzfeldes zum nächstgelegenen Hindernis.....	64
10	Zweihandschaltungen.....	65
10.1	Zweihandschaltungen ohne Abdeckung	65
10.2	Zweihandschaltungen mit Abdeckung	66
11	Einfach betätigte Steuerungseinrichtungen.....	66
11.1	Einfach handbetätigte Steuerungseinrichtungen.....	66
11.2	Einfach fußbetätigte Steuerungseinrichtungen.....	67
12	Verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen.....	68
12.1	Allgemeines	68
12.2	Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung.....	69
12.2.1	Allgemeines	69
12.2.2	Berechnung der Öffnungsweite e für eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung mit durch Kurvenscheibe betätigtem Positionsschalter	71
12.3	Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung.....	73
13	Schaltmatten/Schaltpuffer.....	73
13.1	Allgemeines	73
13.2	Auswahl des Einrichtungsprofils bei quasi-statischem Kontakt	75
13.3	Auswahl des Einrichtungsprofils bei transientem Kontakt.....	75
	Anhang A (informativ) Erreichen der vorgesehenen Risikominderung.....	80

Anhang B (informativ) Messung und Berechnung der Leistungsfähigkeit des Systems zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung	82
B.1 Allgemeines	82
B.2 Prüfbedingungen der Maschine	82
B.3 Prüfintervall und Messverfahren	83
B.4 Fehlerzustände	83
B.5 Berechnung der Reaktionszeit des Gesamtsystems T bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung	84
B.6 Beispiel für die Auswertung einer Messung — Berechnung der Standardabweichung	84
Anhang C (normativ) Systeme mit Einzelstrahl und mit mehreren Einzelstrahlen — Anzahl der Strahlen und ihre Höhe über der Bezugsebene	86
Anhang D (normativ) Lieferanteninformationen hinsichtlich Zeit und Abstand bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung	88
Anhang E (informativ) Erläuterung der Variablen zur Bestimmung des Sicherheitsabstandes für Schutzeinrichtungen	90
E.1 Variablen in Abschnitt 4	90
E.2 Variablen in Abschnitt 5	91
E.3 Variablen in Abschnitt 6	92
E.4 Variablen in Abschnitt 7	94
E.5 Variablen in Abschnitt 8	94
E.6 Variablen in Abschnitt 9	95
E.7 Variablen in Abschnitt 12	96
E.8 Variablen in Abschnitt 13	96
E.9 Variablen in Anhang F	97
Anhang F (informativ) Zeitfaktoren der Reaktionszeit des Gesamtsystems bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung	98
F.1 Allgemeines	98
F.2 Elemente der Reaktionszeit des Gesamtsystems T	98
F.2.1 Reaktionszeit des Eingangs t_i	98
F.2.2 Reaktionszeit der SRP/CS- oder SCS-Logik t_L	99
F.2.3 Reaktionszeit des SRP/CS- oder SCS-Ausgangs t_o	99
F.2.4 Reaktionszeit der Maschine t_M	99
F.2.5 Zeit in Zusammenhang mit dem Toleranzfaktor für die Maschine t_F	100
F.3 Verwendung von Geräten zur Messung der Reaktionszeit des Gesamtsystems	100
F.4 Anwendung der Reaktionszeit des Gesamtsystems auf verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung	100
Anhang G Erläuterung der in der Norm angewendeten Gleichungen und Werte	101
G.1 Bezugsebenen (4.3.1)	101
G.2 Durch physische Hindernisse definierte Öffnungen (4.3.2)	101
G.2.1 Wert für quadratische oder runde Öffnungen mit $e > 240$ mm	101
G.2.2 Werte für rechteckige Öffnungen mit $h > 180$ mm und $w > 300$ mm	101
G.2.3 Werte für rechteckige Öffnungen mit $h > 800$ mm und $w > 180$ mm	101
G.3 Beindurchmesser im Verhältnis zur Höhe (4.3.3.2, 4.3.3.3, 9.2, 9.5)	102
G.3.1 Allgemeine Gleichung (4.3.3.2, 4.3.3.3, 9.2, 9.5)	102
G.3.2 Lücke zwischen dem BWS-Erfassungsbereich und einem physischen Hindernis (4.3.3.2)	102
G.3.3 Lücke zwischen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und einem physischen Hindernis (4.3.3.3)	103
G.4 Tiefe der Bereiche in Höhen über 1 000 mm, in denen Personen unerkannt bleiben können (4.3.3.2, 4.3.3.3)	103
G.4.1 Lücke zwischen dem BWS-Erfassungsbereich und dem nächstgelegenen physischen Hindernis	103
G.4.2 Lücke zwischen der verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und dem nächstgelegenen physischen Hindernis	103

G.5	Reichweite D_{DT} beim Hindurchreichen durch Erfassungsbereiche mit den oberen Gliedmaßen (8.3).....	103
G.5.1	Reichweite bei einem effektiven Detektionsvermögen von $d_e \leq 40$ mm.....	103
G.5.2	Reichweite bei einem effektiven Detektionsvermögen von $40 \text{ mm} < d_e \leq 55$ mm.....	104
G.5.3	Reichweite bei einem effektiven Detektionsvermögen von $d_e > 55$ mm.....	104
	Literaturhinweise.....	105

Bilder

Bild 1	— Methodik.....	24
Bild 2	— Darstellung von höher liegenden Ebenen zur Bestimmung der Bezugsebene beim Annähern an einen Gefährdungsbereich oder an ein SRMCD	26
Bild 3	— Beispiel für das Verhindern des Ganzkörperzugangs	29
Bild 4	— Beispiel für eine verriegelte bewegliche trennende Schutteinrichtung, die den Ganzkörperzugang zulässt.....	30
Bild 5	— Beispiel für Systeme mit mehreren Strahlen für den Ganzkörperzugang	31
Bild 6	— Beziehung der Faktoren von T	36
Bild 7	— Annäherungsrichtung.....	41
Bild 8	— Typische Annäherungsrichtungen an ein Schutzfeld.....	42
Bild 9	— Unterschiedliche Winkel zur Annäherungsrichtung	43
Bild 10	— Zur Annäherungsrichtung abgewinkeltes Schutzfeld	43
Bild 11	— Betrachtung aller Reichweitefaktoren bei orthogonaler Annäherung an ein vertikales Schutzfeld (gilt sowohl für Schutteinrichtungen als auch für ein SRMCD)	44
Bild 12	— Winkel des Schutzfeldes im Verhältnis zur Bezugsebene	45
Bild 13	— Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld	46
Bild 14	— Beispiel für das Hinüberreichen über das vertikale Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutteinrichtung in Verbindung mit einer schützenden Konstruktion.....	49
Bild 15	— Hindurchreichen durch ein vertikales Abtastfeld mit $d_e \leq 55$ mm.....	50
Bild 16	— Reichweite beim Hindurchreichen durch ein vertikales Abtastfeld D_{DT} mit Einrichtungen zur Anwesenheitserkennung mit $d_e \leq 64$ mm AKTUALISIEREN UND IN ANHANG E VERSCHIEBEN.....	52
Bild 17	— Hindurchreichen durch ein vertikales Abtastfeld mit mehreren Einzelstrahlen.....	54
Bild 18	— Beispiel für eine indirekte Annäherung.....	55
Bild 19	— Darstellung der Berechnung des tatsächlich abgedeckten Abstandes	56
Bild 20	— Durchreichen unter einem Schutzfeld bei orthogonaler Annäherung	57

Bild 21 — Durchreichen unter einem senkrechten Schutzfeld mit einer schützenden Zusatzkonstruktion.....	59
Bild 22 — Höhe des Schutzfeldes (niedrigster Strahl).....	62
Bild 23 — Zulässige Höhe eines horizontalen Abtastfeldes H_D	62
Bild 24 — Hinüberreichen über ein horizontales Schutzfeld	63
Bild 25 — Mindesttiefe des Schutzfeldes	64
Bild 26 — Abstand zwischen dem Ende des horizontalen Schutzfeldes und dem nächstgelegenen Hindernis	65
Bild 27 — Sicherheitsabstand für Zweihandschaltungen (ohne Abdeckung)	66
Bild 28 — Sicherheitsabstand für einfach handbetätigte Steuerungseinrichtungen.....	67
Bild 29 — Sicherheitsabstand für einfach fußbetätigte Steuerungseinrichtungen	68
Bild 30 — Beispiel für verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen.....	70
Bild 31 — Variablen für die Bestimmung der Öffnungsweite (e) für eine verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung mit durch Kurvenscheibe betätigtem Positionsschalter.....	71
Bild 32 — Diagramm der Kraft-Fahrweg-Beziehung.....	74
Bild 33 — Kontaktmodell für den transienten Kontakt.....	76
Bild E.1 — Beispiele für die Öffnungsweite e in einer schützenden Konstruktion	91
Bild G.1 — Darstellung des Beindurchmessers (Breite) im Verhältnis zur Höhe.....	102
Bild G.2 — Darstellung der Handdicke im Verhältnis zur Eindringtiefe.....	104
Bild G.3 — Beispiele für die Öffnungsweite e in einer schützenden Konstruktion	104

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13855:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 13855:2010 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 13855:2022 wurde von CEN als prEN ISO 13855:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Mandats „M/396 Auftrag an CEN und CENELEC betreffend die Normung im Bereich Maschinen“ erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und den zugehörigen EFTA-Vorschriften.

**Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I
der Richtlinie 2006/42/EG**

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
1.1.2. Grundsätze für die Integration der Sicherheit	—	nicht abgedeckt
1.1.3. Materialien und Produkte	—	nicht abgedeckt
1.1.4. Beleuchtung	—	nicht abgedeckt
1.1.5. Konstruktion der Maschine im Hinblick auf die Handhabung	—	nicht abgedeckt
1.1.6. Ergonomie	—	nicht abgedeckt
1.1.7. Bedienungsplätze	—	nicht abgedeckt
1.1.8. Sitze	—	nicht abgedeckt
1.2. Steuerungen und Befehlseinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.2.1. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen	—	nicht abgedeckt
1.2.2. Stellteile	4.4, 10, 11	—
1.2.3. Eingangsetzen	—	nicht abgedeckt
1.2.4. Stillsetzen	6, Anhang B, Anhang C	—
1.2.4.4. Gesamtheit von Maschinen	—	nicht abgedeckt
1.2.5. Wahl der Steuerungs- oder Betriebsarten	—	nicht abgedeckt
1.2.6. Störung der Energieversorgung	—	nicht abgedeckt
1.3. Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefährdungen	6, 12	—

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
1.3.1. Risiko des Verlusts der Standsicherheit	—	nicht abgedeckt
1.3.2. Bruchrisiko beim Betrieb	—	nicht abgedeckt
1.3.3. Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände	—	nicht abgedeckt
1.3.4. Risiken durch Oberflächen, Kanten und Ecken	—	nicht abgedeckt
1.3.5. Risiken durch mehrfach kombinierte Maschinen	—	nicht abgedeckt
1.3.6. Risiken durch Änderung der Verwendungsbedingungen	—	nicht abgedeckt
1.3.7. Risiken durch bewegliche Teile	6, 13.2, 13.3	—
1.3.8. Wahl der Schutzeinrichtungen gegen Risiken durch bewegliche Teile	—	nicht abgedeckt
1.3.9. Risiko unkontrollierter Bewegungen	—	nicht abgedeckt
1.4. Anforderungen an Schutzeinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.4.1. Allgemeine Anforderungen	4	—
1.4.2. Besondere Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.4.2.1. Feststehende trennende Schutzeinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.4.2.2. Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung	12	—
1.4.2.3. Zugangsbeschränkende verstellbare Schutzeinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.4.3. Besondere Anforderungen an nichttrennende Schutzeinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.5. Risiken durch sonstige Gefährdungen	—	—
1.5.1. Elektrische Energieversorgung	—	nicht abgedeckt
1.5.2. Statische Elektrizität	—	nicht abgedeckt
1.5.3. Nichtelektrische Energieversorgung	—	nicht abgedeckt
1.5.4. Montagefehler	—	nicht abgedeckt
1.5.5. Extreme Temperaturen	—	nicht abgedeckt
1.5.6. Brand	—	nicht abgedeckt
1.5.7. Explosion	—	nicht abgedeckt
1.5.8. Lärm	—	nicht abgedeckt
1.5.9. Vibrationen	—	nicht abgedeckt
1.5.10. Strahlung	—	nicht abgedeckt
1.5.11. Strahlung von außen	—	nicht abgedeckt
1.5.12. Laserstrahlung	—	nicht abgedeckt

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
1.5.13. Emission gefährlicher Werkstoffe und Substanzen	—	nicht abgedeckt
1.5.14. Risiko, in einer Maschine eingeschlossen zu werden	—	nicht abgedeckt
1.5.15. Ausrutsch-, Stolper- und Sturzrisiko	—	nicht abgedeckt
1.5.16. Blitzschlag	—	nicht abgedeckt
1.6. Instandhaltung	—	—
1.6.1. Wartung der Maschine	—	nicht abgedeckt
1.6.2. Zugang zu den Bedienungsständen und den Eingriffspunkten für die Instandhaltung	—	nicht abgedeckt
1.6.3. Trennung von den Energiequellen	—	nicht abgedeckt
1.6.4. Eingriffe des Bedienungspersonals	—	nicht abgedeckt
1.6.5. Reinigung innen liegender Maschinenteile	—	nicht abgedeckt
1.7. Informationen	—	—
1.7.1. Informationen und Warnhinweise an der Maschine	—	nicht abgedeckt
1.7.1.1. Informationen und Informationseinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.7.1.2. Warneinrichtungen	—	nicht abgedeckt
1.7.2. Warnung vor Restrisiken	—	nicht abgedeckt
1.7.3. Kennzeichnung der Maschinen	—	nicht abgedeckt
1.7.4. Betriebsanleitung	5.6, Anhang B	—
1.7.4.1. Allgemeine Grundsätze für die Abfassung der Betriebsanleitung	5.6	—
1.7.4.2. Inhalt der Betriebsanleitung	5.6	—
1.7.4.3. Verkaufsprospekte	—	nicht abgedeckt
2. Zusätzliche grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an bestimmte Maschinengattungen	—	nicht abgedeckt
2.1. Nahrungsmittelmaschinen und Maschinen für kosmetische oder pharmazeutische Erzeugnisse	—	nicht abgedeckt
2.2. Handgehaltene und/oder handgeführte tragbare Maschinen	—	nicht abgedeckt
2.2.1. Allgemeines	—	nicht abgedeckt
2.2.1.1. Betriebsanleitung	—	nicht abgedeckt
2.2.2. Tragbare Befestigungsgeräte und andere Schussgeräte	—	nicht abgedeckt
2.3. Maschinen zur Bearbeitung von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften	—	nicht abgedeckt

Die relevanten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser EN	Anmerkungen/Hinweise
3. Zusätzliche grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zur Ausschaltung der Gefährdungen, die von der Beweglichkeit von Maschinen ausgehen	—	nicht abgedeckt
4. Zusätzliche grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zur Ausschaltung der durch Hebevorgänge bedingten Gefährdungen	—	nicht abgedeckt
5. Zusätzliche grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an Maschinen, die zum Einsatz unter Tage bestimmt sind	—	nicht abgedeckt
6. Zusätzliche grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an Maschinen, von denen durch das Heben von Personen bedingte Gefährdungen ausgehen	—	nicht abgedeckt

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, solange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

Vorwort

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

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

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

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

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

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199, *Safety of machinery* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 13855:2010), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— xxx xxxxxxxx xxx xxxxx

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

Einleitung

Der Aufbau von Sicherheitsnormen auf dem Gebiet der Maschinensicherheit ist folgendermaßen gestaltet:

- a) Typ-A-Normen (Sicherheitsgrundnormen) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf Maschinen angewandt werden können;
- b) Typ-B-Normen (Sicherheitsfachgrundnormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine oder mehrere Arten von Schutzeinrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen verwendet werden können:
 - Typ-B1-Normen für bestimmte Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm);
 - Typ-B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Schutzeinrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen);
- c) Typ-C-Normen (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Dieses Dokument ist eine Typ-B1-Norm, wie in ISO 12100 angegeben.

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

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

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

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

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

Des Weiteren ist dieses Dokument an Normungsgremien gerichtet, die Typ-C-Normen erarbeiten.

Die Anforderungen in diesem Dokument können durch eine Typ-C-Norm ergänzt oder modifiziert werden.

Für Maschinen, die in den Anwendungsbereich einer Typ-C-Norm fallen und die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Wenn die Festlegungen in dieser Typ-C-Norm

von den Festlegungen in Typ-B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

Die richtige Anordnung der Schutzeinrichtungen beeinflusst erheblich deren Wirksamkeit. Bei der Entscheidung über diese Anordnungen werden mehrere Gesichtspunkte berücksichtigt, wie beispielsweise:

- die Notwendigkeit einer Risikobeurteilung nach ISO 12100;
- praktische Erfahrungen bei der Benutzung der Maschine;
- die Reaktionszeit des Gesamtsystems;
- die Zeit bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung nach dem Ansprechen der Schutzeinrichtung, zum Beispiel zum Stillsetzen der Maschine;
- biomechanische und anthropometrische Daten;
- jegliches Eindringen eines Körperteils in Richtung des Gefährdungsbereichs, bis die Schutzeinrichtung ausgelöst ist;
- der Weg, den ein bestimmter Körperteil nimmt, wenn er sich vom Schutzfeld aus in Richtung des Gefährdungsbereiches bewegt;
- die mögliche Anwesenheit einer Person zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich;
- die Möglichkeit des unerkannten Zugangs zum Gefährdungsbereich.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Anordnung von Schutzeinrichtungen fest; sie beziehen sich auf die Annäherung des menschlichen Körpers oder von Körperteilen aus dem Schutzfeld, einer Ebene, einer Linie, einem Punkt oder einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung in Richtung:

- der nächstgelegenen Gefährdung innerhalb des Wirkungsbereichs der Steuerung der Schutzeinrichtung und
- aller sicherheitsbezogenen Handsteuergeräte.

Annäherungen durch beispielsweise Rennen, Springen oder Stürzen werden in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Die Werte für Annäherungsgeschwindigkeiten (Schrittgeschwindigkeit und Bewegung der oberen Gliedmaßen) in diesem Dokument sind über lange Zeit erprobt und haben sich in der Praxis bewährt.

ANMERKUNG 2 Andere Arten der Annäherung können zu Annäherungsgeschwindigkeiten führen, die höher oder niedriger sind als die in diesem Dokument angegebenen.

Dieses Dokument gilt für Schutzeinrichtungen von Maschinen zum Schutz von Personen im Alter von 14 Jahren oder älter.

Die in diesem Dokument berücksichtigten Schutzeinrichtungen umfassen:

- a) berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS) wie:
 - aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen (AOPDs, en: active opto-electronic protective devices), wie in IEC 61496-2 beschrieben;
 - aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtungen, die ein oder mehrere Schutzfelder aufweisen, die in zwei Dimensionen festgelegt sind (AOPDDRs-2D), wie in IEC 61496-3 beschrieben;
 - aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtungen, die ein oder mehrere Schutzfelder aufweisen, die in drei Dimensionen festgelegt sind (AOPDDRs-3D), wie in IEC 61496-3 beschrieben;
 - bildverarbeitende Schutzeinrichtungen (VBPDP, en: vision based protective devices), wie in IEC/TS 61496-4-2 beschrieben;
 - bildverarbeitende Schutzeinrichtungen (VBPDS, en: vision based protective devices), wie in IEC/TS 61496-4-3 beschrieben;
- b) Schalmatten und Schaltplatten, wie in ISO 13856-1 beschrieben;
- c) Zweihandschaltungen, wie in ISO 13851 beschrieben;
- d) einfach betätigte Steuerungseinrichtung;
- e) verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, wie in ISO 14119 beschrieben;
- f) Schalteisen, wie in ISO 13856-2 beschrieben, und Schalteisen, wie in ISO 13856-3 beschrieben.

Dies Dokument gilt nicht für Schutzeinrichtungen (z. B. mitführbare Zweihandschaltungen), die von Hand und ohne Anwendung von Werkzeugen näher zum Gefährdungsbereich bewegt werden können, als es der Sicherheitsabstand zulässt.

Der Schutz vor Risiken, die auf Gefährdungen durch Emissionen zurückzuführen sind (z. B. das Herausschleudern von festen oder flüssigen Materialien, Strahlung, Lichtbogen, Hitze, Dämpfe, Gase), wird in diesem Dokument nicht behandelt.

Der Schutz vor Risiken, die aus dem Versagen von mechanischen Teilen der Maschine oder schwerkraftbedingtem Herunterfallen von Maschinenteilen entstehen, wird in diesem Dokument nicht behandelt.

Wenn Schutzeinrichtungen ausschließlich dazu verwendet werden, um das Anlaufen bzw. Wiederanlaufen von gefährlichen Maschinenfunktionen oder -bewegungen zu verhindern, dann sind die sich nach diesem Dokument ergebenden Sicherheitsabstände nicht anwendbar.

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

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

ISO 13857:2019, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 7250-3:2015, *Basic human body measurements for technological design — Part 3: Worldwide and regional design ranges for use in product standards*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

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

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

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

3.1 Begriffe

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

3.1.1

Reaktionszeit des Gesamtsystems

T

Zeitintervall zwischen dem Auslösen der Sensorfunktion und dem Erreichen der vorgesehenen Risikominderung

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Vorgängerdokument wurde dies als *Nachlauf des Gesamtsystems* bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Zeit enthält üblicherweise Toleranzfaktoren (z. B. wegen der Messunsicherheit, Berücksichtigung von Umweltfaktoren wie Reibung).

[QUELLE: IEC 61496-1:2020, 3.20, modifiziert]

3.1.2

Reaktionszeit

t_x

maximale Zeit zwischen dem Auftreten des Ereignisses, das zum Ansprechen der Einrichtung führt, und dem Erreichen des AUS-Zustandes des Ausgangsschaltelements (OSSD)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Zeit enthält üblicherweise Toleranzfaktoren (z. B. wegen der Messunsicherheit, Berücksichtigung von Umweltfaktoren wie Reibung).

[QUELLE: IEC 61496-1:2020, 3.20, modifiziert]

3.1.3

Detektionsvermögen

d

Fähigkeit, die spezifizierten Probekörper im angegebenen Schutzfeld zu erkennen

[QUELLE: IEC 61496-3:2018, 3.x, modifiziert — Anmerkungen und Verweisungen wurden gestrichen]

3.1.4

berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

BWS

Anordnung von Geräten und/oder Komponenten, die zusammenarbeiten, um für einen Zugangsschutz oder eine Anwesenheitserkennung zu sorgen, und die mindestens Folgendes beinhaltet:

- ein Sensorelement;
- Steuerungs-/Überwachungselemente;
- Ausgangsschaltelemente und/oder eine sicherheitsbezogene Datenschnittstelle

Anmerkung 1 zum Begriff: BWS beziehen sich nur auf kontaktlose Sensorgeräte.

[QUELLE: IEC 61496-1:2012, 3.5, modifiziert — die ursprünglichen Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff wurden gestrichen]

3.1.5

indirekte Annäherung

Annäherung, bei der der kürzeste Weg zum Gefährdungsbereich durch ein mechanisches Hindernis versperrt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Gefährdungsbereich kann nur durch eine Annäherung um das Hindernis herum erreicht werden.

3.1.6

Schutzfeld

Bereich, in dem ein festgelegter Prüfkörper durch die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung erkannt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Schutzfeld kann auch ein Punkt, eine Linie oder eine Fläche sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: ISO 13856-1 nutzt die Benennung „wirksame Betätigungsfläche“ zur Beschreibung von Schaltmatten und Schaltplatten. In diesem Dokument werden die Benennungen „Schutzfeld“ und „wirksame Betätigungsfläche“ synonym verwendet.

[QUELLE: IEC 61496-1:2012, 3.4, modifiziert — „sensitive“ wurde vor „Schutzeinrichtung“ gestrichen und die Anmerkungen zum Begriff wurden hinzugefügt]

3.1.7

Sicherheitsabstand

S

Mindestabstand zwischen der Betätigungsposition der Schutzeinrichtungen und dem Gefährdungsbereich, der erforderlich ist, um zu verhindern, dass der menschliche Körper oder Körperteile vor der Beendigung der gefährlichen Maschinenfunktion in den Gefährdungsbereich hineinreichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zuvor als *Mindestabstand* bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Schutzeinrichtungen finden sich in ISO 12100, 3.28.

3.1.8

Reichweite in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung

D_{DS}

Entfernung, die ein Körperteil (üblicherweise eine Hand) an der Schutzeinrichtung vorbei in Richtung des Gefährdungsbereichs oder des sicherheitsbezogenen Handsteuergerätes zurücklegen kann, bevor die Schutzeinrichtung ausgelöst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zuvor als *Eindringabstand* bezeichnet.

3.1.9

Bezugsebene

Ebene, auf der Personen während des Betriebs der Maschine oder des Zugangs zum Gefährdungsbereich oder zum sicherheitsbezogenen Handsteuergerät üblicherweise stehen würden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsebene ist nicht notwendigerweise die Erde oder der Boden (z. B. könnte ein Arbeitspodest die Bezugsebene sein).

[QUELLE: ISO 13857:2019, 3.2, modifiziert]

3.1.10

Wirkungsbereich der Steuerung

vorgegebener Abschnitt der Maschine, der unter der Kontrolle eines bestimmten Steuerungselements oder einer Sicherheitsfunktion steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Schutzeinrichtung könnte eine Stoppfunktion einer Maschine oder eines Abschnitts einer Maschine auslösen. Beispielsweise könnte ein Not-Halt-Drucktaster ein lokales oder ein globales Stillsetzen bewirken (siehe ISO 13850).

[QUELLE: ISO/CD 11161:2021, 3.1.8]

3.1.11

geschützter Bereich

Bereich oder Volumen, der/das (einen) Gefährdungsbereich(e) umschließt und in dem trennende und/oder nichttrennende Schutzeinrichtungen zum Schutz von Personen vorgesehen sind

[QUELLE: ISO/CD 11161:2021, 3.1.7]

3.1.12

Ganzkörperzugang

Situation, in der eine Person vollständig in einen geschützten Bereich eindringen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung „Ganzkörperzugang“ wird in anderen Dokumenten zur Bezeichnung der Größe einer Öffnung für einen sicheren Zugang verwendet.

[QUELLE: ISO/CD 11161:2021, 3.1.17, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt]

3.1.13

sicherheitsbezogenes Handsteuergerät

SRMCD, en: safety-related manual control device

Befehleinrichtung, die eine bewusste Handlung durch eine Person voraussetzt, und deren Betätigung zum sofortigen Anstieg des Risikos/der Risiken führen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Betätigungseinrichtungen wie Drucktaster, Wahlschalter oder Fußhebel, die mit Funktionen wie Rücksetzen, Anlaufen/Wiederanlaufen, bedingungsloses Entsperren der trennenden Schutzeinrichtung oder Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung (e.g. Vorrücken, Tippen) versehen sind.

3.1.14

einfach betätigte Steuerungseinrichtung

Steuerungseinrichtung, die entweder die Betätigung durch eine Hand oder einen Fuß erfordert, um gefährliche Maschinenfunktionen in Gang zu setzen und aufrechtzuerhalten, und so eine Schutzmaßnahme nur für die Person bietet, die die Steuerungseinrichtung bedient

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Betätigungseinrichtungen wie Drucktaster oder Fußhebel, die nur bei Betätigung gefährliche Maschinenfunktionen steuern.

3.1.15

industrielle Umgebung

Arbeitsplatz, zu dem die Öffentlichkeit keinen Zugang hat, oder an dem nicht zu erwarten ist, dass die Öffentlichkeit bei den vorgesehenen Aufgaben und Maschinenanwendungen anwesend ist

3.1.16

dynamische Gefährdung

Quelle einer Gefährdung, die entweder durch die Bewegung von Maschinenteilen oder durch die Bewegung der Maschine selbst ihren Ursprungsort verändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Maße und Formen des dynamischen Gefährdungsbereiches ergeben sich aus dem Bewegungsbereich der Maschinenteile (Betriebsbereich) oder dem Bewegungsbereich der Maschine selbst.

3.1.17

Anhalteweg

Entfernung, die von einer Gefährdung, einem Gefährdungspunkt oder einem Maschinenteil bzw. von der Maschine selbst zurückgelegt wird, bis die vorgesehene Risikominderung erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt mögliche Situationen, in denen die vorgesehene Risikominderung erreicht ist, auch wenn die gefährdenden Maschinenteile sich noch immer bewegen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Gefährdungen können sich auch dann fortbewegen, wenn die Maschinenteile still stehen (z. B. ein rotierender Laserstrahl).

3.1.18

Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung

SSM, en: speed and separation monitoring

Aufrechterhaltung des Sicherheitsabstandes durch Änderung der Geschwindigkeit und/oder des Bewegungsablaufs der Maschine bzw. der Maschinenteile relativ zu der festgestellten Position der Körperteile

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Sicherheitsabstand hängt von mehreren Parametern ab, z. B. von der Geschwindigkeit und Annäherungsrichtung der Körperteile; der Geschwindigkeit, Richtung und Ausrichtung von sich bewegenden Gefährdungsbereichen; von dem Detektionsvermögen der Schutzeinrichtungen; von der Reaktionszeit der sicherheitsbezogenen Teile der zutreffenden Steuerung usw.

3.1.19

sicherheitsbezogenes Teil einer Steuerung

SRP/CS, en: safety-related part of a control system

Teil einer Steuerung, der eine Sicherheitsfunktion ausführt, beginnend mit (einer) sicherheitsbezogenen Eingabe(n) bis hin zur Erzeugung von (einer) sicherheitsbezogenen Ausgabe(n)

[QUELLE: ISO/DIS 13849-1:2021, 3.x, modifiziert]

3.2 Symbole und Abkürzungen

3.2.1 Symbole

Siehe Anhang E.

3.2.2 Abkürzungen

AOPD	aktive optoelektronische Schutzeinrichtung (en: active opto-electronic protective device)
AOPDDR	aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtung (z. B. Laserscanner) (en: active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection)
VBPD	bildverarbeitende Schutzeinrichtung (en: vision-based protective device)
BWS	berührungslos wirkende Schutzeinrichtung
PFMD	Druck- und Kraftmessgerät (en: pressure and force measurement device)
PSPD	druckempfindliche Schutzeinrichtung (en: pressure-sensitive protective device)
SPE	sensitive Schutzeinrichtung (siehe ISO 12100, 3.28.5) (en: sensitive protective equipment)
SRMCD	sicherheitsbezogenes Handsteuergerät (en: safety-related manual control device)

4 Methodik

4.1 Allgemeines

4.1.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen müssen so konfiguriert und angeordnet werden, dass der Zugang zum Gefährdungsbereich rechtzeitig erkannt wird, um die vorgesehene Risikominderung zu erreichen.

Bei einer Anwendung unter Verwendung einer BWS, bei der zwei oder mehr Gefährdungsbereiche vorhanden sind, ist der Sicherheitsabstand für jeden Gefährdungsbereich zu berechnen. Wenn erforderlich, müssen zusätzliche Schutzeinrichtungen vorgesehen werden, die ein Umgehen des Schutzfeldes der Schutzeinrichtung verhindern (siehe Bild 14).

Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung der Methodik zur Bestimmung der richtigen Anordnung der Sensor- oder Betätigungseinrichtungen von Schutzeinrichtungen nach diesem Dokument wie folgt:

- a) Feststellen, ob die entsprechende Schutzeinrichtung geeignet ist, um die vorgesehene Risikominderung für die identifizierte Gefährdung zu erreichen (nach ISO 12100);

ANMERKUNG 1 Die vorgesehene Risikominderung kann sowohl das Erkennen des Eindringens in einen Gefährdungsbereich als auch das Erreichen eines sicherheitsbezogenen Handsteuergerätes aus dem geschützten Bereich heraus umfassen.

- b) falls eine Typ-C-Norm für die Maschinen vorhanden ist, wird eine der festgelegten Arten von Schutzeinrichtungen aus dieser spezifischen Maschinensicherheitsnorm ausgewählt und der in dieser Norm festgelegte Abstand verwendet. Wenn keine Typ-C-Norm vorhanden ist, wird mit Schritt c) fortgefahren.

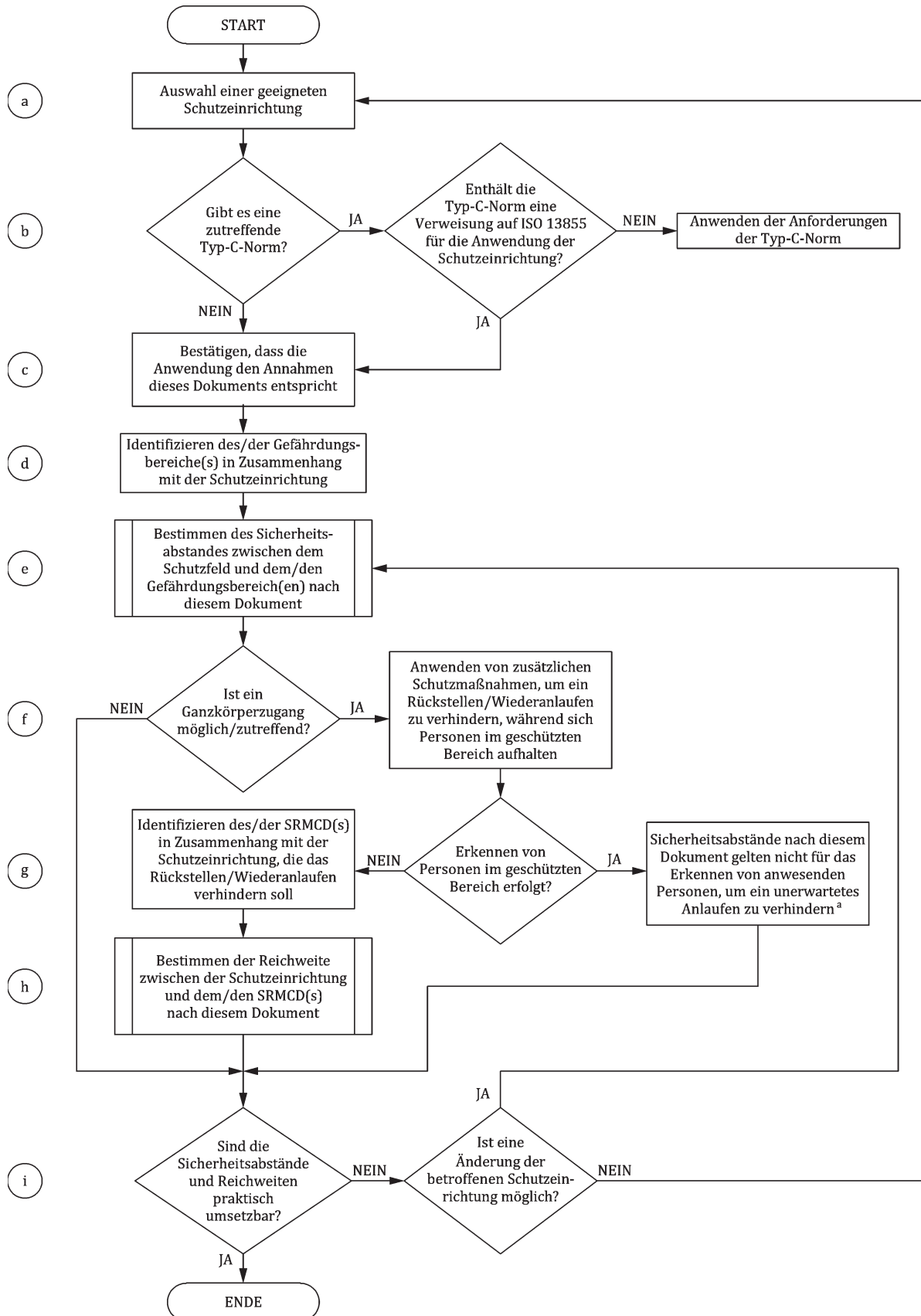
ANMERKUNG 2 Typ-C-Normen legen entweder direkt oder durch Verweisung auf dieses Dokument Mindestabstände fest (die in diesem Dokument als Sicherheitsabstand bezeichnet werden).

Falls keine Typ-C-Norm vorliegt, werden die in diesem Dokument enthaltenen Gleichungen zur Berechnung des Sicherheitsabstandes für die ausgewählte Schutzeinrichtung verwendet;

- c) es wird bestätigt, dass die Anwendung der Schutzeinrichtung mit den in diesem Dokument genannten Annahmen übereinstimmt;
- d) es werden alle Gefährdungsbereiche in Verbindung mit der Schutzeinrichtung festgestellt (innerhalb des Wirkungsbereiches der Steuerung);
- e) der Sicherheitsabstand, die Schutzeinrichtung und deren Gefährdungsbereich(e) werden ermittelt. Dann wird der größte (den größten Schutz bietende) Sicherheitsabstand ausgewählt. Eine mögliche Umgehung der Schutzeinrichtung muss berücksichtigt werden (z. B. Hinübergreifen, Hindurchgreifen oder Daruntergreifen);
- f) es wird ermittelt, ob ein Ganzkörperzugang nach 4.3 möglich ist. Ist dieser möglich, werden zusätzliche Schutzmaßnahmen umgesetzt, um ein unerwartetes Rücksetzen/Wiederanlaufen zu verhindern, während sich nach Schritt g) (eine) Person(en) innerhalb des geschützten Bereiches befindet/befinden. Ist der Ganzkörperzugang nicht möglich oder nicht zutreffend (z. B. bei Zweihandschaltung, Schaltpuffer/-leisten), wird mit Schritt i) fortgefahren;

- g) wenn keine zusätzliche Erkennung von Personen innerhalb des geschützten Bereiches erfolgt, ist/sind (ein) SRMCD(s) zu identifizieren und es gilt Schritt h). Wenn aber eine zusätzliche Erkennung von Personen innerhalb des geschützten Bereiches erfolgt, dann gelten die Sicherheitsabstände dieses Dokuments nicht für diese zusätzlichen Erkennungseinrichtungen und es wird mit Schritt i) fortgefahren;
- h) für jede Annäherungsmöglichkeit zwischen der Schutzeinrichtung und dem/den SRMCD(s) werden die Reichweiten ermittelt. Anschließend werden die größten (den größten Schutz bietenden) Reichweiten ausgewählt, die eine Umgehung durch Hinübergreifen, Hindurchgreifen oder Untergreifen der Schutzeinrichtung verhindern;
- i) es wird ermittelt, ob die Sicherheitsabstände und Reichweiten für die jeweilige Anwendung geeignet sind. Sofern sie praktisch umsetzbar sind, ist der Vorgang abgeschlossen, anderenfalls ist eine Änderung der Konstruktion erforderlich. Wenn diese Änderung nur die jeweilige Schutzeinrichtung betrifft, muss der Vorgang beginnend mit Schritt e) wiederholt werden. Wenn die Änderung in der Verwendung einer anderen Schutzeinrichtung oder in der Änderung der Maschinenkonstruktion besteht (einschließlich weiterer trennender oder nicht trennender Schutzeinrichtungen), muss der Vorgang beginnend mit Schritt a) wiederholt werden.

ANMERKUNG 3 Die Neugestaltung der Maschine oder der Schutzeinrichtung kann dazu führen, dass die Anwendung dieses Dokuments nicht erforderlich ist (z. B. feststehende trennende Schutzeinrichtungen, verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung mit kraftbetätigter oder zeitgesteuerter Entriegelung).



- ^a Dies betrifft die Funktion zum Erkennen von Personen innerhalb des geschützten Bereiches, unabhängig davon, ob diese Funktion von der Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion oder von einer eigenständigen Einrichtung bereitgestellt wird. Siehe letzten Satz von Abschnitt 1.

Bild 1 — Methodik

4.1.2 Statische und dynamische Sicherheitsabstände

Für Maschinen sind zwei verschiedene Szenarien zu betrachten:

- 1) Statischer Sicherheitsabstand: Der Sicherheitsabstand wird bis zur maximalen Begrenzung des Gefährdungsbereiches festgelegt, unabhängig von der aktuellen Position des Ausgangspunktes/der Ausgangspunkte der Gefährdung(en) innerhalb der physischen Grenzen der Maschine oder der Position der Maschine selbst.
- 2) Dynamischer Sicherheitsabstand: Der Sicherheitsabstand wird bis zur Begrenzung des Gefährdungsbereiches bestimmt, den der/die Ausgangspunkt(e) der Gefährdung entsprechend seiner/ihrer aktuellen Position und der Änderung dieser Position während der Gesamtzeit zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung T erreichen kann/können.

Abschnitt 5 beschreibt die Berechnung des statischen Sicherheitsabstandes, z. B. für die ordnungsgemäße Anordnung einer AOPD (Sicherheitslichtschranke) in gewisser Entfernung zum Stempel einer mechanischen Presse. Allerdings kann dieser statische Ansatz wegen seiner Worst-case-Herangehensweise zu großen Sicherheitsabständen führen, oder er kann wegen der Art der Gefährdungen, die von der vorgesehenen Schutzeinrichtung abzudecken sind, nicht anwendbar sein (z. B. der Zusammenstoß einer mobilen Arbeitsbühne mit einer Person).

Abschnitt 6 beschreibt die Berechnung des dynamischen Sicherheitsabstandes (z. B. für die ordnungsgemäße Größenbestimmung des Schutzfeldes einer AOPDDR-2D (Sicherheitslaserscanner) oder einer AOPDDR-3D (3-D-Sicherheitssensor) oder einer bildverarbeitenden Schutzeinrichtung (VBPD) zur Überwachung eines geschützten Bereiches). Als Voraussetzung für die Berechnung des dynamischen Sicherheitsabstandes muss die Position der Gefährdung und ihre Reaktionszeit entsprechend ihrer aktuellen Geschwindigkeit und ihres Abbremsvermögens (Verzögerungszeit) bekannt sein.

4.1.3 Bezugsebenen

Die in diesem Dokument festgelegten Parameter gelten für typische Annäherungen von Personen am Arbeitsplatz. Bei einigen Anwendungen müssen Personen in der Nähe von Maschinen die Höhenlage verändern, um die von ihnen erwarteten Aufgaben zu erfüllen (Auf- oder Absteigen). Des Weiteren kann die Maschinenkonstruktion die Möglichkeit vorsehen, dass Personen bei Zugang zum Gefährdungsbereich oder beim Zugriff auf ein sicherheitsbezogenes Handsteuergerät die Höhenlage verändern müssen. In diesen Fällen muss die Ebene, die die Person für den Zugang nutzt, bei der Ermittlung der entsprechenden Reichweiten berücksichtigt werden.

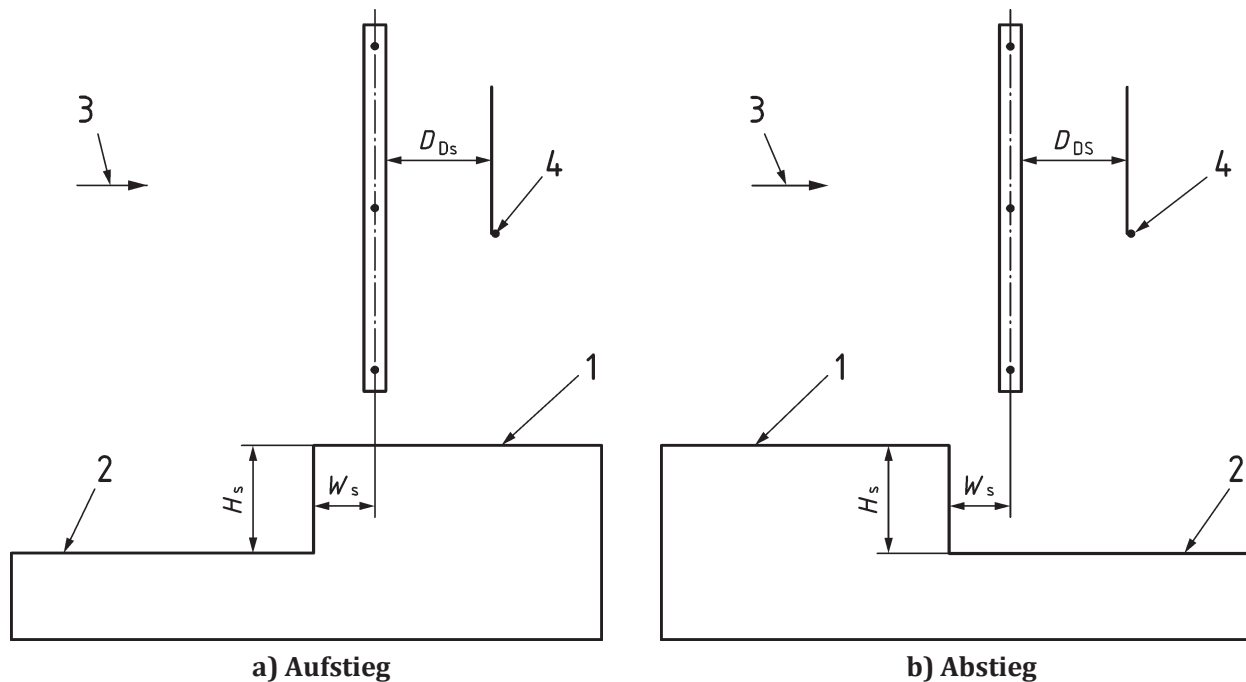
Liegt eine Höhenänderung vor (z. B. Stufe, Arbeitsbühne, Maschinengestell), muss die Bezugsebene nach Tabelle 1 ermittelt werden.

Bei Anwendung von Tabelle 1 muss der Anwender des Dokuments die Richtung berücksichtigen, aus der sich dem Gefährdungsbereich oder dem sicherheitsbezogenen Handsteuergerät (SRMCD) angenähert wird.

ANMERKUNG 2 Die Situation, in der eine Person auf die höher gelegene Ebene steigt und dort verbleibt, wird in den in Tabelle 1 beschriebenen Szenarien nicht betrachtet (siehe 4.2).

Tabelle 1 — Bestimmung der Bezugsebene mit erhöhten Oberflächen beim Annähern an einen Gefährdungsbereich oder an ein SRMCD

Annäherungs- richtung		Anordnung der SPE relativ zur Stufe	Stufenhöhe H_s	Stufenbreite ab SPE	
				W_s	
				< 50 mm ^a	≥ 50 mm ^a
Aufstieg (siehe Bild 2 a))		Vor der Stufe	≥ 1 000 mm ^b	A	A
			< 1 000 mm ^b	A	A
		Auf oder hinter der Stufe	≥ 1 000 mm ^b	B	C
			< 1 000 mm ^b	B	C
Abstieg (siehe Bild 2 b))		Vor der Stufe	≥ 500 mm ^c	D	D
			< 500 mm ^c	E	E
		Auf oder hinter der Stufe	≥ 500 mm ^c	F	G
			< 500 mm ^c	E	H
Szenario	Beschreibung			Bezugsebene	
A	Unerkannter Zugang zur höher liegenden Ebene nicht möglich			tiefer liegende Ebene	
B	Zugang zur höher liegenden Ebene nicht möglich			tiefer liegende Ebene	
C	Zugang zur höher liegenden Ebene möglich			höher liegende Ebene	
D	Unerkannter Zugang zur tiefer liegenden Ebene nicht möglich ^d			höher liegende Ebene	
E	Unerkannter Zugang zur tiefer liegenden Ebene nicht möglich			höher liegende Ebene	
F	Unerkannter Zugang zur tiefer liegenden Ebene nicht möglich ^d			höher liegende Ebene	
G	Zugang zur tiefer liegenden Ebene möglich ⁴			tiefer liegende Ebene	
H	Zugang zur tiefer liegenden Ebene möglich			tiefer liegende Ebene	
^a Der Wert von 50 mm wurde von P1/Fußbreite in ISO 7250-3:2015, Tabelle 1, hergeleitet.					
^b Der Wert von 1 000 mm wurde aus ISO 13857:2019, Tabelle 1, Fußnote a, und Tabelle 2, Fußnote b, übernommen.					
^c Der Wert von 500 mm stellt das Sturzrisiko dar; der Wert wurde aus ISO 14122-2:2016, 4.23, übernommen.					
^d Siehe ISO 14122-2 für weitere Informationen zu anderen Fällen zur Berücksichtigung weiterer Gefährdungen durch Stürzen.					



Legende

- | | |
|---|---|
| 1 höher liegende Ebene | H_s Stufenhöhe |
| 2 tiefer liegende Ebene | W_s Stufenbreite zwischen Stufenkante und Schutzfeld |
| 3 Annäherungsrichtung | D_{DS} Reichweite in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung |
| 4 nächstgelegener Punkt des Gefährdungsbereiches oder des SRMCD | |

Bild 2 — Darstellung von höher liegenden Ebenen zur Bestimmung der Bezugsebene beim Annähern an einen Gefährdungsbereich oder an ein SRMCD

4.2 Annahmen

Bei der Herleitung der Reichweiten wurden folgende Annahme zugrunde gelegt:

- Personen, die in (einen) Gefährdungsbereich(e) eindringen, stecken nicht den Kopf in diesen Bereich hinein oder strecken nicht ein Bein über oder unter die Schutzeinrichtung, um so den ermittelten Bereich (z. B. Gefährdungsbereich, sicherheitsbezogenes Handsteuergerät usw.) zu erreichen;
- in den Gleichungen zur Bestimmung der Reichweiten wurden die anthropometrischen Daten des 5. bis 95. Perzentils von Personen verwendet, die 14 Jahre oder älter sind.

ANMERKUNG 1 Speziell für Kinder ausgelegte Daten wurden in diesem Dokument nicht verwendet. Bis spezielle Daten für die Annäherungsgeschwindigkeiten von Kindern vorliegen, liegt es in der Verantwortung des Konstrukteurs, bei der Berechnung der Abstände zu berücksichtigen, dass Kinder schneller sein könnten und dass ein Kind von der Schutzeinrichtung später erkannt werden könnte.

- für die Bestimmung von D_{DS} für die Anwendung wurde der größte zu erwartende Wert von d_e verwendet;
- die Position der Schutzeinrichtungen im Verhältnis zu dem/den Gefährdungsbereich(en) und zum SRMCD bleibt unverändert;

ANMERKUNG 2 Es ist zu beachten, dass die Möglichkeit besteht, dass der Gefährdungsbereich seine Position im Verhältnis zur Schutzeinrichtung oder zur Bezugsebene in der Zeit vom Auslösen der Schutzeinrichtung oder der Bezugsebene bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung verändert (z.B. industriell eingesetzter ortsbeweglicher Roboter).

- empfohlene Reichweiten werden ausgehend von der Fläche gemessen, die den maßgebenden Körperteil begrenzt;
- Personen können Körperteile um Öffnungen legen oder durch Öffnungen stecken, die zwischen den Schutzeinrichtungen und anderen schützenden Konstruktionen entstehen (z.B. Befestigungs-/Tragstrukturen, Maschinengestell), um zu versuchen, den jeweiligen Bereich (Gefährdungsbereich oder SRMCD) zu erreichen;
- die Bezugsebene ist eine Ebene, auf der Personen üblicherweise stehen würden, es handelt sich dabei aber nicht unbedingt um den Fußboden (z.B. eine ortsfeste Arbeitsbühne oder ein ortsfester Zugang);
- es besteht geringfügiger Kontakt mit der Bezugsebene (z.B. wird Klettern nicht eingeschlossen);
- es werden keine Hilfsmittel (z.B. Stühle, tragbare Leitern) verwendet, um von einer Bezugsebene in eine andere zu gelangen;
- es ist nicht möglich, durch Steigen oder Klettern auf das Gehäuse einer Schutzeinrichtung, einschließlich der damit verbundenen Befestigungsstrukturen, Zugang zu dem ermittelten Bereich zu erhalten;
- es werden keine Hilfsmittel verwendet (wie Stangen oder Werkzeuge), um die naturgemäße Reichweite der oberen Gliedmaßen, mit denen der ermittelte Bereich erreicht werden kann oder die mit dem Bereich in Berührung kommen können, zu erweitern.

4.3 Betrachtung des Ganzkörperzugangs

4.3.1 Allgemeines

Die Exposition gegenüber einer Gefährdung stellt ein potentiell Risiko dar, wenn eine Person Zugang zu einem Gefährdungsbereich hinter einer Schutzeinrichtung erhält (durch Überqueren einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung oder einer SPE), die die Sicherheitsfunktion zur Abwehr der Gefährdung auslöst. Eine Gefährdung entsteht dann, wenn die Person nicht mehr erkannt wird und die gefährdende Maschinenfunktion wieder anläuft, während sich eine Person noch im geschützten Bereich befindet.

Der Ganzkörperzugang wird oftmals mit dem Konzept des Schutzes entlang der Grenzen eines Gefährdungsbereiches in Verbindung gebracht, so dass eine Person den Gefährdungsbereich hinter der Schutzgrenze betreten könnte. Der Ganzkörperzugang tritt aber auch auf, wenn sich eine Schutzeinrichtung in einem Sicherheitsabstand zum Gefährdungsbereich befindet und die Personen zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich nicht erkannt werden.

Für den Ganzkörperzugang müssen die beiden folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- 1) eine durch physische Hindernisse definierte Öffnung (z.B. eine Öffnung in einer Umzäunung als trennende Schutzeinrichtung), die den Zugang des ganzen Körpers zu dem Bereich ermöglicht (siehe 4.3.2) und
- 2) ein Bereich innerhalb des geschützten Bereiches, der es einer Person ermöglicht, unerkannt zu bleiben (siehe 4.3.3).

Wenn es durch den Sicherheitsabstand möglich wäre, dass sich eine Person zwischen dem Schutzfeld und dem Gefährdungsbereich unerkannt aufhält, müssen zusätzliche Schutzausrüstungen oder weitere Lösungen eingesetzt werden, um das zu verhindern.

4.3.2 Durch physische Hindernisse definierte Öffnungen

Die folgenden Öffnungsmaße, die von physischen Hindernissen begrenzt werden, ermöglichen den Zugang des gesamten Körpers zu einem zugänglichen Bereich:

- quadratische oder runde Öffnungen mit $e > 240$ mm (siehe ISO 13857);
- rechteckige Öffnungen mit $h > 180$ mm und $w > 300$ mm;
- rechteckige Öffnungen mit $h > 800$ mm und $w > 180$ mm.

ANMERKUNG Diese Werte sind aus ISO 13857 und ISO 7250-3 abgeleitet.

Siehe Anhang G.

Wenn in der Umgebung Strukturen vorhanden sind, die dem Körper oder Körperteilen eine zusätzliche Abstützung bieten, dann gelten diese Werte nicht.

4.3.3 Maße innerhalb des geschützten Bereiches, in dem Personen unerkannt bleiben können

4.3.3.1 Allgemeines

Situationen, in denen die Schutzeinrichtungen wiederhergestellt oder wieder aktiviert werden können, sind unter anderem:

- wenn eine Person nicht mehr von der Schutzausrüstung erkannt wird;
- eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung in der geschlossenen Stellung mit einer anwesenden Person im geschützten Bereich.

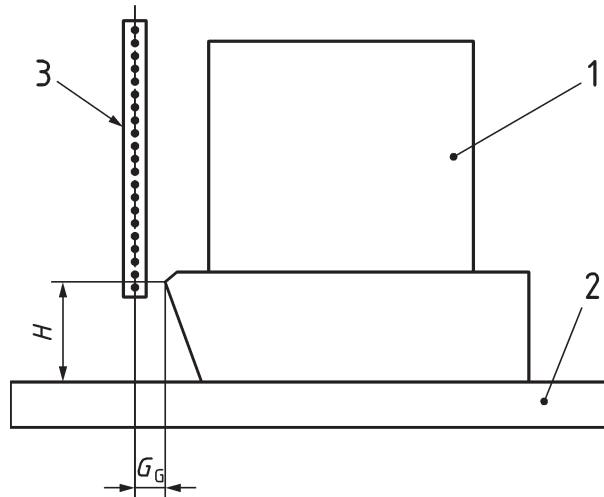
4.3.3.2 Vertikal zur Bezugsebene montierte BWS

Die Bereiche innerhalb des geschützten Bereiches, in denen eine Person nicht von einer vertikal zur Bezugsebene montierten BWS erkannt wird, werden wie folgt definiert:

- die Stelle, an der sich das nächstgelegene physische Hindernis in einer Höhe H über der Bezugsebene von mehr als 0 mm und weniger als oder gleich 1 000 mm befindet, und der Abstand zwischen dem Schutzfeld und dem nächstgelegenen Hindernis den Wert von G_D überschreitet, wobei G_D nach Gleichung 0 zu berechnen ist:

$$G_D = \frac{H}{15} + 25 \quad (1)$$

Siehe Bild 3 und Anhang G.



Legende

- 1 Gefährdungsbereich
- 2 Bezugsebene
- 3 BWS
- H Höhe des Hindernisses, das der BWS am nächsten liegt (in diesem Beispiel = 750 mm)
- G_D maximaler Abstand, der einen unerkannten Aufenthalt verhindert (in diesem Beispiel ≤ 75 mm) (E wird durch G_D ersetzt)

Bild 3 — Beispiel für das Verhindern des Ganzkörperzugangs

- wenn sich das nächstgelegene physische Hindernis in einer Höhe über der Bezugsebene von mehr als 1 000 mm befindet und der Abstand zwischen dem Schutzfeld und dem nächstgelegenen Hindernis 145 mm überschreitet.

Dies gilt nur, wenn das betrachtete physische Hindernis mindestens genauso breit ist wie die Zugangsöffnung.

Siehe Anhang G.

4.3.3.3 Vertikal zur Bezugsebene montierte verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

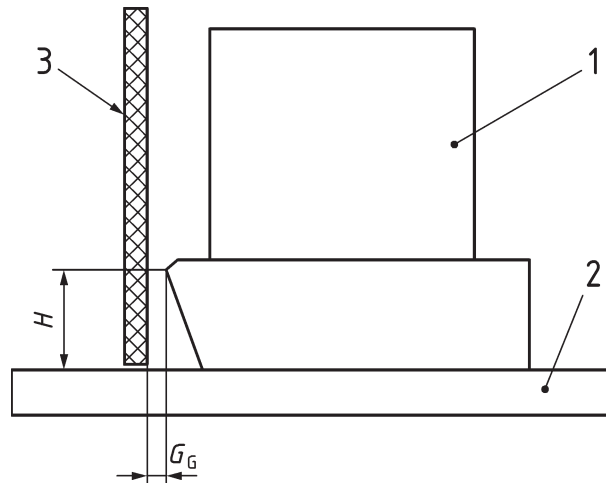
Die Bereiche innerhalb des geschützten Bereiches, in denen eine Person beim Schließen einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung, die vertikal zur Bezugsebene montiert ist, nicht erkannt wird, werden wie folgt definiert:

- die Stelle, an der sich das nächstgelegene physische Hindernis in einer Höhe H über der Bezugsebene von mehr als 0 mm und weniger als oder gleich 1 000 mm befindet, und der Abstand zwischen der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung und dem nächstgelegenen Hindernis den Wert von G_D überschreitet, wobei G_D nach Gleichung (2) zu berechnen ist:

$$G_G = \frac{H}{15} \quad (2)$$

- wenn sich das nächstgelegene physische Hindernis in einer Höhe über der Bezugsebene von mehr als 1 000 mm befindet, darf der Abstand zwischen der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung und dem nächstgelegenen Hindernis nicht größer sein als 120 mm.

Siehe Bild 4 und Anhang G.



Legende

- 1 Gefährdungsbereich
- 2 Bezugsebene
- 3 verriegelte bewegliche trennende Schutteinrichtung
- H Höhe des Hindernisses, das der BWS am nächsten liegt (in diesem Beispiel = 750 mm)
- G_G maximaler Abstand, der einen unerkannten Aufenthalt verhindert (in diesem Beispiel ≤ 75 mm)

Bild 4 — Beispiel für eine verriegelte bewegliche trennende Schutteinrichtung, die den Ganzkörperzugang zulässt

Dies gilt nur, wenn das betrachtete physische Hindernis mindestens genauso breit ist wie die Zugangsöffnung.

Siehe Anhang G.

4.3.4 Spezifische Anforderungen an die BWS

4.3.4.1 Allgemeines

Wenn eine Schutteinrichtung nur zum Erkennen des Ganzkörperzugangs verwendet wird, muss die Höhe der tiefsten (Unter-)Kante des Schutzfeldes (z. B. Strahl), H_{DB} , die den Zugang unterhalb des Schutzfeldes verhindert, ≤ 200 mm betragen. In industriellen Umgebungen ist eine maximale Höhe von 300 mm für die Unterkante des Schutzfeldes zulässig, sofern die Ergebnisse der Risikobeurteilung darauf hindeuten, dass dies ausreicht.

Siehe Anhang G.

4.3.4.2 Zusätzliche Anforderungen an vertikal zur Bezugsebene montierte Schutzfelder

- a) Die Höhe der höchsten (Ober-)Kante des Schutzfeldes, H_{DT} , muss ≥ 900 mm betragen, um das Übertreten des Schutzfeldes zu verhindern. Das gilt nicht bei Verwendung eines Einzelstrahls (siehe Anhang C) für Schutzfelder parallel zur Annäherungsrichtung (siehe 9.2); und
- b) der Abstand der BWS zum Strahl muss ≤ 400 mm sein. Siehe Bild 5.

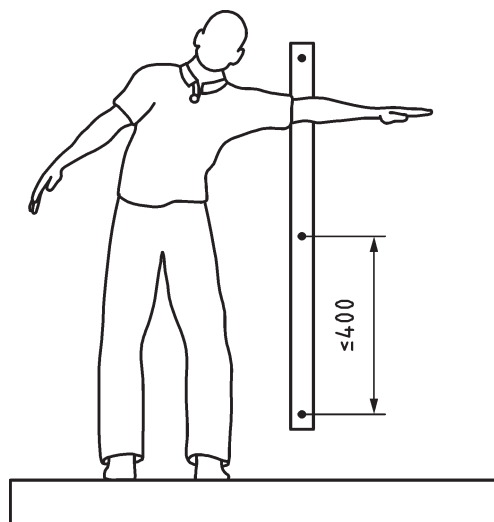


Bild 5 — Beispiel für Systeme mit mehreren Strahlen für den Ganzkörperzugang

4.3.4.3 Zusätzliche Anforderungen an Einrichtungen mit Einzelstrahl

Einrichtungen mit Einzelstrahl dürfen nur für Öffnungen mit einer Höhe von ≤ 500 mm verwendet werden und müssen in einer Höhe von 200 mm parallel zur Bezugsebene angeordnet werden.

Siehe Anhang G.

4.4 Reichweite zu sicherheitsbezogenen Handsteuergeräten

Die in diesem Dokument behandelten Reichweiten wurden bisher angewendet, um Empfehlungen bezüglich Maße und Abstände zu geben, durch die die Wahrscheinlichkeit des Kontaktes zwischen Körperteilen und einem Gefährdungsbereich verringert wird. Da diese Werte auf den Körpermaßen des Menschen beruhen, ist es auch möglich, diese Angaben in anderer Weise zu verwenden. So können diese Angaben auf ein beliebiges SRMCD angewendet werden, dessen Aktivierung zu einem unmittelbaren Anstieg des Risikos führen kann.

Um die in diesem Dokument enthaltenen Werte auf diese alternativen Fälle richtig anzuwenden, wird der Punkt, der der Gefährdung am nächsten liegt (einschließlich Ort, Maße usw.), durch das SRMCD, mit dem ein Kontakt zu verhindern ist, in dem entsprechenden Abschnitt dieses Dokuments ersetzt.

Wenn die Betätigung eines SRMCD Personenschäden herbeiführen kann, muss das sicherheitsbezogene Handsteuergerät in ausreichendem Abstand angeordnet werden, um dessen Betätigung durch eine Person vom Inneren des geschützten Bereiches aus zu verhindern.

Beispiele für ein SRMCD sind Drucktaster, Wahlschalter oder Fußhebel, die mit Funktionen wie Rücksetzen, Anlaufen/Wiederanlaufen, Entsperren der trennenden Schutzeinrichtung oder Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung (z. B. Vorrücken, Tippen) versehen sind.

- Rückstellen;
- Anlaufen/Wiederanlaufen;
- Entriegeln der trennenden Schutzeinrichtung oder
- Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung (z. B. Vorrücken, Tippen).

Bei einem SRMCD, das zusammen mit schützenden Konstruktionen (z. B. trennende Schutzeinrichtungen) verwendet wird, müssen zusätzlich zu den Anforderungen dieses Dokuments die Anforderungen von ISO 13857 erfüllt sein.

Bei einer Anwendung zusammen mit einer BWS, bei der zwei oder mehr SRMCD vorhanden sind, ist der Sicherheitsabstand für jedes SRMCD zu berechnen.

4.5 Spezifisches Verfahren mit BWS

Dieser Abschnitt legt Anforderungen an zwei wesentliche Situationen fest, die auf der Annäherungsrichtung der Person oder eines Körperteils der Person basieren; dabei kann die Richtung

- a) orthogonal (rechtwinklig oder senkrecht) zum Schutzfeld sein (siehe Abschnitt 8) oder
- b) parallel zum Schutzfeld sein (siehe Abschnitt 9).

Ferner sind Anforderungen an Anordnungen festgelegt, bei denen

- eine Annäherung unter beliebigem Winkel (zwischen orthogonal und parallel) zu berücksichtigen ist (siehe Abschnitt 7),
- die Berücksichtigung einer möglichen Umgehung des Schutzfeldes erforderlich ist (siehe 8.2 und 8.4),
- der Weg vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich durch Hindernisse eingeschränkt ist (indirekte Annäherung) (siehe 8.3.6).

ANMERKUNG 1 Diese Situationen treten auch in Kombination auf.

ANMERKUNG 2 Dieses Dokument ist nicht dafür vorgesehen, Maßnahmen festzulegen, mit denen das Erreichen eines Gefährdungsbereiches durch Hinüberklettern verhindert wird.

Bei der Verwendung von Laserscannern (AOPDDR) oder bildverarbeitenden Schutzeinrichtungen (VBPD) mit zweidimensionalem Schutzbereich muss die Berechnung des Sicherheitsabstandes in Abhängigkeit von der Annäherungsrichtung nach Abschnitt 7 oder Abschnitt 8 erfolgen.

4.6 Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung

Ziel der Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung (SSM) ist es, die geforderte Risikominderung zu erreichen, indem der Sicherheitsabstand mindestens dadurch eingehalten wird, dass die Geschwindigkeit oder der Bewegungsablauf der potentiell gefährdenden Bewegungen der Maschine oder ihrer Teile entsprechend angepasst wird. Abschnitt 6 beschreibt die Berechnung des dynamischen Sicherheitsabstandes, wobei die folgenden Anforderungen von 6.2 gelten, wenn der Schutz durch eine Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung erreicht wird:

- alle Körperteile, die in dem Bereich vorhanden sind, in dem eine Risikominderung erforderlich ist (geschützter Bereich), und die erkannt werden sollen, müssen erkannt werden;
- ein Fehler beim Aufspüren aller Körperteile, die im geschützten Bereich erkannt werden sollen, muss zu einem sofortigen Befehl führen, mit dem die vorgesehene Risikominderung innerhalb des Wirkungsbereiches der Steuerung erreicht wird;
- ein Fehler bei der Einhaltung des Sicherheitsabstandes zu einer Person oder deren Körperteilen im geschützten Bereich muss zu einem sofortigen Befehl führen, mit dem die vorgesehene Risikominderung innerhalb des Wirkungsbereiches der Steuerung erreicht wird.

Der Sicherheitsabstand muss nach 6.3 berechnet werden. Wenn die Schutzausrüstung die Annäherungsgeschwindigkeit einer Person oder von deren Körperteilen misst, kann der gemessene Wert in die Berechnung einbezogen werden. Anderenfalls ist die Annäherungsgeschwindigkeit nach 5.3.1 anzuwenden.

Die Leistung des SRP/CS oder SCS bei der Messung der Annäherungsgeschwindigkeit muss derart ausgelegt sein, dass sie die Leistung des SRP/CS oder SCS, das/die die SSM-Funktion ausführt, nicht mindert. Die Unsicherheit bei der Messung von Position und Geschwindigkeit der gefahrbringenden Maschinenteile oder der Maschine selbst sowie die Unsicherheit bei der Messung von Position und Geschwindigkeit von Körperteilen muss als Beitrag des zusätzlichen Entfernungsfaktors Z berücksichtigt werden. Falls die Messunsicherheit bekannt ist, muss sie als Z_m nach 5.6 wiedergegeben werden; falls sie unbekannt ist, dann müssen drei Standardabweichungen zum Mittelwert der Messungen hinzugefügt werden.

5 Berechnung des Sicherheitsabstandes

5.1 Allgemeines

Die Schutzeinrichtung muss sich im Sicherheitsabstand zu den Gefährdungen und im Wirkungsbereich der Steuerung der Schutzeinrichtung befinden. Personen müssen vor der Gefährdung (den Gefährdungen) geschützt sein, wenn sie über die Schutzeinrichtung hinüberreichen, durch die Schutzeinrichtung hindurchreichen oder unter der Schutzeinrichtung entlangreichen. Siehe auch Anhang A für Informationen hinsichtlich des Erreichens der vorgesehenen Risikominderung.

Schutzeinrichtungen, die in einem Sicherheitsabstand angeordnet werden müssen, sind unter anderem:

- a) BWS (siehe Abschnitt 6, Abschnitt 8 und Abschnitt 9);
- b) Schalmatten (siehe Abschnitt 9);
- c) Zweihandschaltungen (siehe Abschnitt 10);
- d) einfach betätigte Steuerungseinrichtungen (siehe Abschnitt 11);
- e) verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (siehe Abschnitt 12);
- f) Schalmatten/-puffer (siehe Abschnitt 13).

ANMERKUNG Die Variablen, die in diesem Dokument zur Ermittlung des Sicherheitsabstandes von Schutzeinrichtungen verwendet wurden, sind verändert worden, um eine Verwechslung mit anderen Internationalen Normen, in denen die gleichen Variablen zur Darstellung anderer Parameter verwendet werden, zu vermeiden. Siehe Anhang E.

5.2 Sicherheitsabstand S

Der Sicherheitsabstand zum Gefährdungsbereich muss unter Anwendung der allgemeinen Gleichung (3) berechnet werden.

$$S = (K \times T) + D_{DS} + Z \quad (3)$$

Dabei ist

- S der Sicherheitsabstand, in Millimeter (mm);
- K ein Parameter, in Millimeter je Sekunde (mm/s), abgeleitet von Daten über Annäherungsgeschwindigkeiten des Körpers oder von Körperteilen (siehe 5.3);
- T die Reaktionszeit des Gesamtsystems, in Sekunden (s) (siehe 5.4);
- D_{DS} die Reichweite in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung, in Millimeter (mm) (5.5);
- Z der zusätzliche Entfernungsfaktor, in Millimeter (mm) (siehe 5.6).

5.3 Annäherungsgeschwindigkeit K

5.3.1 Annäherungsgeschwindigkeit des menschlichen Körpers

Der Faktor K bezeichnet die Geschwindigkeitskonstante, welche die Bewegungen der Hände und des Körpers einer Person, die sich einem Gefährdungsbereich nähert, umfasst.

Bei der Bestimmung von K sollten die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:

- Hand- und Armbewegung;
- Verdrehen des Körpers oder der Schultern oder Beugen in der Taille;
- Gehen.

Die Geschwindigkeitskonstante von 2 000 mm/s wurde bisher verwendet, um den Wert für die Geschwindigkeit der Hand zu bestimmen, die gewöhnlich als die horizontale Bewegung der oberen Gliedmaßen angesehen wird (Hand und Arm, auch als Greifen bekannt). Bei Annäherungen an den Gefährdungsbereich, bei denen diese Hand- und Armbewegungen beteiligt sind, muss ein Wert von $K = 2\,000\text{ mm/s}$ angewendet werden.

Die Geschwindigkeitskonstante von 1 600 mm/s wurde bisher zur Bestimmung der Gehgeschwindigkeit verwendet.

Bei Annäherungen an den Gefährdungsbereich, bei denen eine Gehbewegung erforderlich ist, muss ein Wert von $K = 1\,600\text{ mm/s}$ angewendet werden.

Dieser Wert deckt keine anderen Körperbewegungen ab, die die tatsächliche Annäherungsgeschwindigkeit beeinflussen können.

Die oben genannten Faktoren sollten bei der Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante für eine bestimmte Anwendung berücksichtigt werden.

Dieser Wert deckt keine anderen Körperbewegungen, Maschinenbewegungen oder Kombinationen dieser Bewegungen ab, die die tatsächliche Annäherungsgeschwindigkeit beeinflussen können. Die oben genannten Faktoren sollten bei der Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante für eine bestimmte Anwendung berücksichtigt werden.

5.3.2 Annäherungsgeschwindigkeit von ortsveränderlichen Maschinen

Wenn sich die Gefährdung selbst aus der Ortsveränderbarkeit der Maschine ergibt, muss die kombinierte Annäherungsgeschwindigkeit der ortsveränderlichen Maschine und der dazugehörigen Gefährdung(en) berücksichtigt werden, falls:

- es vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass sich eine Person der Maschine in dem Moment nähert, in dem die Maschine sich auch der Person nähert und
- die Betrachtung der kombinierten Annäherungsgeschwindigkeit von Maschine und Person für die vorgesehene Risikominderung praktisch umsetzbar ist.

ANMERKUNG Ein typisches Beispiel für eine solche Situation ist die orthogonale Annäherung einer Person, die einen Gang entlangläuft, an den Kreuzungspunkt dieses Ganges mit dem Bewegungspfad der ortsveränderlichen Maschine. Wenn der Zusammenprall durch das rechtzeitige Erkennen der Annäherung der Person zu vermeiden ist, werden auch größere Abmessungen des Schutzfeldes, die sich aus der Berücksichtigung der kombinierten Annäherungsgeschwindigkeit ergeben, nicht den Zusammenprall verhindern, wenn die Person den Kreuzungspunkt fast zur selben Zeit erreicht wie die Maschine.

Die sich daraus ergebende Annäherungsgeschwindigkeit muss das Ergebnis der Vektorsumme (Geschwindigkeitswert und Bewegungsrichtung) aus den Annäherungsgeschwindigkeiten von Mensch und Maschine sein.

5.4 Reaktionszeit des Gesamtsystems T

Die Reaktionszeit des Gesamtsystems, T , die zur Bestimmung des Sicherheitsabstandes einer Schutzeinrichtung verwendet wird, muss entweder durch Berechnung oder durch Messung (T_{measured}) ermittelt werden.

Die Reaktionszeit des Gesamtsystems, T , in der die Maschine die vorgesehene Risikominderung erreicht, umfasst Zeitabschnitte, die je nach Maschinentyp, angewendeten Schutzeinrichtungen und den Elementen der SRP/CS oder SCS, die an der Sicherheitsfunktion beteiligt sind, veränderlich sind. Siehe Gleichung (4) und Bild 6 unten.

Die Reaktionszeit des Gesamtsystems kann als die Summe der folgenden Faktoren ermittelt werden, wie durch Gleichung (4) dargestellt:

$$T \geq t_{\text{SRP/CS}} + t_{\text{ME}} + t_{\text{F}} \quad (4)$$

Dabei ist

- $t_{\text{SRP/CS}}$ ermittelt durch die Addition der Annahmen für den ungünstigsten Fall durch den Hersteller der Schutzeinrichtung und der zugehörigen Teile der SRP/CS oder SCS;
- t_{ME} abgeschätzt vom Maschinenhersteller während der Konstruktion, einschließlich Unsicherheiten;
- t_{F} ein Wert, üblicherweise bestimmt auf Grundlage von T_{measured} , der durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird. Bei der Bestimmung von t_{F} sollten Faktoren wie die Masse des Werkzeugs, die Temperatur und die Alterung von Bauteilen sowie das Worst-case-Szenario (z. B. Höchstgeschwindigkeit eines beweglichen Teils) berücksichtigt werden.

Die Reaktionszeit des Gesamtsystems, T , kann als die Summe dieser Faktoren ermittelt und darf durch Gleichung (5) dargestellt werden:

$$T \geq t_I + t_L + t_O + t_D + t_R + t_M + t_F \quad (5)$$

Dabei ist

T der Zeitwert, der bei der Berechnung zur Ermittlung des Mindestabstandes verwendet wurde;

$t_{\text{SRP/CS}}$ die Reaktionszeit des SRP/CS oder SCS, bestehend aus:

t_I der Reaktionszeit des Eingangs (z. B. Sensor, Schutzeinrichtung);

t_L der Reaktionszeit der SRP/CS- oder SCS-Logik;

t_O der Reaktionszeit des SRP/CS- oder SCS-Ausgangs;

t_{ME} die Reaktionszeit des Maschinenelements, bestehend aus:

t_D der Zeit in Bezug auf die Abführung der Quellenenergie;

t_R der Zeit in Bezug auf die mechanische Reaktion;

t_M der Zeit in Bezug auf die mechanische Trägheit;

t_F der Zeit in Bezug auf einen Toleranzfaktor für die Maschine, sofern notwendig.

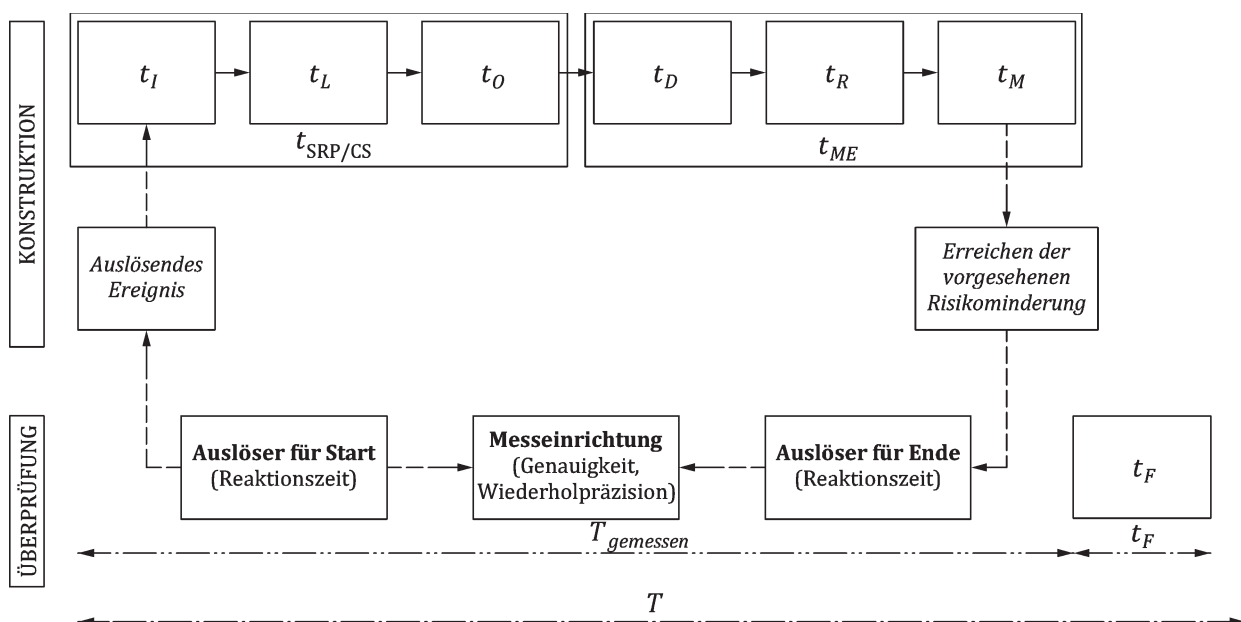


Bild 6 — Beziehung der Faktoren von T

Jeder Block innerhalb von $t_{\text{SRP/CS}}$ und t_{ME} fügt eine Zeitverzögerung von der Einleitung einer Sicherheitsfunktion (Erkennen einer potentiellen Gefährdungssituation durch den Sensor) bis zum endgültigen Erreichen der vorgesehenen Risikominderung hinzu.

Nicht alle Elemente von t_{ME} können die Reaktionszeit des Gesamtsystems in allen Sicherheitsfunktionen soweit beeinflussen, dass die vorgesehene Risikominderung erzielt wird. Diejenigen Elemente, die nicht die Reaktionszeit des Gesamtsystems beeinflussen, sind in T nicht enthalten.

Wenn eingebettete Sicherheitsfunktionen verhindern, dass die zeitliche Grenze überschritten wird, um die angegebene Risikominderung zu erreichen, dürfen die Werte t_{ME} und t_F in Gleichung (4) durch t_{SF} ersetzt werden, wie in Gleichung (6) dargestellt.

$$T \geq t_{SRP/CS} + t_{SF} \quad (6)$$

Wenn die Bestimmung von $t_{SRP/CS}$ und t_{ME} nicht möglich ist, muss die Reaktionszeit des Gesamtsystems, T , durch Messung ermittelt werden. Der Wert $T_{measured}$ ist die Zeit, die sich aus der Messung der Anwendung ergibt. Abweichungen aufgrund von Messfehlern werden durch die Auswertung mehrerer Messungen mit geeigneten statistischen Verfahren berücksichtigt. Die in der Berechnung verwendete Reaktionszeit des Gesamtsystems muss größer oder gleich der Summe der Zeitmessungen $T_{measured}$ und t_F sein, wie in Gleichung (7) angegeben.

$$T \geq T_{measured} + t_F \quad (7)$$

ANMERKUNG Die Messung der Zeit, die erforderlich ist, um die vorgesehene Risikominderung zu erreichen, kann auch zur Verifizierung und Validierung des Mindestsicherheitsabstandes genutzt werden.

Wenn ein Gerät zur Messung der Anhaltezeit verwendet wird, um den Wert von $T_{measured}$ zu messen, und die Start- und Endauslöser umfassen nicht alle im Logikpfad verwendeten Geräte, kann die gemessene Zeit kürzer und daher weniger genau sein.

Die Auslöser für Start und Ende sollten so nah wie möglich an dem auslösenden Ereignis des Eingangs (An- oder Abwesenheit einer Person) bzw. an dem Zeitpunkt liegen, an dem die vorgesehene Risikominderung erreicht ist. Eine manuelle Betätigung des Start- und Endauslösers stellt die größte Variable dar.

Weitere Informationen sind in Anhang F enthalten.

5.5 Reichweitefaktoren in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung D_{DS}

5.5.1 Allgemeines

Zusätzliche Reichweitefaktoren sind davon abhängig, wie Schutzeinrichtungen eingesetzt wurden. Schutzeinrichtungen lassen eine gewisse Annäherung an den Gefährdungsbereich zu, bevor sie eine Sicherheitsfunktion auslösen; siehe 5.5.2. Unter Umständen kann deren Anwendung sogar erlauben, sich dem Gefährdungsbereich um die Schutzeinrichtung herum zu nähern, ohne dass eine Person erkannt wird; siehe 5.5.3.

5.5.2 Reichweiten in Anwendungen, die eine Sicherheitsfunktion auslösen

Die Anwesenheit einer Person im Schutzfeld wird von einer SPE nicht erkannt, solange die Person nicht bis zu einem gewissen Maße in das Schutzfeld eingedrungen ist. Bei der Verwendung von Zweihandschaltungen, einfach betätigten Steuerungseinrichtungen, verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder Schaltleisten/-puffern ist es einer Person möglich, in den Gefährdungsbereich einzugreifen, ohne dass eine Sicherheitsfunktion ausgelöst wird. Dieses Maß gibt die Reichweite D_{DS} in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung an. Siehe Abschnitt 7 bis Abschnitt 13 für Leitlinien zur Bestimmung von D_{DS} für Schutzeinrichtungen.

5.5.3 Reichweiten in Anwendungen, die keine Sicherheitsfunktion auslösen

Zusätzlich zum Sicherheitsabstand, der sich aus den Berechnungen der Reaktionszeit des Gesamtsystems ergibt (Gleichung (3)), muss sich die Gefährdung außerhalb der Reichweite einer Person befinden. Zu den Beispielen zählen unter anderem:

- verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, über die eine Person hinüberreichen, hindurchreichen oder darunter entlangreichen kann;
- um das mechanische Gehäuse einer BWS herumreichen oder
- das Schutzfeld einer BWS ist mit einer schützenden Konstruktion kombiniert, die es einer Person ermöglicht, hinüberzureichen, ohne erkannt zu werden. Siehe auch 8.2.3 und 8.4.5.

Leitlinien für die Bestimmung der Reichweite einer Person in diesen Szenarien sind in ISO 13857 beschrieben.

Bei der Bestimmung des endgültigen Sicherheitsabstandes in Zusammenhang mit einer Schutzeinrichtung entsprechend den Festlegungen dieses Dokuments müssen verschiedene Parameter ermittelt und ausgewertet werden. Alle zutreffenden Parameter müssen dabei berücksichtigt werden und die Maße und/oder die Anordnung jeder Schutzeinrichtung zum Erreichen eines annehmbaren Risikos müssen endgültig ermittelt werden. Um den endgültigen Sicherheitsabstand zu bestimmen, müssen der größere der beiden nach Gleichung (5) dieses Dokuments ermittelten Werte und der nach ISO 13857 ermittelte Abstand angewendet werden.

5.6 Zusätzliche Entfernungsfaktoren

Je nach Anwendungsfall, Maschine und Schutzeinrichtung kann ein zusätzlicher Entfernungsfaktor Z notwendig sein. Die entsprechenden Gebrauchsanleitungen des Herstellers müssen hierbei beachtet werden.

Die dabei zu berücksichtigenden zusätzlichen Entfernungsfaktoren sind unter anderem:

- Z_P = Positionsunsicherheit des Bedieners, wie von der SPE gemessen, ergibt sich aus der Messgenauigkeit des Sensorsystems;
- Z_M = Positionsunsicherheit der Maschine, ergibt sich aus der Genauigkeit der Positionsmessung der Maschine;
- Z_R = Ergänzung für reflexionsbedingte Messfehler. Die Ergänzung kann notwendig sein, wenn sich in der Nähe einer BWS ein Rückstrahler befindet.
- Z_F = Ergänzung für fehlenden Bodenabstand einer sich bewegenden Maschine (z. B. eines Fahrzeugs). Diese Ergänzung kann notwendig sein, da eine Person in der Regel von einer BWS oberhalb des Fußbodens erkannt wird, und der Bremsvorgang der Maschine die Länge des Fußes vor dem Erkennungspunkt nicht berücksichtigen kann. Der Fuß einer Person könnte dadurch verletzt werden, wenn die Maschine keinen Bodenabstand besitzt.
- Z_B = Ergänzung für abnehmendes Bremsmoment einer sich bewegenden Maschine (z. B. eines Fahrzeugs) entsprechend den Gebrauchsanweisungen des Herstellers.

Durch das Hinzufügen sämtlicher zutreffender zusätzlicher Entfernungsfaktoren zu Gleichung (5) wird die Gleichung für die Berechnung des Sicherheitsabstandes wie folgt abgeändert:

$$S = K \times (t_1 + t_L + t_0 + t_M + t_F) + D_{DS} + (Z_G + Z_R + Z_F + Z_B + \dots) \quad (8)$$

6 Dynamischer Sicherheitsabstand

6.1 Allgemeines

Der dynamische Sicherheitsabstand wird an der Grenze des Gefährdungsbereiches bestimmt, die von einer Gefährdung, einem Gefährdungspunkt, von Teilen der Maschine, von denen die Gefährdung ausgeht, oder von der Maschine selbst in Abhängigkeit von ihrer aktuellen Position und der Änderung dieser Position während der Reaktionszeit des Gesamtsystems T erreicht werden kann, um die vorgesehene Risikominderung zu erzielen. Die Zeit T entspricht der in 5.4 für den statischen Sicherheitsabstand angegebenen, mit der Ergänzung der Abtastrate der Steuerung t_s , wobei gilt:

$$T = t_l + t_L + t_0 + t_M + t_F + t_s \quad (9)$$

Dabei ist t_s die Abtastrate der Steuerung, die notwendig ist, um zu beachten, dass die Erkennung gleich zu Beginn der folgenden Abtastung erfolgen kann.

Die Position der Gefährdung zu dem Zeitpunkt, an dem die Schutzeinrichtung aktiviert werden muss, und deren Anhalteweg entsprechend ihrer aktuellen Geschwindigkeit und Verzögerung, müssen bei der entsprechenden Berechnung berücksichtigt werden.

6.2 Dynamischer Sicherheitsabstand bei Annäherung einer Person aus unbekannter Richtung

Wenn die Annäherungsrichtung der Person nicht bekannt ist, muss die zusätzliche Positionsänderung der Gefährdung über die gesamte Zeit Δx zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung bei der Berechnung berücksichtigt werden. Deshalb lautet die Gleichung für den Sicherheitsabstand S zu einer dynamischen Gefährdung wie folgt:

$$S = (K \times T) + \Delta x + D_{DS} + Z \quad (10)$$

Dabei ist

K , D_{DS} , und Z nach 5.3 bis 5.6 ermittelt;

T in Gleichung (9) definiert; und

Δx die Entfernung, die die Gefährdung über die gesamte Zeit bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung zurücklegt.

Sind Beschleunigung und Verzögerung bekannt und konstant, dann muss Δx mit Gleichung (11) berechnet werden:

$$\Delta x = v_0 \times (t_l + t_L + t_0 + t_s) + \frac{a_{\max}}{2} \times (t_l + t_L + t_0 + t_s)^2 + v_0 \times (t_M + t_F) + \frac{-a}{2} \times (t_M + t_F)^2 \quad (11)$$

Dabei ist

v_0 die Anfangsgeschwindigkeit der Maschine, in mm/s;

t_l , t_L , t_0 , t_M , t_F , t_s die Zeitkomponenten von T , in s;

$a_{\max}$ die größtmögliche Beschleunigung der Maschine, in mm/s²;

$-a$ die Verzögerung (Bremsvermögen), in mm/s².

ANMERKUNG Die Maschinen besitzen wahrscheinlich eine Höchstgeschwindigkeit. Je nach aktueller Geschwindigkeit der Maschine zum Zeitpunkt der Abtastung kann die Zeit, in Sekunden, bis zum Erreichen der Höchstgeschwindigkeit wie folgt berechnet werden:

$$T_{v \rightarrow v_{\max}} = \frac{v_{\max} - v_0}{a} \quad (12)$$

weshalb Gleichung (11) nur dann anwendbar ist, wenn $(t_I + t_L + t_0 + t_S) < T_{v \rightarrow v_{\max}}$; anderenfalls muss v zu den Zeiten $(t_I + t_L + t_0 + t_S) > T_{v \rightarrow v_{\max}}$ an $v_{\max}$ angehängt werden und die Berechnung von Δx wird zu der in Gleichung (13) angegebenen:

$$\Delta x = v \times T_{v \rightarrow v_{\max}} + \frac{a_{\max}}{2} \times T_{v \rightarrow v_{\max}}^2 + v_{\max} \times (t_I + t_L + t_0 + t_S - T_{v \rightarrow v_{\max}}) + v_{\max} \times (t_M + t_F) + \frac{-a}{2} \times (t_M + t_F)^2 \quad (13)$$

Wenn $a_{\max}$ nicht bekannt ist, muss außerdem eine unendliche Beschleunigung in Gleichung (11) verwendet werden, weshalb sie zu Gleichung (14) reduziert werden kann.

$$\Delta x = v_{\max} \times (t_I + t_L + t_0 + t_S) + v_{\max} \times (t_M + t_F) + \frac{-a}{2} \times (t_M + t_F)^2 \quad (14)$$

Letztendlich, wenn $-a$ nicht bekannt ist, muss eine Verzögerung von 0 mm/s² in allen Fällen verwendet werden.

ANMERKUNG Beide Reduzierungen können gleichzeitig erfolgen, wenn sowohl $a_{\max}$ als auch $-a$ unbekannt sind.

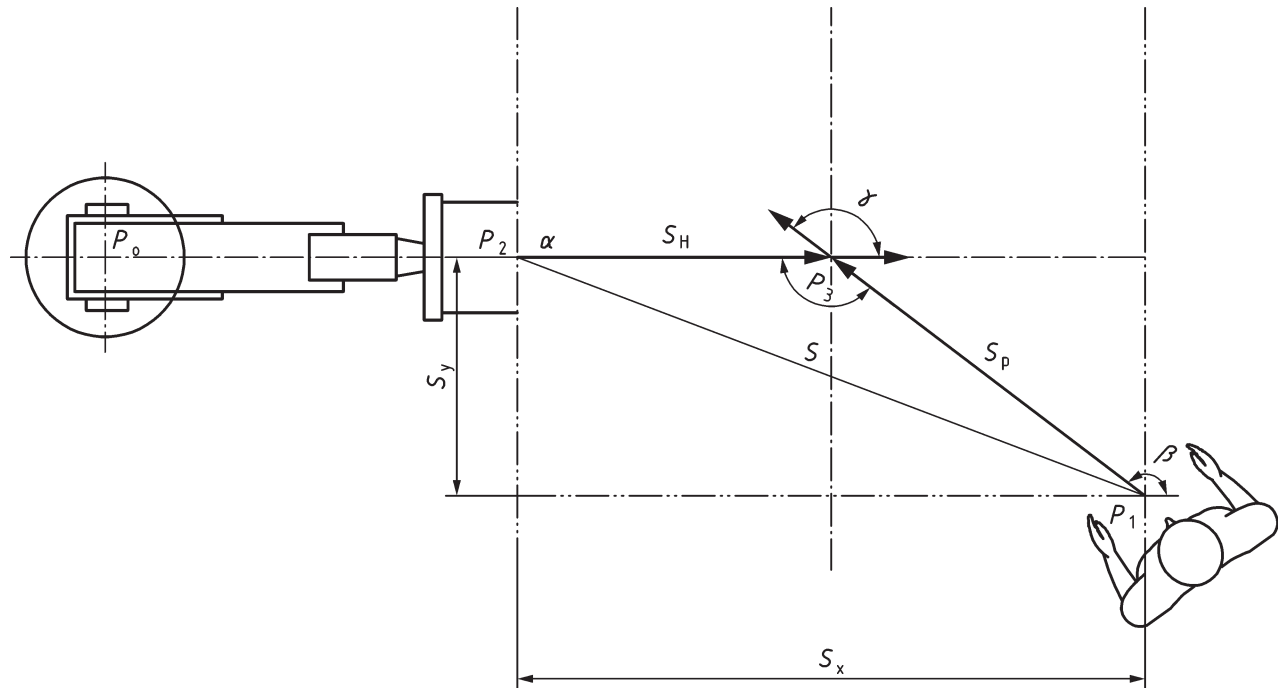
Alternativ kann Δx in Übereinstimmung mit einer Typ-C-Norm angegeben werden oder, da die Verzögerung a von verschiedenen Faktoren abhängig sein kann, kann Δx durch Messung ermittelt werden (siehe Anhang D). Eine weitere Anwendungstoleranz muss hinzugefügt werden, und diese Toleranz darf nicht kleiner sein als 10 % des gemessenen Wertes. Der berechnete Wert von Δx muss validiert werden.

6.3 Dynamischer Sicherheitsabstand bei Annäherung einer Person aus bekannter Richtung

Wenn die Richtung, aus der sich die Person nähert, bekannt ist, darf dieser Parameter bei der Berechnung des dynamischen Sicherheitsabstandes berücksichtigt werden.

Der dynamische Sicherheitsabstand muss wie folgt berechnet werden (siehe Bild 7):

$$S = \sqrt{S_H^2 + S_P^2 - 2 \times S_H \times S_P \times \cos(\beta)} + D_{DS} + Z \quad (15)$$



Legende

S_P Bewegung der Person von T_0 bis zum Kontakt bei T_1 , unter der Annahme einer konstanten Geschwindigkeit von 1 600 m/s ($S_P = 1\,600\text{ m/s} \times T$)

S_H Bewegung der Gefährdung (Roboter) von T_0 bis zum Stillstand bei T_1 , bei aktueller Geschwindigkeit v_H , dem Bremsvermögen $-a$, und der Reaktionszeit des Gesamtsystems T wie folgt:

$$S_H = v_H \times T - \left(\frac{a}{2}\right) \times T^2 \quad (16)$$

T_0 Zeit, bei der die BWS-Funktion ausgelöst wird (bei P_1);

T_1 Zeit, bei der die Gefährdung den Stillstand erreicht; deshalb ist $T = T_1 - T_0$ (T = Gesamtreaktionszeit)

P_0 Koordinatenursprung

P_1 Position des Bedieners, wenn die BWS-Funktion ausgelöst wird (bei T_0)

P_2 Position der Gefährdung (Roboter) bei T_0

P_3 von der Gefährdung (Roboter) erreichter Punkt, an dem keine Gefährdung mehr vorliegt (die Gefährdungsfunktion ist beendet, z. B. wenn der Kontakt zwischen Roboter und Person nicht zu einer Schädigung geführt hat)

α Bewegungswinkel der Gefährdung (zur x-Achse als Bezugsachse; zur Vereinfachung ist $\alpha = 0^\circ$)

β Bewegungswinkel der Person (zur x-Achse als Bezugsachse) und

γ Winkel zwischen der Bewegung einer Person und der Bewegung der Gefährdung

Bild 7 — Annäherungsrichtung

ANMERKUNG Der Winkel β kann mit einer geeigneten Schutteinrichtung in der Maschinensteuerung durch Erkennen der Bewegungsrichtung der Gefährdung und Erkennen der Annäherungsrichtung der Person bestimmt werden.

Es gilt der resultierende Wert von S , so lange sich der Bewegungswinkel der Person im Verhältnis zum Bewegungswinkel der Maschine nicht grundlegend ändert. Auf jeden Fall muss der Stopp beim ersten Abtasten, das eine Missachtung des Abstandes S ergibt, ausgelöst werden. Hierzu wird davon ausgegangen, dass der Bewegungspfad der Person beim ersten Abtasten, bei dem eine Missachtung des Abstandes S festgestellt wird, während der gesamten Zeit bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung konstant bleibt.

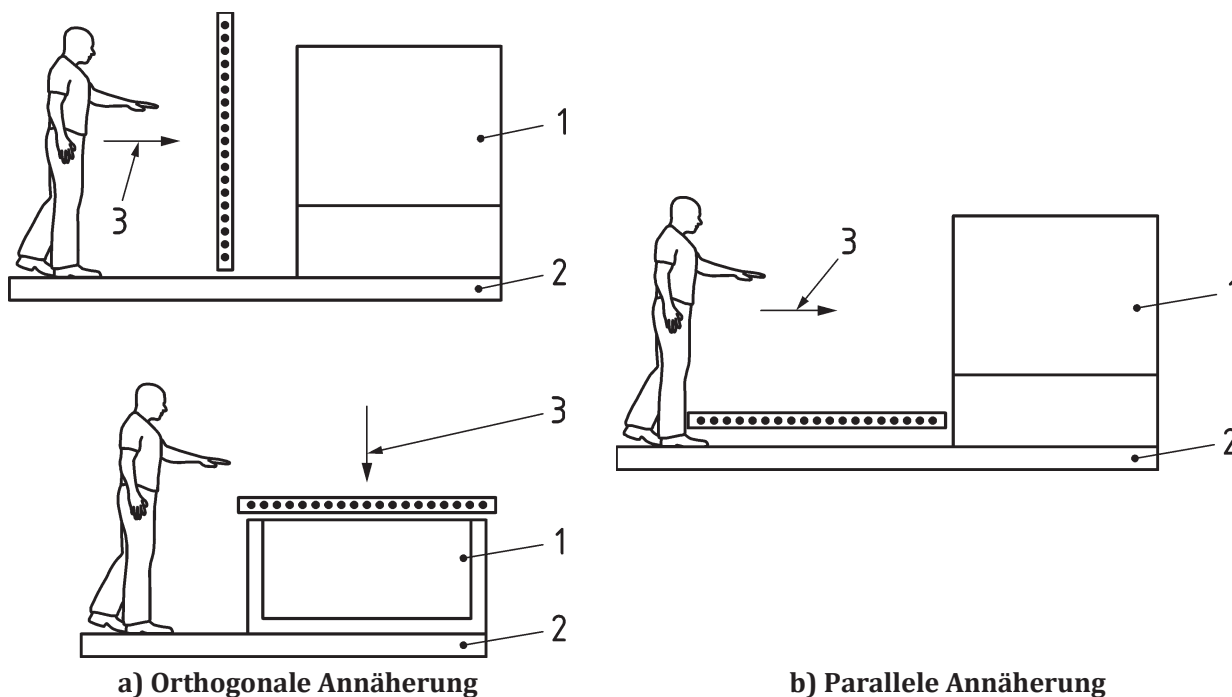
Da die Bewegung von Personen unvorhersehbar ist, gilt diese Annahme nur für kleine Werte von T (unter 0,100 s: siehe Anhang G) oder in Fällen, in denen die Bewegung der Person oder der Maschine durch physische Hindernisse eingeschränkt ist. Anderenfalls gelten die Gleichungen in 6.2.

ANMERKUNG Für ein besseres Verständnis ist das Beispiel in zwei Dimensionen dargestellt. Die Berechnungsgrundsätze gelten gleichfalls in drei Dimensionen, wobei in jedem Fall eine kontinuierliche Berechnung über ein Steuergerät erfolgt.

7 Betrachtung der Annäherungsrichtung an ein Schutzfeld

Dieses Dokument betrachtet zwei verschiedene Annäherungen an ein Schutzfeld:

- orthogonale Annäherung an ein Schutzfeld (siehe Bild 8 a)), siehe auch Abschnitt 8 und
- parallele Annäherung an ein Schutzfeld (siehe Bild 8 b)), siehe auch Abschnitt 9.

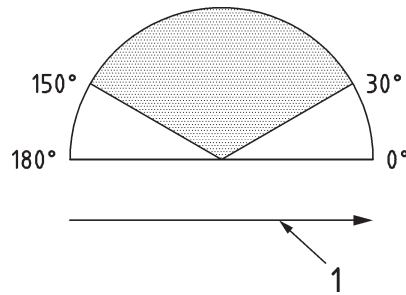


Legende

- 1 Gefährdungsbereich
- 2 Bezugsebene
- 3 Annäherungsrichtung

Bild 8 — Typische Annäherungsrichtungen an ein Schutzfeld

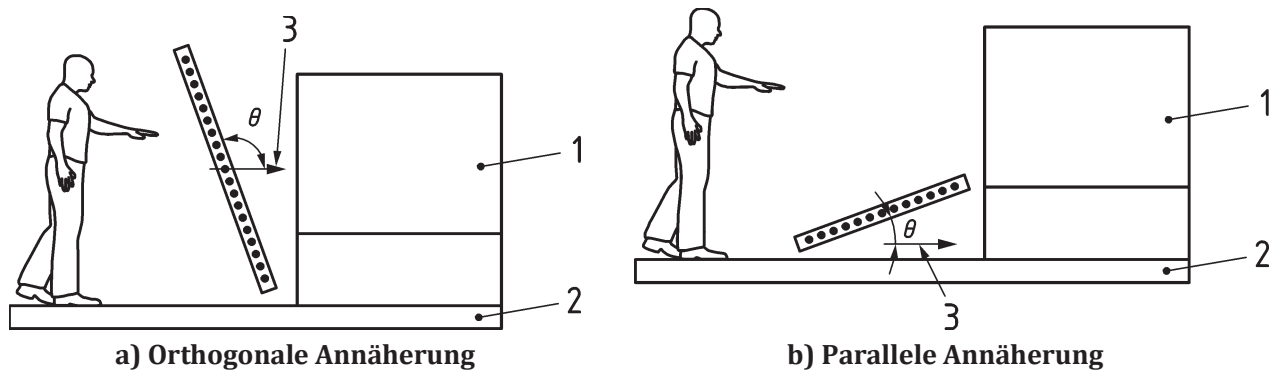
Wenn das Schutzfeld so aufgebaut ist, dass es in einem Winkel von $30^\circ < \theta < 150^\circ$ zur Annäherungsrichtung liegt, so muss die Annäherung als orthogonal angesehen werden [siehe Abschnitt 8 und Bild 8 a) und Bild 10 a)]. Wenn das Schutzfeld so aufgebaut ist, dass es in einem Winkel von $30^\circ \leq \theta$ oder $\theta \geq 150^\circ$ (bis 180°) zur Annäherungsrichtung liegt, so muss die Annäherung als parallel angesehen werden [siehe Abschnitt 9 und Bild 8 b) und Bild 10 b)]. Siehe Bild 9.



Legende

- 1 Annäherungsrichtung

Bild 9 — Unterschiedliche Winkel zur Annäherungsrichtung



Legende

- 1 Gefährdungsbereich
2 Bezugsebene
3 Annäherungsrichtung
 θ Winkel des Schutzfeldes zur Annäherungsrichtung

Bild 10 — Zur Annäherungsrichtung abgewinkeltes Schutzfeld

Bei SPE, die die Anwesenheit von Personen mithilfe der volumetrischen Erfassung feststellen, muss die Annäherungsrichtung die Ebene berücksichtigen, die das Volumen am Erfassungspunkt begrenzt.

8 Orthogonale Annäherung an ein Schutzfeld

8.1 Bestimmung der Reichweite bei orthogonaler Annäherung an ein Schutzfeld

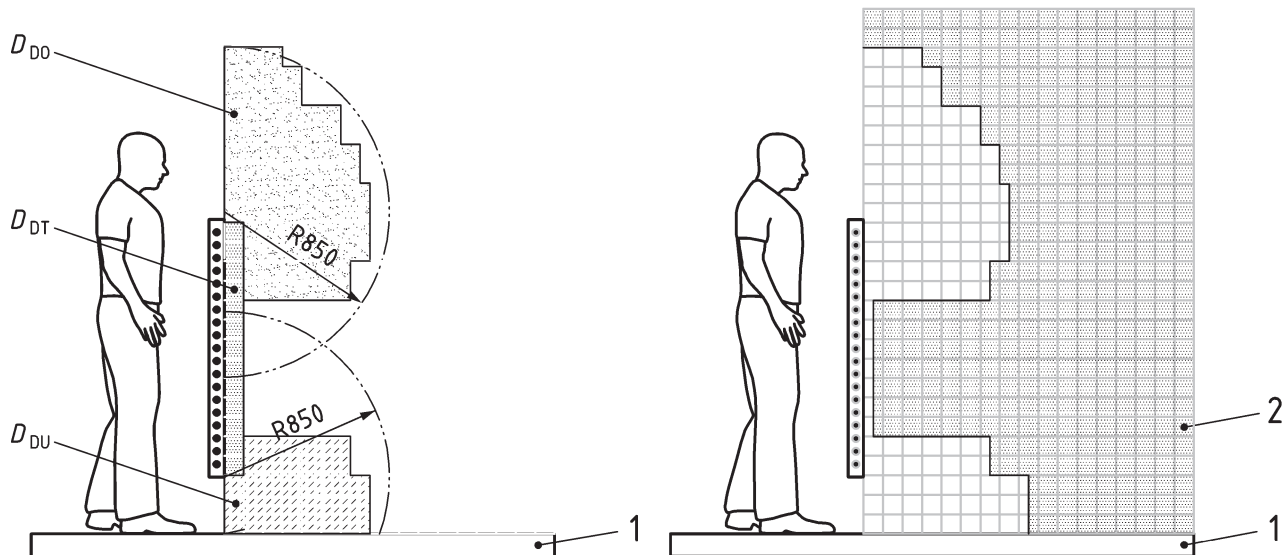
Bei der Bestimmung der Reichweite D_{DS} bei orthogonaler Annäherung an ein Schutzfeld entsprechend den Festlegungen dieses Dokuments müssen die zutreffenden Parameter ermittelt und ausgewertet werden. Diese Parameter sind zu berücksichtigen, und es ist eine endgültige Entscheidung über die Größe, das effektive Detektionsvermögen d_e und/oder die Lage der einzelnen Schutzfelder zu treffen, um das Risiko auf einen annehmbaren Wert zu begrenzen. Daher müssen bei der Bestimmung der Reichweite D_{DS} bei orthogonaler Annäherung an ein Schutzfeld alle infrage kommenden Bedenken in Zusammenhang mit der Anwendung überprüft werden:

- Hinüberreichen über das Schutzfeld, woraus sich D_{D0} ergibt (siehe 9.2);
- Hindurchreichen durch das Schutzfeld, woraus sich D_{DT} ergibt (siehe 9.3) und
- unter das Schutzfeld reichen, woraus sich D_{DU} ergibt (siehe 9.4).

Für die Reichweite muss der größte Wert nach Gleichung (17) verwendet werden (siehe Bild 11).

$$D_{DS} = \max(D_{DO}, D_{DT}, D_{DU}) \quad (17)$$

Um den unerkannten Zugang zum Gefährdungsbereich zu verhindern, muss zwischen dem Gefährdungsbereich und dem nächstgelegenen Strahl ein Sicherheitsabstand vorhanden sein. Um den unerkannten Zugang zu einem SRMCD zu verhindern, muss zwischen dem SRMCD und dem nächstgelegenen Strahl ein Sicherheitsabstand vorhanden sein.



Legende

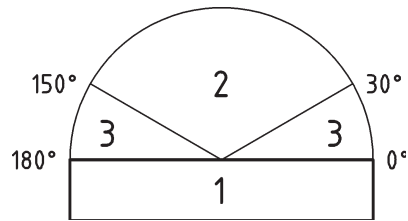
- 1 Bezugsebene
- 2 Stelle außerhalb der Reichweite
- D_{DO} Reichweite über das vertikale Schutzfeld
- D_{DT} Reichweite durch das vertikale Schutzfeld
- D_{DU} Reichweite unter das vertikale Schutzfeld

Bild 11 — Betrachtung aller Reichweifaktoren bei orthogonaler Annäherung an ein vertikales Schutzfeld (gilt sowohl für Schutzeinrichtungen als auch für ein SRMCD)

Bild 11 zeigt ein Beispiel für ein Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen d_e , das einen Zugang zur Gefährdung mit den Fingern ermöglicht.

Ein Schutzfeld muss als vertikal betrachtet werden, wenn der Winkel zur Bezugsebene größer als 30° und kleiner als 150° ist. Anderenfalls muss das Schutzfeld als horizontal bewertet werden. Siehe Bild 12.

ANMERKUNG In diesem Dokument wird von einer horizontalen Bezugsebene ausgegangen.



Legende

- 1 Bezugsebene
- 2 vertikal
- 3 horizontal

Bild 12 — Winkel des Schutzfeldes im Verhältnis zur Bezugsebene

8.2 Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld

8.2.1 Allgemeines

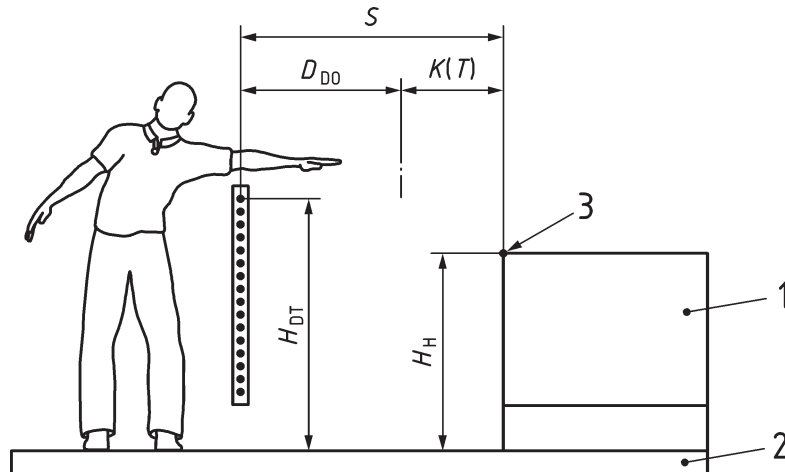
Unerkannter Zugang durch

- Hineinreichen in einen geschützten Bereich in Richtung eines Gefährdungsbereiches oder
- Herausreichen aus einem geschützten Bereich in Richtung eines SRMCD

über ein vertikales Schutzfeld hinweg muss verhindert werden (siehe Bild 13).

ANMERKUNG Das kann auch durch trennende Schutzeinrichtungen oder andere Schutzmaßnahmen erreicht werden.

Das effektive Detektionsvermögen d_e kann die Höhe des effektiven Schutzfeldes ändern, die die Reichweite beim Hinüberreichen D_{D0} beeinflusst.



Legende

- 1 Gefährdungsbereich
- 2 Bezugsebene
- 3 nächstgelegener Punkt
- S Sicherheitsabstand
- K Annäherungsgeschwindigkeit
- T Reaktionszeit des Gesamtsystems
- H_H vertikaler Abstand des Gefährdungsbereiches zur Bezugsebene
- H_{DT} vertikaler Abstand der Oberkante des Schutzfeldes zur Bezugsebene
- D_{D0} Reichweite beim Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld

Bild 13 — Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld

8.2.2 Vertikale Schutzfelder ohne schützende Zusatzkonstruktionen

Es ist eine zusätzliche Reichweite D_{D0} erforderlich, um den unerkannten Zugang durch das Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld zu verhindern.

Für D_{D0} müssen die in Tabelle 3 aufgeführten Werte angewendet werden. Der in dieser Tabelle für D_{D0} angegebene Wert entspricht dem zusätzlichen Abstand, in Millimeter, der auf dem Abstand basiert, den sich ein Körperteil (üblicherweise eine Hand) in folgende Richtung bewegen kann

- in Richtung des Gefährdungsbereiches oder
- in Richtung des SRMCD,

bevor die BWS ausgelöst wird.

In Bild 13 ist das Hinüberreichen über ein vertikales Schutzfeld ohne schützende Zusatzkonstruktion dargestellt.

Wenn die Höhe einer BWS bereits feststeht, können die Werte von Tabelle 3 verwendet werden, um den Sicherheitsabstand S abzuleiten. Wenn der Sicherheitsabstand bereits feststeht, können die Werte von Tabelle 3 auch dazu verwendet werden, um die erforderliche Höhe der BWS abzuleiten.

$$S = (K \times T) + D_{D0} \quad (18)$$

Dabei ist $K = 2\,000 \text{ mm/s}$.