

DIN EN ISO 13855

DIN

ICS 13.110

Ersatz für
DIN EN 999:2008-10
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Sicherheit von Maschinen –
Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf
Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 13855:2010**

Safety of machinery –
Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body
(ISO 13855:2010);

German version EN ISO 13855:2010

Sécurité des machines –

Positionnement des moyens de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties
du corps (ISO 13855:2010);

Version allemande EN ISO 13855:2010

Gesamtumfang 49 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2010-10-01.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of Machinery“ des Internationalen Komitees für Normung (ISO) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) entsprechend der Vereinbarung zwischen dem CEN und der ISO über die technische Zusammenarbeit (Wiener Vereinbarung) ausgearbeiteten Norm EN ISO 13855:2010. Die Sekretariate beider Technischen Komitees werden vom DIN (Deutschland) geführt.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung der Norm wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 095-01-04 GA „Schutzeinrichtungen, Sicherheitsmaßnahmen und Verriegelungen“ des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN wahrgenommen.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 12100-1	siehe	DIN EN ISO 12100-1
ISO 13857	siehe	DIN EN ISO 13857
ISO 14121-1	siehe	DIN EN ISO 14121-1
IEC 61496-1	siehe	DIN EN 61496-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN 999:2008-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe „indirekte Annäherung“ (3.1.5), „Umgehen des Schutzfeldes“ (3.1.6), „Beendigung der gefährbringenden Maschinenfunktion“ (3.1.7), „Schutzfeld“ (3.1.8), „Mindestabstand“ (3.1.9) und „Eindringabstand“ (3.1.10) aufgenommen;
- b) Abschnitt 3.2 „Symbole und Abkürzungen“ ergänzt;
- c) Berechnungsmethoden zur Bestimmung des Mindestabstandes bei Übergreifen und Umgehen von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen sowie bei indirektem Zugang zur Gefahrenstelle hinter der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Abschnitt 6 ergänzt;
- d) Abschnitt 9 „Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung“ ergänzt;
- e) Abschnitt „Mehrere Einzelstrahlen“ in einen neuen informativen Anhang E „Anzahl der Strahlen und ihre Höhe über der Bezugsebene“ aufgenommen;
- f) Ausführungsbeispiele im informativen Anhang A überarbeitet und erweitert;
- g) informativen Anhang B „Beendigung von gefährbringenden Maschinenfunktionen“ überarbeitet und ergänzt;

- h) informative Anhänge C „Beispiel für die Berücksichtigung indirekter Annäherungen“ und D „Messung und Berechnung des Nachlaufs des gesamten Systems“ neu aufgenommen;
- i) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 999: 1998-12, 2008-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie*

DIN EN ISO 13857, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen*

DIN EN ISO 14121-1, *Sicherheit von Maschinen — Risikobeurteilung — Teil 1: Leitsätze*

DIN EN 61496-1, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61496-1:2004, modifiziert)*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen —
Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf
Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen
(ISO 13855:2010)

Safety of machinery —
Positioning of safeguards with respect to the approach
speeds of parts of the human body (ISO 13855:2010)

Sécurité des machines —
Positionnement des moyens de protection par rapport à la
vitesse d'approche des parties du corps (ISO 13855:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. April 2010 angenommen.

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

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

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



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole und Abkürzungen	8
4 Methodik	9
5 Allgemeine Gleichung zur Berechnung des Nachlaufs des gesamten Systems und der Mindestabstände	11
5.1 Nachlauf des gesamten Systems	11
5.2 Mindestabstand	12
6 Berechnung der Mindestabstände für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen bei Verwendung aktiver optoelektronischer Schutzsysteme	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Schutzfeld orthogonal zur Annäherungsrichtung	13
6.3 Schutzfeld parallel zur Annäherungsrichtung	18
6.4 Schutzfeld in beliebigem Winkel zur Annäherungsrichtung	19
6.5 Umgang mit einer möglichen Umgehung von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen durch Hinüberreichen über das Schutzfeld	21
6.6 Indirekte Annäherung — Weg vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich ist durch Hindernisse eingeschränkt	25
7 Verfahren zur Berechnung der Anordnung von Schaltmatten und Schaltplatten	26
7.1 Allgemeines	26
7.2 Einbau einer Stufe	27
8 Zweihandschaltungen	27
9 Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung	28
Anhang A (informativ) Ausführungsbeispiele	29
Anhang B (informativ) Beendigung von gefahrbringenden Maschinenfunktionen	38
Anhang C (informativ) Beispiel für die Berücksichtigung indirekter Annäherungen	39
Anhang D (informativ) Messung und Berechnung des Nachlaufs des gesamten Systems	41
Anhang E (informativ) Anzahl der Strahlen und ihre Höhe über der Bezugsebene	43
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Internationalen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	44
Literaturhinweise	45

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13855:2010) 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 vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. CEN [und/oder] CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 999:1998+A1:2008.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 13855:2010 wurde vom CEN als EN ISO 13855:2010 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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 angewendet 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 B-Norm, wie in ISO 12100-1 angegeben.

Die Festlegungen dieses Dokumentes können durch eine Typ C-Norm ergänzt oder geändert werden.

Für Maschinen, die in den Anwendungsbereich einer Typ C-Norm fallen und die nach den Festlegungen dieser Typ C-Norm konstruiert und gebaut worden sind, gilt Folgendes: Wenn die Festlegungen dieser Typ C-Norm von den Festlegungen in Typ B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ C-Norm Vorrang vor den Festlegungen anderer Normen.

Die Wirksamkeit bestimmter Arten von Schutzeinrichtungen, wie sie in dieser Internationalen Norm zur Risikoverminderung beschrieben sind, hängt teilweise von der richtigen Anordnung der betreffenden Teile der Einrichtungen in Bezug auf den Gefährdungsbereich ab. Bei der Entscheidung über diese Anordnungen sind mehrere Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wie beispielsweise:

- die Notwendigkeit einer Risikobeurteilung nach ISO 14121-1;
- praktische Erfahrungen bei der Benutzung der Maschine;
- der Nachlauf des gesamten Systems;
- die Zeitdauer, bis sichergestellt ist, dass die Maschine nach dem Ansprechen der Schutzeinrichtung einen sicheren Zustand erreicht hat, zum Beispiel die Maschine stillgesetzt ist;
- bio-mechanische 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 Gefährdungsbereichs bewegt;
- die mögliche Anwesenheit einer Person zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich;
- die Möglichkeit des unerkannten Zugangs zum Gefährdungsbereich.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm behandelt die Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf die Annäherungsgeschwindigkeiten von menschlichen Körperteilen.

Diese Norm gibt Parameter an, die auf Werten für Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen basieren, und stellt ein Verfahren zur Ermittlung der Mindestabstände von Schutzfeldern oder Betätigungseinrichtungen von Schutzeinrichtungen zu einem Gefährdungsbereich zur Verfügung.

Die Werte für Annäherungsgeschwindigkeiten (Schrittgeschwindigkeit und Bewegung der oberen Gliedmaßen) in dieser Internationalen Norm sind über lange Zeit erprobt und haben sich in der Praxis bewährt. Diese Internationale Norm dient als Orientierungshilfe für typische Arten der Annäherung. Andere Arten der Annäherung, zum Beispiel Laufen, Springen oder Fallen werden in der vorliegenden Internationalen Norm nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Andere Arten der Annäherung können zu Annäherungsgeschwindigkeiten führen, die höher oder niedriger sind als die in dieser Internationalen Norm angegebenen.

Die in dieser Internationalen Norm berücksichtigten Schutzeinrichtungen umfassen:

- a) berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen [siehe IEC 61496, (alle Teile)], einschließlich:
 - Lichtvorhänge und Lichtgitter (AOPD);
 - Laserscanner (AOPDDR) und zweidimensionale Sichtsysteme;
- b) druckempfindliche Schutzeinrichtungen (siehe ISO 13856-1, ISO 13856-2 und ISO 13856-3), insbesondere Schaltmatten;
- c) Zweihandschaltungen (siehe ISO 13851);
- d) verriegelte trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung (siehe ISO 14119).

Diese Internationale Norm legt Mindestabstände vom Schutzfeld, der Schutzfläche, der -linie, dem Schutzpunkt oder der Zugangsstelle zur Verriegelungseinrichtung zum Gefährdungsbereich für Gefährdungen, die durch die Maschine verursacht werden (z. B. Quetschen, Scheren, Einziehen), fest.

Schutz gegen die Risiken von Gefährdungen durch das Herausschleudern fester oder flüssiger Materialien, durch Emissionen, Strahlung und Elektrizität wird in dieser Internationalen Norm nicht behandelt.

ANMERKUNG 2 In den Gleichungen wurden zur Bestimmung des Wertes für den Eindringabstand „C“ anthropometrische Daten des 5. bis 95. Perzentils von Personen verwendet, die mindestens 14 Jahre oder älter sind.

ANMERKUNG 3 Die Daten in dieser Internationalen Norm beruhen auf Erfahrungen in industriellen Anwendungsgebieten; es liegt in der Verantwortlichkeit des Konstrukteurs dies zu berücksichtigen, falls diese Internationale Norm in nicht-industriellen Bereichen angewendet wird.

ANMERKUNG 4 Speziell für Kinder ausgelegte Daten wurden in dieser Internationalen Norm nicht verwendet. Bis spezielle Daten für die Annäherungsgeschwindigkeiten von Kindern vorliegen, liegt es in der Verantwortlichkeit 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.

Die Internationale Norm gilt nicht für Schutzeinrichtungen (z. B. mitführbare Zweihandschaltungen), die ohne Anwendung von Werkzeugen näher zum Gefährdungsbereich bewegt werden können, als es der berechnete Mindestabstand zulässt.

Die nach dieser Internationalen Norm abgeleiteten Mindestabstände gelten nicht für Schutzeinrichtungen, die die Anwesenheit von Personen in einem Bereich erkennen, der bereits durch eine trennende Schutzeinrichtung oder eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung abgesichert ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 12100-1, *Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 13857:2008, *Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by the upper and lower limbs*

ISO 14121-1:2007, *Safety of machinery — Risk assessment — Part 1: Principles*

IEC 61496-1:2004, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 1: General requirements and tests*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

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

3.1.1

Auslösen

<Schutzeinrichtungen> physikalische Ingangsetzung der Schutzeinrichtung, wenn sie einen Körper oder Körperteile erkennt

3.1.2

Nachlauf des gesamten Systems

T

Zeitintervall zwischen dem Auslösen der Sensorfunktion und der Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion

ANMERKUNG In Anlehnung an IEC 61496-1:2004.

3.1.3

Sensordetektionsvermögen

d

Grenze des Sensorparameters, die durch den Lieferanten festgelegt ist, die ein Ansprechen der Schutzeinrichtung verursacht

[IEC/TS 62046:2008, 3.1.4]

3.1.4

berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen

BWS

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

- ein Sensorelement,
- Steuerungs-/Überwachungselemente,
- Ausgangsschaltelemente

[IEC 61496-1:2004, Begriff 3.5]

ANMERKUNG BWS beziehen sich nur auf kontaktlose Sensorgeräte.

3.1.5

indirekte Annäherung

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

ANMERKUNG Der Gefährdungsbereich kann nur durch eine Annäherung um das Hindernis herum erreicht werden.

3.1.6

Umgehen des Schutzfeldes

Erreichen des Gefährdungsbereichs ohne Auslösen der Schutzeinrichtung durch über- oder unterqueren oder seitliches Passieren des Schutzfeldes

3.1.7

Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion

Zustand, der erreicht wird, wenn die Gefährdungsparameter auf ein Niveau reduziert wurden, auf dem sie keine physische Verletzung oder eine Beeinträchtigung der Gesundheit verursachen können

ANMERKUNG Siehe Beispiele in Anhang B.

3.1.8

Schutzfeld

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

ANMERKUNG 1 Das Schutzfeld kann auch ein Punkt, eine Linie oder eine Fläche sein.

ANMERKUNG 2 In Anlehnung an IEC 61496-1:2004, Begriff 3.4.

3.1.9

Mindestabstand

S

berechneter Abstand zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich, der notwendig ist, um zu verhindern, dass eine Person oder ein Körperteil einer Person den Gefährdungsbereich vor Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion erreicht

ANMERKUNG Verschiedene Mindestabstände können für unterschiedliche Bedingungen oder Arten der Annäherung berechnet werden, aber bei der Auswahl der Anordnung der Schutzeinrichtungen wird der größte dieser Mindestabstände verwendet.

3.1.10

Eindringabstand

C

Abstand, um den sich ein Körperteil (üblicherweise eine Hand) an der Schutzeinrichtung vorbei in Richtung des Gefährdungsbereichs bewegen kann, bevor die Schutzeinrichtung ausgelöst wird

3.2 Symbole und Abkürzungen

3.2.1 Symbole

Symbol	Begriff	Einheit
T	Nachlauf des gesamten Systems	s
S	Mindestabstand	mm
C	Eindringabstand	mm
t_1	Ansprechzeit der Schutzeinrichtung	s
t_2	Anhaltezeit der Maschine	s
t_3	Öffnungszeit zum Öffnen der Schutzeinrichtung	s
K	Parameter für die Annäherungsgeschwindigkeit	mm/s
d	Sensordetektionsvermögen	mm
H	Höhe des Schutzfeldes über der Bezugsebene	mm
h	Stufenhöhe	mm
X	Abstand zwischen dem Ende des Schutzfeldes und dem Gefährdungsbereich	mm
S_{RO}	Mindestabstand für das Hinüberreichen über das Schutzfeld	mm
S_{RT}	Mindestabstand für das Hindurchreichen durch das Schutzfeld	mm
C_{RO}	Eindringabstand in den Gefährdungsbereich beim Hinüberreichen über das Schutzfeld	mm
C_{RT}	Eindringabstand in den Gefährdungsbereich beim Hindurchreichen durch das Schutzfeld	mm
a	Höhe des Gefährdungsbereichs	mm
b	Höhe der Schutzeinrichtung (z. B. BWS, schützende Konstruktion)	mm
S^*	Tatsächlich abgedeckter Abstand	mm
$l_1; l_2; l_3$	Kürzester Abstand um Hindernisse herum	mm
$S_1;$	Abstand von l_1 , projiziert auf eine waagerechte Ebene	mm
$S_2;$	Abstand von l_2 , projiziert auf eine waagerechte Ebene	
S_3	Abstand von l_3 , projiziert auf eine waagerechte Ebene	
e	Maß der Öffnung	mm
v	die Geschwindigkeit der Öffnungsbewegung der kraftbetätigten verriegelten trennenden Schutzeinrichtung	mm/s

3.2.2 Abkürzungen

AOPD	Aktive optoelektronische Schutzeinrichtung
AOPDDR	Aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtung (z. B. Laserscanner)
VBPD	Bildverarbeitende Schutzeinrichtung
BWS	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

4 Methodik

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

- a) Erkennen der Gefährdung und Beurteilen der Risiken (wie in ISO 12100-1 und ISO 14121-1 festgelegt);
- b) falls eine Typ C-Norm für eine Maschine vorhanden ist, Auswählen einer der festgelegten Arten von Schutzeinrichtungen aus dieser maschinenspezifischen Norm und Verwenden des in dieser Norm festgelegten Abstands;

ANMERKUNG 1 Typ C-Normen legen Mindestabstände entweder direkt oder durch Verweisung auf die vorliegende Internationale Norm fest.

- c) falls keine Typ C-Norm vorliegt, sind die in dieser Internationalen Norm enthaltenen Gleichungen zur Berechnung des Mindestabstands für die ausgewählte Schutzeinrichtung zu verwenden;

ANMERKUNG 2 Zur Auswahl der geeigneten Art von Schutzeinrichtungen siehe ISO 12100-2:2003, Abschnitt 5, und IEC/TS 62046.

- d) falls es möglich ist, das Schutzfeld zu umgehen, muss eine zusätzliche Berechnung unter Anwendung der Gleichungen in 6.5 erfolgen;
- e) wenn Kombinationen von Schutzeinrichtungen verwendet werden, muss eine Berechnung des Mindestabstands unter Berücksichtigung jeder Schutzeinrichtung und deren möglicher Umgehung erfolgen;
- f) die Mindestabstände sind für jede Möglichkeit hinsichtlich des Erreichens des Gefährdungsbereichs zu berechnen. Anschließend ist der (größte) Mindestabstand mit der größten Schutzwirkung auszuwählen;
- g) falls möglich, ist/sind der Abstand (die Abstände) in die Gestaltung der Maschine zu übernehmen, ansonsten siehe Schritt i);
- h) es ist zu kontrollieren, dass die Schutzeinrichtung so eingebaut ist, dass der Zugang zum Gefährdungsbereich nicht ohne Erkennung durch die Schutzeinrichtung möglich ist. Falls ein unerkannter Zugang möglich ist, ist der Schutz zu überarbeiten [Schritt i)], ansonsten ist zu Schritt j) überzugehen;
- i) können die Parameter modifiziert oder ein alternativer Schutz verwendet werden? Falls beides nicht möglich ist, müssen zusätzliche Schutzeinrichtungen verwendet werden;
- j) es ist zu prüfen, ob die festgelegte Anordnung es zulässt, dass sich Personen zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich aufhalten können, ohne erkannt zu werden. In diesem Fall sind, in Abhängigkeit von einer zusätzlichen Risikobeurteilung, ergänzende Maßnahmen erforderlich.

ANMERKUNG 3 Ein Beispiel für eine ergänzende Maßnahme ist ein Schalter für die manuelle Rückstellung, der außerhalb des Gefährdungsbereichs und außerhalb des Bereiches zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich angeordnet ist. Seine Lage ist so zu wählen, dass es der Person, die ihn betätigt, möglich ist, leicht zu kontrollieren, dass sich keine Person innerhalb des Gefährdungsbereichs oder innerhalb des Bereiches zwischen der Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich aufhält. Für Anforderungen an eine manuelle Rückstellfunktion siehe ISO 13849-1:2006, 5.2.2.

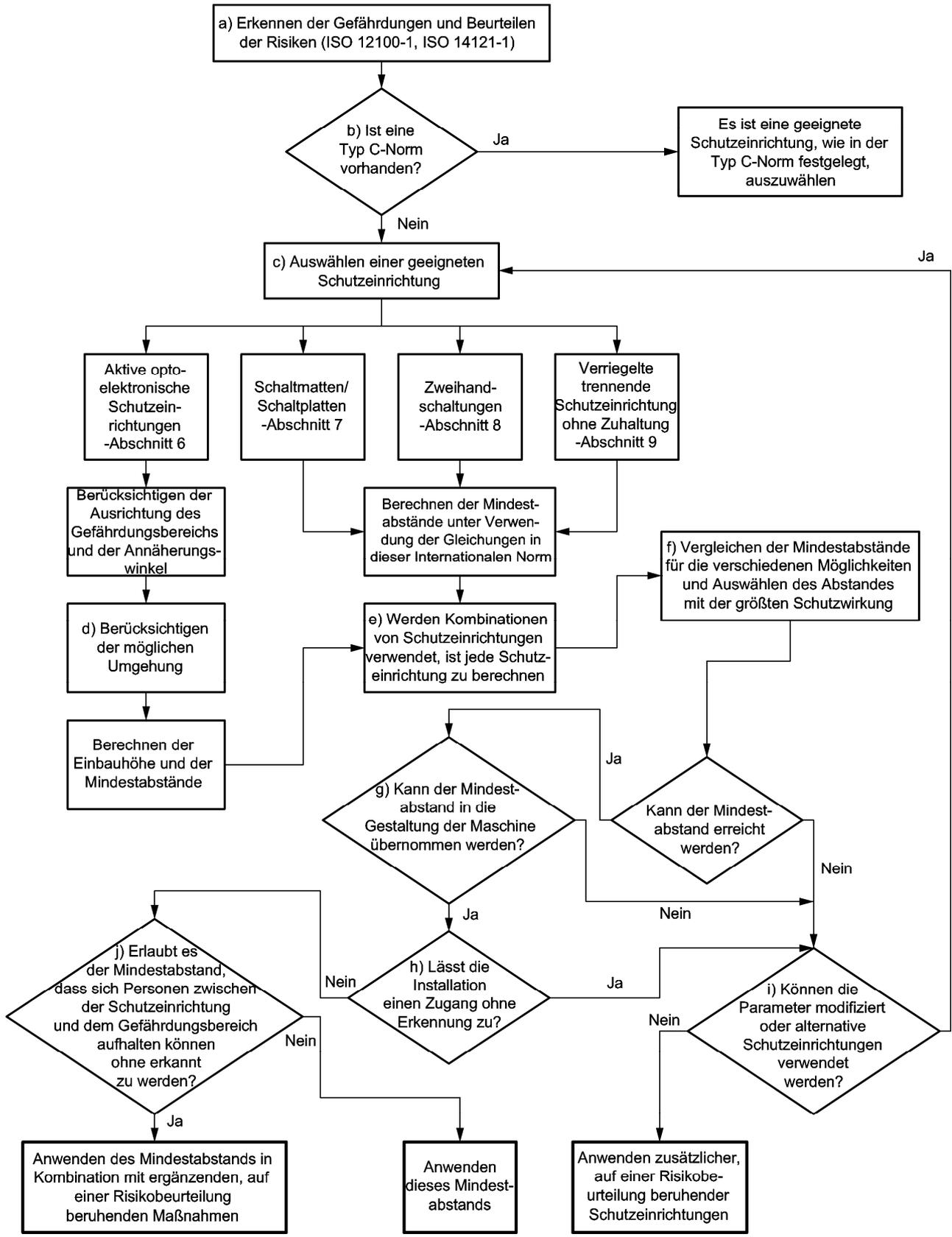


Bild 1 — Methodik

5 Allgemeine Gleichung zur Berechnung des Nachlaufs des gesamten Systems und der Mindestabstände

5.1 Nachlauf des gesamten Systems

Der Nachlauf des gesamten Systems umfasst mindestens zwei Phasen. Die beiden Phasen werden durch folgende Gleichung (1) zusammengeführt:

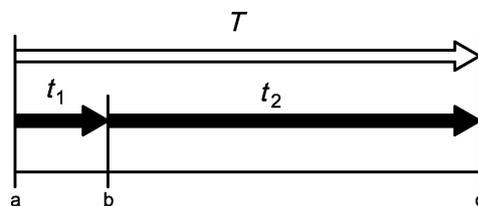
$$T = t_1 + t_2 \quad (1)$$

Dabei ist

- T der Nachlauf des gesamten Systems;
- t_1 die maximale Zeitdauer zwischen dem Auslösen der Schutzeinrichtung und dem Zeitpunkt, bis das Ausgangssignal den AUS-Zustand erreicht hat;
- t_2 die Anhaltezeit, d. h. die maximale Zeitdauer, die zur Beendigung der gefährdenden Maschinenfunktion erforderliche ist, nachdem das Ausgangssignal der Schutzeinrichtung den AUS-Zustand erreicht hat. Die Ansprechzeit des Steuerungssystems der Maschine muss in t_2 miteinbezogen werden.

t_1 und t_2 werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, z. B. von der Temperatur, der Schaltzeit von Ventilen, der Alterung von Bauteilen.

In Bild 2 sind t_1 und t_2 dargestellt. t_1 und t_2 sind Funktionen der Schutzeinrichtung beziehungsweise der Maschine und werden durch die Gestaltung bestimmt und durch Messung bewertet. In die Bewertung dieser beiden Werte müssen die aus den Messungen, Berechnungen und/oder der Konstruktion resultierenden Unsicherheiten einfließen.



- a Auslösen der Schutzeinrichtung.
- b Arbeiten der Schutzeinrichtung (AUS-Signal erzeugt).
- c Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion (sicherer Zustand).

Bild 2 — Beziehung zwischen t_1 und t_2

Der Nachlauf des gesamten Systems, T , ist ein wesentlicher Kennwert für die Anordnung der Schutzeinrichtung. Jegliche Abweichung der Anhaltezeit der Maschine, t_2 , muss bei der Ermittlung von T berücksichtigt werden (siehe Anhang D). Wenn sich die Anhaltezeit während der Lebensdauer der Maschine verschlechtern kann, sollten technische oder organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, um den ordnungsgemäßen Nachlauf des gesamten Systems sicherzustellen. Derartige Maßnahmen können zum Beispiel Folgendes umfassen:

- Vorrichtungen zur Steuerung der Bremsleistung;
- Überprüfungen, deren Art und Häufigkeit im Bedienerhandbuch festgelegt sein sollte.

ANMERKUNG Dabei können zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen sein, z. B.:

- a) Integrität der Schutzfunktion (Sicherheit beim Auftreten von Fehlern) (siehe ISO 13849-1, ISO 13849-2 und IEC 62061);
- b) Überwachung des Nachlaufs (siehe z. B. IEC/TS 62046);
- c) Fälle, in denen unangemessener Nachlauf die Anwendung der vorliegenden Internationalen Norm verhindert, z. B.:
 - 1) es ist unmöglich, die Maschine während eines Zyklus stillzusetzen, oder
 - 2) die Nachlaufzeit kann nicht vorausberechnet werden.

Messungen des Nachlaufs eines Systems machen sorgfältige Betrachtungen erforderlich, um genaue und relevante Werte zu erhalten. Anhang D enthält eine Anleitung zur Reihenfolge der Schritte, um relevante Ergebnisse sicherzustellen.

5.2 Mindestabstand

Der Mindestabstand zum Gefährdungsbereich muss unter Anwendung der allgemeinen Gleichung (2) berechnet werden.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

- S* der Mindestabstand, in Millimeter (mm);
- K* ein Parameter, in Millimeter je Sekunde (mm/s), abgeleitet von Daten über Annäherungsgeschwindigkeiten des Körpers oder von Körperteilen;
- T* der Nachlauf des gesamten Systems, in Sekunden (s), (siehe 3.1.2 und 5.1);
- C* der Eindringabstand, in Millimeter (mm).

In den Abschnitten 6 bis 9 ist angegeben, wie diese Gleichung für bestimmte Typen und Anordnungen von Schutzeinrichtungen anzuwenden ist. Für Ausführungsbeispiele siehe Anhang A.

6 Berechnung der Mindestabstände für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen bei Verwendung aktiver optoelektronischer Schutzsysteme

6.1 Allgemeines

6.1.1 In diesem Abschnitt sind Anforderungen an zwei Hauptsituationen festgelegt, 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 6.2), oder
- b) parallel zum Schutzfeld sein (siehe 6.3).

Ferner sind Anforderungen an Anordnungen festgelegt, bei denen:

- eine Annäherung unter beliebigem Winkel (zwischen orthogonal und parallel) zu berücksichtigen ist (siehe 6.4);
- die Berücksichtigung einer möglichen Umgehung der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung erforderlich ist (siehe 6.5);
- der Weg vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich durch Hindernisse eingeschränkt ist (indirekte Annäherung) (siehe 6.6).

ANMERKUNG 1 Diese Situationen treten auch in Kombination auf.

Wenn es durch den Mindestabstand möglich wäre, dass sich eine Person zwischen dem Schutzfeld und dem Gefährdungsbereich unerkannt aufhält, sollten zusätzliche Einrichtungen zur Anwesenheitserkennung oder weitere Lösungen eingesetzt werden, um das zu verhindern.

ANMERKUNG 2 Mit dieser Internationalen Norm wird nicht beabsichtigt, Maßnahmen gegen das Erreichen eines Gefährdungsbereichs durch Hinüberklettern anzugeben.

6.1.2 Schutzeinrichtungen müssen so konfiguriert und angeordnet sein, dass ein unerkannter Zugang zum Gefährdungsbereich unmöglich ist.

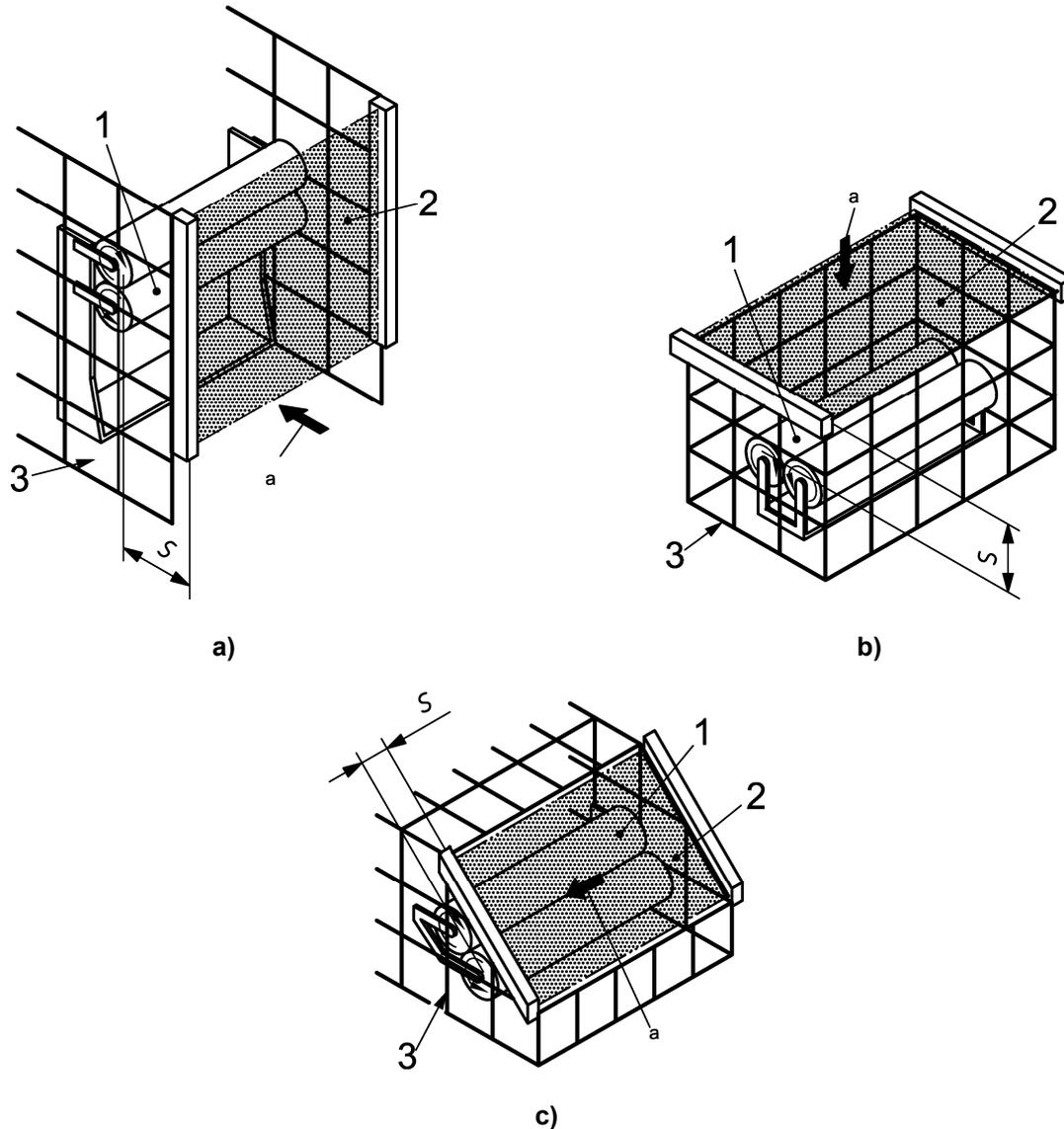
6.1.3 Wenn erforderlich, müssen zusätzliche Schutzeinrichtungen vorgesehen sein, die ein Umgehen des Schutzfeldes der Schutzeinrichtung verhindern (siehe Bild 9).

6.1.4 Bei der Verwendung von Laserscannern (AOPDDR) oder sichtbasierten Schutzgeräten (VBPD) mit zweidimensionalem Schutzbereich muss die Berechnung des Mindestabstands in Abhängigkeit von der Annäherungsrichtung 6.2, 6.3 oder 6.4 entsprechen.

6.2 Schutzfeld orthogonal zur Annäherungsrichtung

6.2.1 Allgemeines

In Bild 3 sind drei Beispiele angegeben, bei denen sich das Schutzfeld orthogonal zur Annäherungsrichtung befindet.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---------------------|
| 1 | Gefährdungsbereich | S | Mindestabstand |
| 2 | Schutzfeld | a | Annäherungsrichtung |
| 3 | feststehende trennende Schutzeinrichtung | | |

Bild 3 — Drei Beispiele, bei denen sich das Schutzfeld orthogonal zur Annäherungsrichtung befindet

6.2.2 Senkrechte Schutzfelder, die den Zugang des gesamten Körpers erkennen

Wenn die Schutzeinrichtung nur zur Erkennung des Zugangs des gesamten Körpers verwendet wird:

- a) muss die Höhe des niedrigsten Strahles ≤ 300 mm sein, um den Zugang unterhalb des Schutzfeldes zu verhindern. Wenn es vorhersehbar ist, dass berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen in nicht-industriellen Bereichen verwendet werden, z. B. bei Anwesenheit von Kindern, muss die Höhe des niedrigsten Strahles < 200 mm sein;
- b) muss die Höhe des obersten Strahles ≥ 900 mm sein, um ein Übertreten des Schutzfeldes zu verhindern. Das gilt nicht für Einzelstrahlen oder für Schutzfelder parallel zur Annäherungsrichtung (siehe 6.3).

6.2.3 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen bei Verwendung aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtungen mit einem Sensordetektionsvermögen ≤ 40 mm Durchmesser

6.2.3.1 Berechnung

Der Mindestabstand, S , in Millimeter vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich darf nicht kleiner sein, als der unter Anwendung von Gleichung (2) berechnete:

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$$K = 2\,000 \text{ mm/s};$$

$$C = 8(d - 14), \text{ jedoch nicht kleiner als } 0;$$

d das Sensordetektionsvermögen der Einrichtung, in Millimeter (mm).

Somit wird

$$S = (2\,000 \times T) + 8(d - 14) \quad (3)$$

Gleichung (3) gilt für alle Mindestabstände S bis einschließlich 500 mm. Der Mindestwert von S muss 100 mm betragen.

Überschreiten die für S unter Anwendung von Gleichung (3) berechneten Werte 500 mm, so kann Gleichung (4) angewendet werden. In diesem Fall muss der Mindestwert von S 500 mm betragen.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$$K = 1\,600 \text{ mm/s};$$

$$C = 8(d - 14), \text{ jedoch nicht kleiner als } 0;$$

d das Sensordetektionsvermögen der Einrichtung, in Millimeter (mm).

Somit wird

$$S = (1\,600 \times T) + 8(d - 14) \quad (4)$$

Wenn es vorhersehbar ist, dass berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen bei Verwendung aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtungen in nicht-industriellen Bereichen zur Anwendung kommen, zum Beispiel bei Anwesenheit von Kindern, muss der Mindestabstand, S , mit Gleichung (3) berechnet und um mindestens 75 mm erhöht werden. In derartigen Fällen ist Gleichung (4) nicht anwendbar.

6.2.3.2 Wiederingangsetzen von Maschinen bei Verwendung aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtungen mit Steuerfunktion

Werden für den Zyklus des Wiederingangsetzens einer Maschine aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen verwendet, muss

- deren Sensordetektionsvermögen ≤ 30 mm sein,
- Gleichung (3) (siehe 6.2.3.1) angewendet werden, und
- der Mindestabstand $S > 150$ mm sein.

Wenn das Sensordetektionsvermögen ≤ 14 mm ist, muss

- Gleichung (3) angewendet werden, und
- der Mindestabstand $S > 100$ mm sein.

ANMERKUNG 1 In ISO 12100-2:2003, 5.2.5.3, und IEC/TS 62046:2008, 5.6, sind Bedingungen für die Verwendung berührungslos wirkender Schutzeinrichtungen im Zyklus des Ingangsetzens von Maschinen angegeben.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Anforderungen an berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen sind in IEC 61496-1 angegeben.

ANMERKUNG 3 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen mit einem Sensordetektionsvermögen > 30 mm Durchmesser können möglicherweise das Handgelenk oder den Unterarm nicht erkennen, nachdem die Hand erkannt wurde. Ein unerwartetes Wiedereingangssetzen kann auftreten.

6.2.4 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen mit einem Sensordetektionsvermögen > 40 mm und ≤ 70 mm Durchmesser

Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen mit einem Sensordetektionsvermögen > 40 mm und ≤ 70 mm Durchmesser erkennen das Eindringen der Hände nicht und dürfen deshalb nur verwendet werden, wenn die Risikobeurteilung anzeigt, dass das Eindringen der Hände nicht erfasst zu werden braucht.

Diese Einrichtungen müssen in Übereinstimmung mit den folgenden Parametern angebracht werden.

Der Mindestabstand vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich ist unter Anwendung von Gleichung (5) zu berechnen.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$$K = 1\,600 \text{ mm/s};$$

$$C = 850 \text{ mm}.$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times T) + 850 \quad (5)$$

ANMERKUNG 850 mm wird als normale Arm-Reichweite angesehen.

6.2.5 Mehrere Einzelstrahlen

Anordnungen von 2, 3 oder 4 Einzelstrahlen können dazu verwendet werden, das Eindringen des ganzen Körpers in den Gefährdungsbereich zu erkennen aber sind nicht geeignet, Körperteile (z. B. Hand oder Finger) zu erkennen.

Ergibt die Risikobeurteilung, dass mehrere Einzelstrahlen geeignet sind, müssen diese in einem in Übereinstimmung mit Gleichung (5) berechneten Mindestabstand zum Gefährdungsbereich angebracht sein (siehe 6.2.3).

Bei der Risikobeurteilung müssen auch Methoden, die möglicherweise zum Umgehen solcher Einrichtungen benutzt werden, Berücksichtigung finden. Die Risikobeurteilung muss Methoden bedenken, durch die Strahlen-Anordnungen umgangen werden können. Zum Beispiel:

- Durchkriechen unterhalb des niedrigsten Strahles;
- Hinüberreichen über den obersten Strahl;
- Hindurchreichen zwischen zwei Strahlen;
- Durchsteigen zwischen zwei Strahlen.

Für zusätzliche Angaben siehe Anhang E.

6.2.6 Einstrahlige Einrichtungen

Diese Einrichtungen werden nur insoweit berücksichtigt, als sie bodenparallel angeordnet sind und der Strahl durch den aufgerichteten Körper einer Person unterbrochen wird. Eine einstrahlige Einrichtung als einzige Schutzeinrichtung ist nicht dazu geeignet, den Zugang des gesamten Körpers einer Person zu verhindern.

ANMERKUNG Eine einstrahlige Einrichtung wird üblicherweise in Kombination mit anderen Schutzeinrichtungen oder Konstruktionen verwendet, die die Öffnung(en) beschränken, so dass es nicht möglich ist, die Schutzeinrichtung zu passieren, ohne dabei entdeckt zu werden.

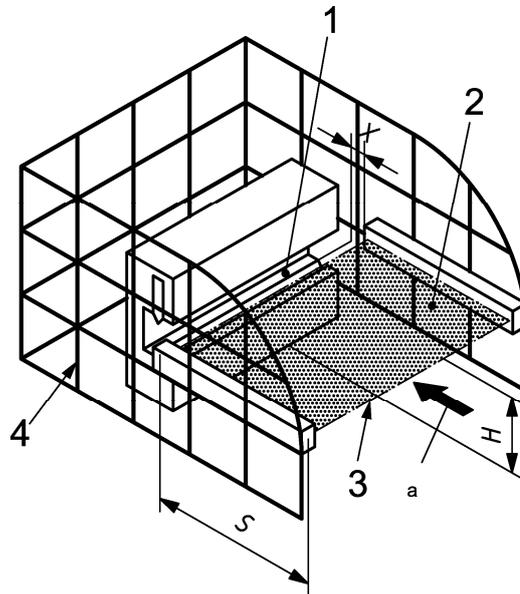
Der Mindestabstand, S , ist nach Gleichung (6) zu berechnen.

$$S = (1600 \times T) + 1200 \quad (6)$$

Eine Höhe des Strahles von 750 mm über Boden oder Bezugsebene (siehe ISO 13857) hat sich in der industriellen Praxis als brauchbare Lösung für das Problem des unbeabsichtigten Zugangs durch Übertreten oder Unterkriechen des Strahles erwiesen.

6.3 Schutzfeld parallel zur Annäherungsrichtung

Siehe Bild 4.



Legende

- | | | | |
|---|--|-----|---|
| 1 | Gefährdungsbereich | H | Höhe des Schutzfeldes über Bezugsebene |
| 2 | Schutzfeld | S | Mindestabstand |
| 3 | Kante des Schutzfeldes | X | Abstand zwischen dem Ende des Schutzfeldes und dem Gefährdungsbereich |
| 4 | feststehende trennende Schutzeinrichtung | a | Annäherungsrichtung |

Bild 4 — Schutzfeld parallel zur Annäherungsrichtung

Wenn sich die Annäherungsrichtung parallel zum Schutzfeld befindet, ist der Mindestabstand, S , nach Gleichung (7) zu berechnen.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$$K = 1\,600 \text{ mm/s};$$

$$C = 1\,200 \text{ mm} - 0,4 H, \text{ jedoch nicht kleiner als } 850 \text{ mm, wobei } H \text{ die Höhe des Schutzfeldes über der Bezugsebene ist, zum Beispiel dem Boden, in Millimeter (mm).}$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times T) + (1\,200 - 0,4H) \quad (7)$$

Bei einer Schutzeinrichtung, bei der die Annäherungsrichtung parallel zum Schutzfeld ist, darf die Höhe, H , des Schutzfeldes nicht mehr als 1 000 mm betragen. Ist H jedoch größer als 300 mm, (200 mm für nicht-industrielle Anwendungen, zum Beispiel bei Anwesenheit von Kindern) besteht das Risiko eines unbeabsichtigten unerfassten Zugangs unter dem Schutzfeld hindurch. Das ist bei der Risikobeurteilung zu berücksichtigen, und es sind, wenn erforderlich, zusätzliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Die niedrigste zulässige Höhe des Schutzfeldes ist nach Gleichung (8) zu berechnen.

$$H = 15(d - 50) \quad (8)$$

Wenn d kleiner ist als 50 mm, darf H niemals kleiner als 0 sein.

Somit muss für eine vorgegebene Höhe des Schutzfeldes das entsprechende Sensordetektionsvermögen, d , nach Gleichung (9) berechnet werden.

$$d = \left(\frac{H}{15} \right) + 50 \quad (9)$$

Ist also die Höhe des Schutzfeldes bekannt oder festgelegt, kann ein maximales Sensordetektionsvermögen berechnet werden.

Wenn beispielsweise der waagerechte Abschnitt einer L-förmigen berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung berechnet wird oder wenn ein Sensordetektionsvermögen bekannt oder festgelegt ist, kann eine Mindesthöhe bis zum zulässigen Maximum von 1 000 m berechnet werden.

Wenn die Einrichtung sowohl als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion als auch als Anwesenheitsmelder verwendet wird, darf der Abstand X (siehe Bild 4) nicht kleiner sein als das Sensordetektionsvermögen d .

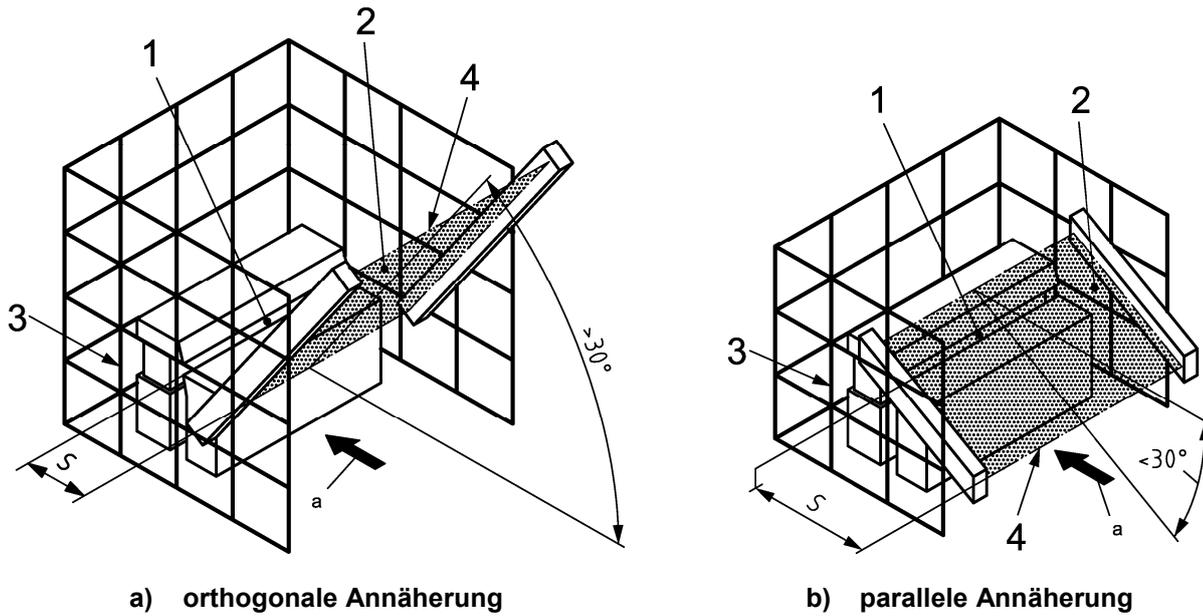
Es sind Maßnahmen zu ergreifen, die dazu dienen, dass die Schutzeinrichtungen nicht dazu verwendet werden können, Zugang zum Gefährdungsbereich (z. B. durch Betreten oder durch Klettern auf das Gehäuse) zu erlangen.

6.4 Schutzfeld in beliebigem Winkel zur Annäherungsrichtung

Wenn das Schutzfeld so eingebaut wurde, dass es zur Annäherungsrichtung in einem Winkel von mehr als $\pm 30^\circ$ liegt, so ist die Annäherung als orthogonal anzusehen [siehe 6.2 und Bilder 5 a) und 6].

Wenn das Schutzfeld so eingebaut wurde, dass es zur Annäherungsrichtung in einem Winkel von weniger als $\pm 30^\circ$ liegt, so ist die Annäherung als parallel anzusehen [siehe 6.3 und Bilder 5 b) und 6].

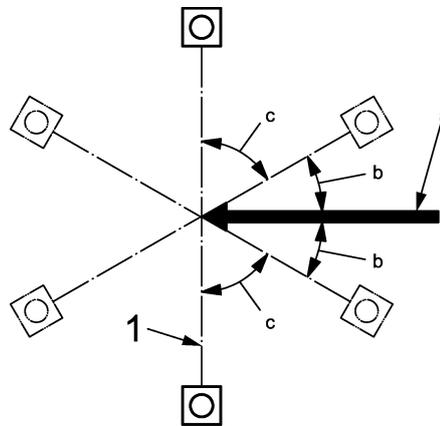
Für diese Winkel sollte eine Toleranz von $\pm 5^\circ$ angewendet werden.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|------------------------|
| 1 | Gefährdungsbereich | 4 | Kante des Schutzfeldes |
| 2 | Schutzfeld | S | Mindestabstand |
| 3 | Feststehende trennende Schutzeinrichtung | a | Annäherungsrichtung |

Bild 5 — Zur Annäherungsrichtung abgewinkeltes Schutzfeld



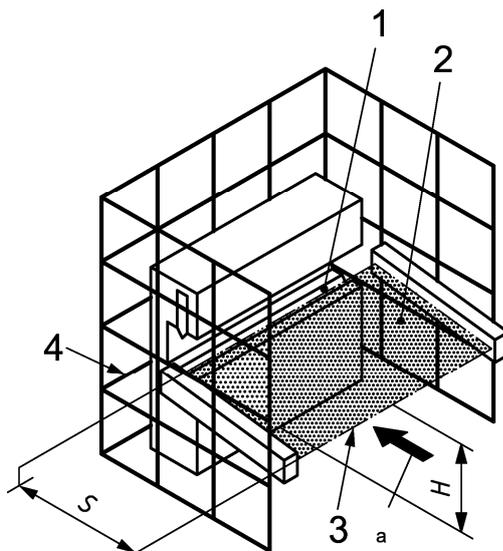
Legende

- | | |
|---|--|
| 1 | Anordnungen von BWS in unterschiedlichen Winkeln zur Annäherungsrichtung |
| a | Annäherungsrichtung |
| b | Winkel paralleler Annäherung; kleiner als $\pm 30^\circ$ |
| c | Winkel orthogonaler Annäherung |

Bild 6 — Unterschiedliche Winkel zur Annäherungsrichtung

Wenn eine Annäherung unter einem Winkel als parallele Annäherung betrachtet wird (siehe Bild 6), dann muss Gleichung (8), die die Größen H und d (siehe 6.3) miteinander verknüpft, für die Kante des Schutzfeldes angewendet werden, die am weitesten vom Gefährdungsbereich entfernt ist (siehe Bild 7).

ANMERKUNG In einigen Anwendungen könnte sich das Schutzfeld mehr als 1 000 mm über die Bezugsebene erstrecken. Bei Berechnungen nach Gleichung (7) werden alle Teile des Schutzfeldes, die mehr als 1 000 mm über der Bezugsebene liegen, nicht berücksichtigt.



Legende

- | | | | |
|---|--|-----|--|
| 1 | Gefährdungsbereich | H | Höhe des Schutzfeldes (niedrigster Strahl) |
| 2 | Schutzfeld | S | Mindestabstand |
| 3 | Kante des Schutzfeldes | a | Annäherungsrichtung |
| 4 | feststehende trennende Schutzeinrichtung | | |

Bild 7 — Höhe des Schutzfeldes (niedrigster Strahl)

6.5 Umgang mit einer möglichen Umgehung von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen durch Hinüberreichen über das Schutzfeld

6.5.1 Allgemeines

Der Zugang zum Gefährdungsbereich durch Umgehen der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung darf nicht möglich sein.

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

Wenn der Zugang zum Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen über das Schutzfeld einer senkrecht montierten berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung nicht ausgeschlossen werden kann, müssen die Höhe und der Mindestabstand, S , der Schutzeinrichtung bestimmt werden. S ist durch Vergleich der in 6.2 und 6.3 berechneten Werte auf Grundlage der Annäherung von Gliedmaßen oder Körperteilen mit den in 6.5.2, 6.5.3 und 6.5.4 bestimmten Werten für das Hinüberreichen zu bestimmen. Der sich aus diesem Vergleich ergebende größere Wert ist anzuwenden.

6.5.2 Verhindern des Hinüberreichens über ein senkrecht montiertes Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung ohne zusätzliche schützende Konstruktion

Um ein Umgehen durch Hinüberreichen über die BWS zu verhindern, darf der Mindestabstand, S , in Millimeter zwischen dem Schutzfeld und dem Gefährdungsbereich nicht kleiner sein, als der nach Gleichung (10) berechnete Wert.

Für C_{RO} gelten die in Tabelle 1 festgelegten Werte. Der in dieser Tabelle für C_{RO} angegebene Wert entspricht dem zusätzlichen Abstand in Millimeter, der auf dem Abstand basiert, den sich ein Körperteil (üblicherweise eine Hand) in Richtung des Gefährdungsbereichs bewegen kann, bevor die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung ausgelöst wird. Tabelle 1 bezieht sich ausschließlich auf das Hinüberreichen über das Schutzfeld der BWS.

In Bild 8 ist das Hinüberreichen über ein senkrechtes Schutzfeld ohne zusätzliche schützende Konstruktion dargestellt.

Steht die Höhe einer BWS bereits fest, so kann Tabelle 1 dazu verwendet werden, den Mindestabstand, S , abzuleiten. Steht der Mindestabstand bereits fest, so kann Tabelle 1 ebenso dazu verwendet werden, die erforderliche Höhe der BWS zu ermitteln.

$$S = (K \times T) + C_{RO} \quad (10)$$

Dabei ist

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

Somit wird

$$S = (2\,000 \times T) + C_{RO} \quad (11)$$

Diese Gleichung gilt für alle Mindestabstände S bis einschließlich 500 mm. Der Mindestwert von S darf nicht kleiner sein als 100 mm. Zuerst ist S nach Gleichung (11) zu berechnen. Überschreiten die Werte von S 500 mm, kann Gleichung (12) angewendet werden. Der Wert von S darf nicht kleiner sein als 500 mm.

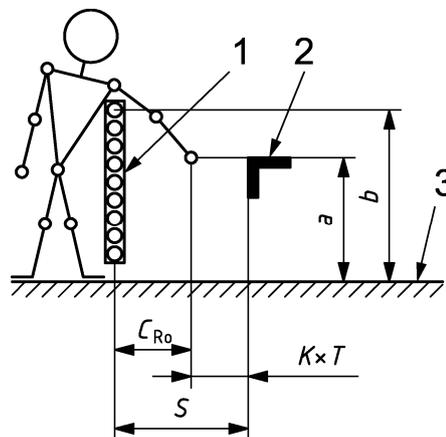
$$S = (K \times T) + C_{RO} \quad (10)$$

Dabei ist

$$K = 1\,600 \text{ mm/s.}$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times T) + C_{RO} \quad (12)$$



Legende

- 1 berührungslos wirkende Schutzeinrichtung
- 2 Gefährdungsbereich
- 3 Bezugsebene
- a Höhe des Gefährdungsbereichs
- b Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung
- C_{RO} zusätzlicher Abstand, in dem sich ein Körperteil in Richtung des Gefährdungsbereiches bewegen kann, bevor die Schutzeinrichtung ausgelöst wird (siehe Werte in Tabelle 1)
- S Mindestabstand für das Hinüberreichen

Bild 8 — Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung

Tabelle 1 — Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung

Maße in Millimeter

Höhe des Gefährdungsbereiches <i>a</i>	Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung <i>b</i>											
	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600
	Zusätzlicher Abstand zum Gefährdungsbereich C_{RO}											
2 600 ^a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2 400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2 200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2 000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1 800	1 100	1 100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1 600	1 150	1 150	1 100	1 000	900	850	750	450	0	0	0	0
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	850	650	0	0	0	0	0
1 200	1 200	1 200	1 100	1 000	850	800	0	0	0	0	0	0
1 000	1 200	1 150	1 050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1 150	1 050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1 050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Wenn der Wert 0 angegeben ist, sollte die Berechnung des Mindestabstandes, *S*, nach 6.2 bis 6.4 erfolgen.

ANMERKUNG 1 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen mit einer Höhe der
— Oberkante des Schutzfeldes unter 900 mm wurden nicht aufgenommen, da sie keinen ausreichenden Schutz gegen das Umgehen oder Überschreiten bieten;
— Unterkante des Schutzfeldes über 300 mm im Verhältnis zur Bezugsebene bieten keinen ausreichenden Schutz gegen das Hindurchkriechen.

ANMERKUNG 2 Die Angaben dieser Tabelle wurden in einer Untersuchung eines Fachausschusses einer deutschen Berufsgenossenschaft ermittelt, siehe [22].

ANMERKUNG 3 Die meisten der in Tabelle 1 angegebenen Werte sind im Verhältnis zu den in ISO 13857:2008 in den Tabellen 1 und 2 festgelegten Werten niedriger, da sich Körperteile beim Hinüberreichen nicht selbst auf Schutzeinrichtungen abstützen können.

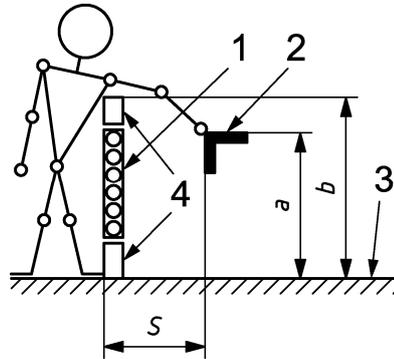
^a Eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen ist unmöglich.

Bei der Bestimmung der Werte nach Tabelle 1 darf nicht interpoliert werden. Wenn die bekannten Werte *a*, *b* oder C_{RO} zwischen zwei Werten der Tabelle 1 liegen, muss der größere Wert des Mindestabstandes angewendet werden.

Für Beispiele siehe Anhang A.

6.5.3 Verhindern des Hinüberreichens über ein senkrechtes Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Verbindung mit einer schützenden Konstruktion, wie z. B. einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung

Wenn eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen über die schützende Konstruktion möglich ist (siehe Bild 9), darf der Mindestabstand, S , nicht kleiner sein als der nach ISO 13857:2008, 4.2.2, Tabelle 1 (niedriges Risiko) oder Tabelle 2 (hohes Risiko) bestimmte waagerechte Sicherheitsabstand zum Gefährdungsbereich c .



Legende

- 1 berührungslos wirkende Schutzeinrichtung
- 2 Gefährdungsbereich
- 3 Bezugsebene
- 4 schützende Konstruktion (z. B. feststehende trennende Schutzeinrichtung)
- a Höhe des Gefährdungsbereichs
- b Höhe der Oberkante der schützenden Konstruktion
- S Mindestabstand für das Hinüberreichen [S entspricht dem Wert c aus ISO 13857:2008, 4.2.2, Tabelle 1 (niedriges Risiko) oder Tabelle 2 (hohes Risiko)]

Bild 9 — Beispiel für das Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Verbindung mit einer schützenden Konstruktion

6.5.4 Hinüberreichen über ein abgewinkeltes Schutzfeld

Wenn eine Annäherung als orthogonal betrachtet wird [siehe Bilder 5 a) und 6], und der Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen über die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung erreicht werden kann, muss der Mindestabstand, S , größer sein als:

- a) der nach der entsprechenden Gleichung aus 6.2.3.1 oder 6.2.4 berechnete Abstand; oder
- b) der nach der entsprechenden Gleichung aus 6.2.3.1 oder 6.2.4 berechnete Abstand, wobei C durch den zusätzlichen Abstand für das Hinüberreichen, C_{RO} , ersetzt wird, der in Tabelle 1 angegeben ist.

Der Mindestabstand muss im Hinblick auf den Strahl gelten, der dem Gefährdungsbereich am nächsten liegt.

6.6 Indirekte Annäherung — Weg vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich ist durch Hindernisse eingeschränkt

6.6.1 Allgemeines

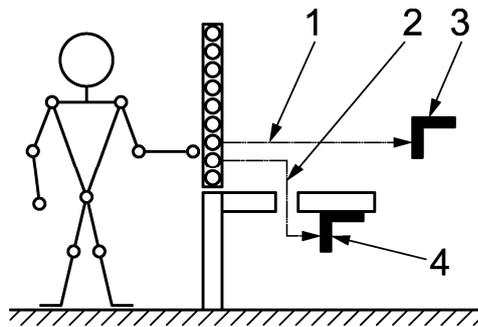
Bei einer Anwendung unter Verwendung einer BWS, bei der zwei oder mehr Gefährdungsbereiche vorhanden sind, ist der Mindestabstand für jeden Gefährdungsbereich zu berechnen.

Wenn der Zugang zu einem Gefährdungsbereich durch die oberen Gliedmaßen durch Hindernisse, die dauerhaft angebracht sind, behindert wird, kann der Mindestabstand der kürzeste Weg um diese Hindernisse herum sein (siehe Bild 10 für eine indirekte Annäherung). In diesem Fall unterscheidet sich die Annäherungsgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit bei einer direkten Annäherung und darf daher auf 1 600 mm/s verringert werden.

Für S ist der jeweils größere Wert, der sich aus dem Vergleich aller Mindestabstände ergibt, anzuwenden.

Hindernisse können als Ergebnis des funktionellen Aufbaus der Maschine vorhanden sein, dürfen jedoch nicht mit dem alleinigen Zweck der Verringerung der Annäherungsgeschwindigkeit der oberen Gliedmaßen eingesetzt werden.

ANMERKUNG Hindernisse sind Teile der Maschine wie beispielsweise Gehäuse, Abdeckungen, abweisende Schutzeinrichtungen, Zusatzeinrichtungen, die den direkten Durchgang zum Gefährdungsbereich verhindern.



Legende

- 1 direkte Annäherung
- 2 indirekte Annäherung
- 3 Gefährdungsbereich 1
- 4 Gefährdungsbereich 2

Bild 10 — Beispiel für eine indirekte Annäherung

6.6.2 Berechnung der Mindestabstände für indirekte Annäherungen

Bei einer indirekten Annäherung wird der tatsächlich abgedeckte Abstand von der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung zum Gefährdungsbereich nach Gleichung (13) berechnet.

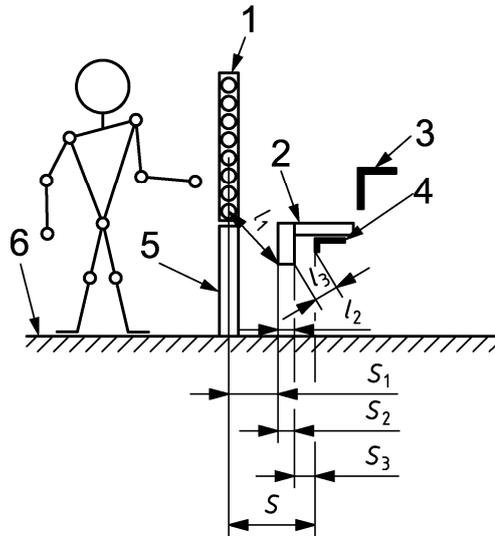
$$S^* = (K \times T) + C = l_1 + l_2 + l_3 \quad (13)$$

Dabei ist

S^* der tatsächlich abgedeckte Abstand.

Bei dieser Berechnung ist der Parameter für die Annäherungsgeschwindigkeit, K , mit dem Wert 1 600 mm/s anzuwenden. l_1 , l_2 und l_3 sind entlang des kürzesten Weges zu messen, der ausgehend von jedem beliebigen Punkt des Schutzfeldes um das Hindernis (die Hindernisse) herum, unter dem Hindernis hindurch oder über das Hindernis führt (siehe 6.2 bis 6.5). Für eine indirekte Annäherung wird der Mindestabstand, S , als der waagrecht projizierte Abstand des tatsächlich abgedeckten Abstands, S^* , betrachtet (siehe Bild 11).

Ein Beispiel für die Berechnung des Mindestabstands, S , ist in C.1 dargestellt.



Legende

1	berührungslos wirkende Schutzvorrichtung	S	Mindestabstand in einer waagerechten Ebene vom Gefährdungsbereich zur Außenkante des Schutzfeldes
2	Hindernis		
3	Gefährdungsbereich 2	$S = S_1 + S_2 + S_3$	
4	Gefährdungsbereich 1	S_1	Abstand von l_1 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
5	schützende Konstruktion	S_2	Abstand von l_2 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
6	Bezugsebene	S_3	Abstand von l_3 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
$l_1; l_2; l_3$	kürzester Abstand um Hindernisse herum in Richtung des Gefährdungsbereichs	S^*	$= l_1 + l_2 + l_3$

Bild 11 — Darstellung der Berechnung des tatsächlich abgedeckten Abstands

Der Mindestabstand für die Anordnung des Schutzfeldes, wenn eine indirekte Annäherung möglich ist, kann nach dem oben beschriebenen Verfahren berechnet werden.

ANMERKUNG Die Verwendung einer geringeren Annäherungsgeschwindigkeit kann bei bestimmten selten ausgeführten Tätigkeiten zulässig sein, wenn lediglich ein indirekter Zugang möglich ist. Beispielsweise haben Untersuchungen ergeben, dass für zwei Hindernisse mit einem Abstand von 1 m oder weniger und einer Mindesthöhe von 500 mm ein Reduktionsfaktor von 0,8 angewendet werden kann (siehe Verweis [22]).

7 Verfahren zur Berechnung der Anordnung von Schalmatten und Schalmplatten

7.1 Allgemeines

Die Auswahl und Anwendung von Schalmatten/-platten richtet sich nach der entsprechenden Typ C-Norm oder, bei fehlender Typ C-Norm, nach einer Risikobeurteilung entsprechend ISO 14121-1.

Die Mindestbreite von Schalmatten/-platten muss 750 mm betragen, um die Möglichkeit eines leichten Überschreitens ohne Auslösung der Einrichtung auszuschließen.

ANMERKUNG Es hat sich gezeigt, dass das 95. Perzentil für zwei Schritte (d. h. Beginnen und Enden mit demselben Fuß), gemessen vom Fersenauftritt bei Schrittgeschwindigkeit etwa 1 900 mm beträgt. Mittels Division durch zwei und Subtrahieren des 5. Perzentils der Schuhlänge ergibt sich eine Schrittlänge von 700 mm. Wird davon ausgegangen, dass eine Toleranz zuzugeben ist, zum Beispiel zwischen dem Schutzfeld und der Schrittlänge von beispielsweise 50 mm, so ergibt sich für das Schutzfeld eine Mindestbreite von 750 mm.

Die Mindestabstände, die in diesem Abschnitt für Schalmatten/-platten abgeleitet werden, setzen voraus, dass die Annäherungsgeschwindigkeit zum Gefährdungsbereich Schrittgcschwindigkeit ist (1 600 mm/s).

Der Mindestabstand, S , in Millimeter vom Gefährdungsbereich zur Außenkante des Schutzfeldes der Schutzeinrichtung, ist nach Gleichung (14) zu berechnen:

$$S = (1\,600 \times T) + 1\,200 \quad (14)$$

7.2 Einbau einer Stufe

Ist die Schutzeinrichtung auf einer Stufe oder erhöhten Plattform eingebaut, so darf der Mindestabstand um $0,4 h$ verringert werden, wobei h die Stufenhöhe in Millimeter (mm) ist. Der Mindestabstand, S , vom Schutzfeld zum Gefährdungsbereich darf nach Gleichung (15) berechnet werden:

$$S = (1\,600 \times T) + (1\,200 - 0,4 h) \quad (15)$$

8 Zweihandschaltungen

Der Mindestabstand, S , vom nächstgelegenen Stellteil zum Gefährdungsbereich ist nach Gleichung (16) zu berechnen.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$$K = 1\,600 \text{ mm/s};$$

$$C = 250 \text{ mm}.$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times T) + 250 \quad (16)$$

Wenn während der Betätigung des Stellteils das Risiko des Eindringens der Hände oder von Handteilen in den Gefährdungsbereich zum Beispiel durch eine angemessene Überdeckung verhindert ist, darf C gleich 0 sein, mit einem zulässigen Mindestabstand für S von 100 mm.

ANMERKUNG ISO 13851 gibt Hinweise, wie durch Anbringen von Überdeckungen verhindert werden kann, dass die bestimmungsgemäße Wirkung einer Schutzeinrichtung umgangen wird. Die dort beschriebenen Maßnahmen sind jedoch nicht bei jeder Anwendung angemessen, um das Eindringen der Hände oder von Handteilen in den Gefährdungsbereich zu verhindern.

9 Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung

Um sicherzustellen, dass beim Öffnen einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung ohne Zuhaltung der Gefährdungsbereich nicht erreicht werden kann, bevor die gefahrbringende Maschinenbewegung gestoppt wurde, ist es notwendig, den Mindestabstand, S , zu bestimmen.

Der Mindestabstand von der am nächsten zum Gefährdungsbereich liegenden Kante der Öffnung der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung ohne Zuhaltung ist nach Gleichung (2) zu berechnen.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

Dabei ist

$K = 1\,600$ mm/s;

C ein aus Tabelle 4 oder Tabelle 5 von ISO 13857:2008 entnommener Sicherheitsabstand, falls es möglich ist, vor Erzeugung eines Stoppsignals die Finger oder die Hand durch die Öffnung in Richtung des Gefährdungsbereichs zu stecken.

In einigen Fällen darf T um die Öffnungszeit t_3 verringert werden, die erforderlich ist, um die trennende Schutzeinrichtung so weit zu öffnen, dass das Maß der Öffnung den Zugang der entsprechenden Körperteile ermöglicht. Die in den Tabellen 4 und 5 von ISO 13857:2008 angegebenen Werte für das Maß der Öffnung, e , müssen berücksichtigt werden. Die Berechnung muss mit dem kleinsten Körperteil beginnen, der den Gefährdungsbereich erreichen kann.

Wenn die Öffnungszeit, t_3 , von der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung abhängig ist, muss sie angewendet werden und ist durch Berechnung oder Prüfung zu bestimmen.

Bei kraftbetätigten verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen einschließlich verriegelten Rolltoren kann t_3 nach Gleichung (17) berechnet werden:

$$t_3 = \frac{e}{v} \quad (17)$$

Dabei ist

e das Maß der Öffnung, in Millimeter (mm);

v die Geschwindigkeit der Öffnungsbewegung der kraftbetätigten verriegelten trennenden Schutzeinrichtung, in Millimeter je Sekunde (mm/s).

ANMERKUNG Ein zu großer Mindestabstand kann durch die Verwendung einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung verringert werden (siehe ISO 14119).

Anhang A (informativ)

Ausführungsbeispiele

A.1 Allgemeines

In diesem Anhang sind Beispiele dafür angegeben, wie diese Internationale Norm angewendet werden kann.

Es wird in diesen Beispielen davon ausgegangen, dass entweder die entsprechende Typ C-Norm oder die Risikobeurteilung für die betreffende Maschine die Verwendung der für diese Beispiele ausgewählten Schutzeinrichtungen zulässt.

Die Berechnung des Sicherheitsabstands, S , erfolgt in drei Schritten.

- Erster Schritt: Mindestabstand für das Hindurchreichen durch das Schutzfeld, S_{RT} ;
- Zweiter Schritt: Mindestabstand für das Hinüberreichen über das Schutzfeld, S_{RO} ;
- Dritter Schritt: Vergleich von S_{RT} und S_{RO} zur Bestimmung von S .

ANMERKUNG Bei bestimmten Anwendungen könnte es notwendig sein, neben dem Hinüberreichen über die Schutzeinrichtung noch weitere Möglichkeiten einer Umgehung zu berücksichtigen.

A.2 Beispiel 1

Eine Maschine hat eine Nachlaufzeit von 60 ms (t_2). Sie ist mit einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Form einer senkrechten aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung mit einem Sensordetektionsvermögen von 14 mm und einer Ansprechzeit von 30 ms (t_1) ausgerüstet. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass es nicht möglich ist, über die BWS hinüberzureichen. Daher sind der zweite und dritte Schritt nicht notwendig.

Anwendung von Gleichung (3):

$$S = (2\,000 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

S der Mindestabstand vom Gefährdungsbereich zum Schutzfeld, in Millimeter (mm);

T der Nachlauf des gesamten Systems von $(60 + 30)$ ms = 90 ms = 0,09 s;

$d = 14$ mm.

Somit wird

$$S = (2\,000 \times 0,09) + 8(14 - 14)$$

$$S = 180 \text{ mm}$$

A.3 Beispiel 2

Es wird die gleiche Maschine wie in Beispiel 1 verwendet, jedoch mit einem Sensordetektionsvermögen von 30 mm.

Anwendung von Gleichung (3):

$$S = (2\,000 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

T der Nachlauf des gesamten Systems von $(60 + 30) \text{ ms} = 90 \text{ ms} = 0,09 \text{ s}$;

$d = 30 \text{ mm}$.

Somit wird

$$S = (2\,000 \times 0,09) + 8(30 - 14)$$

$$S = 180 + 128$$

$$S = 308 \text{ mm}$$

A.4 Beispiel 3

Es ist der Mindestabstand, S , für das Schutzfeld einer senkrecht montierten berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung zu berechnen und die Höhe, b , der Oberkante des Schutzfeldes zu bestimmen.

Eine Maschine hat eine Nachlaufzeit von 250 ms (t_2) einschließlich der Ansprechzeit des Steuerungssystems. Sie ist mit einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Form einer senkrechten aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung (AOPD) mit einem Sensordetektionsvermögen von 30 mm (d) und einer Ansprechzeit von 30 ms (t_1) ausgerüstet. Die Höhe des Gefährdungsbereichs über der Bezugsebene beträgt 800 mm (a). Die aktive optoelektronische Schutzeinrichtung ist ab einer Höhe von 200 mm aktiv.

a) Erster Schritt:

Es ist der Mindestabstand für das Hindurchreichen durch die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung, S_{RT} , zu berechnen.

Anwendung von Gleichung (3):

$$S_{RT} = (K \times T) + C_{RT} = (2\,000 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

S_{RT} der Mindestabstand vom Gefährdungsbereich zum Schutzfeld, in Millimeter (mm), nach 6.2.3.1;

T der Nachlauf des gesamten Systems von $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$;

$d = 30 \text{ mm}$.

Somit wird

$$S_{RT} = (2\,000 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

Da $S_{RT} > 500$ mm, kann Gleichung (4) angewendet werden:

$$S_{RT} = (1600 \times T) + 8(d - 14)$$

Somit wird

$$S_{RT} = (1600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

b) Zweiter Schritt:

1) Bestimmung:

- des zusätzlichen Abstands zum Gefährdungsbereich, C_{RO} ;
- der Mindesthöhe der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung zum Erkennen des Hinüberreichens b .

Anwendung von Gleichung (2):

$$S = (K \times T) + C$$

Bei Gleichsetzen von $S_{RO} = S_{RT}$ ergibt sich:

$$C_{RO} = C_{RT} = 128 \text{ mm}$$

In Tabelle A.1, Zeile „ $a = 800$ mm“ (siehe ①), der nächstkleinere (sichere) Wert von $C_{RO} = 0$ mm (siehe ②).

2) Bestimmung der Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutz-
einrichtung, b , unter Anwendung von Tabelle A.1.

Der entsprechende Wert beträgt $b = 1600$ mm (siehe ③).

Tabelle A.1 — Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung

Maße in Millimeter

Höhe des Gefährdungsbereiches <i>a</i>	Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung											
	<i>b</i>											
	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 600 ^③	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600
zusätzlicher Abstand zum Gefährdungsbereich												
<i>C_{RO}</i>												
2 600 ^a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2 400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2 200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2 000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1 800	1 100	1 100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1 600	1 150	1 150	1 100	1 000	900	850	750	450	0	0	0	0
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	850	650	0	0	0	0	0
1 200	1 200	1 200	1 100	1 000	850	800	0	0	0	0	0	0
1 000	1 200	1 150	1 050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800 ^①	1 150	1 050	950	800	500	450	0 ^②	0	0	0	0	0
600	1 050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANMERKUNG Für weitere Angaben, siehe Anmerkungen in Tabelle 1.

^a Eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen ist unmöglich.

c) Dritter Schritt:

Da $C_{RO} = 0$, ist S_{RO} kleiner als S_{RT} , und es ist S_{RT} anzuwenden:

$$S = S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

A.5 Beispiel 4

Es ist der Mindestabstand, S , für das Schutzfeld einer senkrecht montierten berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung mit einer Höhe, b , der Oberkante des Schutzfeldes von 1 300 mm zu berechnen.

Eine Maschine hat eine Nachlaufzeit von 250 ms (t_2) einschließlich der Ansprechzeit des Steuerungssystems. Sie ist mit einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Form einer senkrechten aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung (AOPD) mit einem Sensordetektionsvermögen von 30 mm (d) und einer Ansprechzeit von 30 ms (t_1) ausgerüstet. Die Höhe des Gefährdungsbereichs über der Bezugsebene beträgt 650 mm (a); die aktive optoelektronische Schutzeinrichtung ist ab einer Höhe von 200 mm aktiv und die Höhe der Oberkante ihres Schutzfeldes (b) beträgt 1 340 mm.

a) Erster Schritt:

Bestimmung des Mindestabstands, S_{RT} , der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung für das Durchreichen:

Anwendung von Gleichung (3):

$$S_{RT} = (K \times T) + C_{RT} = (2\,000 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

S_{RT} der Mindestabstand vom Gefährdungsbereich zum Schutzfeld, in Millimeter (mm), nach 6.2.3.1;

T der Nachlauf des gesamten Systems von $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$;

$d = 30 \text{ mm}$.

Somit wird

$$S_{RT} = (2\,000 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

Da $S_{RT} > 500 \text{ mm}$, kann Gleichung (4) angewendet werden:

$$S = (1\,600 \times T) + 8(d - 14)$$

Somit wird

$$S_{RT} = (1\,600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

b) Zweiter Schritt:

Bei der Bestimmung der Werte nach Tabelle A.2 darf nicht interpoliert werden. Wenn $a = 650 \text{ mm}$ beträgt, so ist der nächstliegende (sichere) Wert in Tabelle A.2 $a = 800 \text{ mm}$. Wenn $b = 1\,340 \text{ mm}$ beträgt, so ist der nächstliegende (sichere) Wert in Tabelle A.2 $b = 1\,300 \text{ mm}$.

Es ist der Mindestabstand für das Hinüberreichen über die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung, S_{RO} , zu ermitteln.

1) Anwendung von Tabelle A.2, mit $a = 800 \text{ mm}$ (siehe ①) und $b = 1\,300 \text{ mm}$ (siehe ②):

Ermitteln von $C_{RO} = 500 \text{ mm}$ (siehe ③) als kleinster zusätzlicher Abstand für das Hinüberreichen.

Tabelle A.2 — Hinüberreichen über das senkrechte Schutzfeld einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung

Maße in Millimeter

Höhe des Gefährdungsbereiches <i>a</i>	Höhe der Oberkante des Schutzfeldes der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung <i>b</i>											
	900	1 000	1 100	1 200	1 300 ^②	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600
	zusätzlich					er Abstand zum Gefährdungsbereich <i>C_{RO}</i>						
2 600 ^a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2 400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2 200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2 000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1 800	1 100	1 100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1 600	1 150	1 150	1 100	1 000	900	850	750	450	0	0	0	0
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	850	650	0	0	0	0	0
1 200	1 200	1 200	1 100	1 000	850	800	0	0	0	0	0	0
1 000	1 200	1 150	1 050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800 ^①	1 150	1 050	950	800	500 ^③	450	0	0	0	0	0	0
600	1 050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANMERKUNG Für weitere Angaben, siehe Anmerkungen in Tabelle 1.

^a Eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen ist unmöglich.

2) Anwendung von Gleichung (10):

$$S = S_{RO} = (K \times T) + C_{RO}$$

Dabei ist

$$S_{RO} = (2\,000 \times 0,28) + 500$$

Da $S_{RO} > 500$ mm, kann Gleichung (12) angewendet werden:

$$S = (1\,600 \times T) + C_{RO}$$

Somit wird

$$S_{RO} = (1\,600 \times 0,28) + 500$$

$$S_{RO} = 448 + 500 = 948 \text{ mm}$$

c) Dritter Schritt:

Bestimmung des Mindestabstands, S , durch Vergleich von S_{RT} und S_{RO} :

$$S_{RT} < S_{RO}$$

Folglich beträgt der Mindestabstand zum Gefährdungsbereich $S = S_{RO} = 948$ mm.

A.6 Beispiel 5

Es ist der Mindestabstand, S , für das Schutzfeld einer senkrecht montierten berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Kombination mit einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung zu berechnen.

Eine Maschine hat eine Nachlaufzeit von 250 ms (t_2) einschließlich der Ansprechzeit des Steuerungssystems. Sie ist mit einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung in Form einer senkrechten aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung (AOPD) mit einem Sensordetektionsvermögen von 30 mm (d) und einer Ansprechzeit von 30 ms (t_1) ausgerüstet. Die Höhe des Gefährdungsbereichs über der Bezugsebene beträgt 800 mm (a); die aktive optoelektronische Schutzeinrichtung ist ab einer Höhe von 200 mm aktiv und die Höhe der Oberkante der Schutzeinrichtung (b) beträgt 1 600 mm.

a) Erster Schritt:

Bestimmung des Mindestabstands, S_{RT} , der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung für das Durchreichen:

Anwendung von Gleichung (3):

$$S = (2\,000 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

S = S_{RT} der Mindestabstand vom Gefährdungsbereich zum Schutzfeld, in Millimeter (mm), nach 6.2.3.1 (für das Durchreichen);

T der Nachlauf des gesamten Systems von $(250 + 30)$ ms = 280 ms = 0,28 s;

d = 30 mm.

Somit wird

$$S_{RT} = (2\,000 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

Da $S_{RT} > 500$ mm, wird Gleichung (4) angewendet:

$$S = (1\,600 \times T) + 8(d - 14)$$

Somit wird

$$S_{RT} = (1\,600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

b) Zweiter Schritt:

Es ist der Mindestabstand für das Hinüberreichen über die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung, S_{RO} , zu bestimmen.

Anwendung von ISO 13857:2008, Tabelle 2 mit $a = 800$ mm und $b = 1\ 600$ mm.

Ermitteln von:

$S_{RO} = c = 600$ mm als Mindestabstand zum Gefährdungsbereich für das Hinüberreichen.

c) Dritter Schritt:

Bestimmung des Mindestabstands, S , durch Vergleich von S_{RT} und S_{RO} :

$$S_{RO} > S_{RT}$$

Folglich beträgt der Mindestabstand zum Gefährdungsbereich $S = S_{RO} = 600$ mm.

A.7 Beispiele, in denen unterschiedliche Schutzeinrichtungen miteinander verglichen werden

A.7.1 Beispiel 6

Der unbeabsichtigte Zugang zum Gefährdungsbereich einer Maschine wird durch eine optoelektronische Schutzeinrichtung erfasst. Es wird von einer Höhe des Gefährdungsbereichs von 600 mm ausgegangen.

Die Risikobeurteilung zeigt, dass mehrere Einzelstrahlen geeignet wären, und deshalb wird eine dreistrahlige BWS nach Anhang E ausgewählt.

Die Nachlaufzeit des Maschinensystems beträgt 300 ms (t_2) und die Ansprechzeit der Schutzeinrichtung beträgt 35 ms (t_1).

Entsprechend Tabelle E.1 sollten die Strahlen in einer Höhe von 300 mm, 700 mm und 1 100 mm vom Boden aus angebracht werden.

a) Erster Schritt:

Der Mindestabstand ist durch Gleichung (5) gegeben:

$$S_{RT} = (1\ 600 \times T) + 850$$

Dabei ist

$$T = 335 \text{ ms} = 0,335 \text{ s}$$

Somit wird

$$S_{RT} = (1\ 600 \times 0,335) + 850$$

$$S_{RT} = 536 + 850$$

$$S_{RT} = 1\ 386 \text{ mm}$$

b) Zweiter Schritt:

Da die Höhe des obersten Strahles 1 100 mm beträgt, ist ein mögliches Hinüberreichen zu berücksichtigen.

Aus Tabelle A.1 ist ersichtlich, dass 750 mm in der Gleichung als Wert für C_{RO} anzuwenden sind.

Somit wird

$$S_{RO} = (1\,600 \times 0,335) + 750$$

$$S_{RO} = 536 + 750$$

$$S_{RO} = 1\,286 \text{ mm}$$

c) Dritter Schritt:

$$S_{RO} < S_{RT}$$

Daraus folgt

$S = S_{RT} = 1\,386 \text{ mm}$ wird als Mindestabstand ausgewählt.

A.7.2 Beispiel 7

Die gleiche Maschine wie in Beispiel 6 wird verwendet, aber anstelle einer dreistrahligen Einrichtung ist eine Schaltmatte oder eine optoelektronische Schutzeinrichtung auf dem Boden eingebaut.

a) Erster Schritt:

Der Mindestabstand ist durch Gleichung (14) gegeben:

$$S = (1\,600 \times T) + 1\,200$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times 0,335) + 1\,200$$

$$S = 536 + 1\,200$$

$$S = 1\,736 \text{ mm}$$

b) Zweiter und dritter Schritt:

Im Vergleich mit dem Wert für das Hinüberreichen aus Tabelle A.1, wie in Beispiel 6 bestimmt, wird 1 736 mm als Mindestabstand ausgewählt.

A.7.3 Beispiel 8

Die gleiche Maschine wird verwendet wie in Beispiel 6, aber mit einer Zweihandschaltung ausgerüstet.

Anwendung von Gleichung (15):

$$S = (1\,600 \times T) + 250$$

Somit wird

$$S = (1\,600 \times 0,335) + 250$$

$$S = 536 + 250$$

$$S = 786 \text{ mm}$$

Wird eine angemessene Abdeckung verwendet, kann S auf 536 mm verringert werden (siehe Abschnitt 8).

Anhang B (informativ)

Beendigung von gefahrbringenden Maschinenfunktionen

Bei der Berechnung des Mindestabstands, S , einer Schutzeinrichtung entsprechend den Festlegungen der vorliegenden Internationalen Norm stellt der Nachlauf des Systems einen entscheidenden Parameter dar. Diese Zeitdauer wird durch den Zeitpunkt beeinflusst, zu dem die gefahrbringende Maschinenfunktion (üblicherweise eine Bewegung) in einer solchen Weise verändert wurde, dass sie für den menschlichen Körper ungefährlich ist. Dieser Zeitpunkt ist erreicht, sobald eine physische Verletzung oder eine Beeinträchtigung der Gesundheit ausgeschlossen werden kann.

Wird dieser Zeitpunkt erreicht, bevor die Maschine vollständig stillsteht, und ist es jedoch nicht möglich zu bestimmen, wann dieser Moment eintritt, so muss die Zeitdauer berücksichtigt werden, bis die Maschine einen vollständigen Stillstand erreicht hat.

Hierbei können viele Faktoren anwendbar sein und Anleitungen nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Im Folgenden sind einige Beispiele angegeben, die berücksichtigt werden können, die erwähnten Internationalen Normen können jedoch in einer gegebenen Anwendung möglicherweise nicht unmittelbar relevant sein:

- a) die auf den menschlichen Körper ausgeübte Kraft;
- b) die Körperteile, die beeinträchtigt werden können;
- c) die Form des Maschinenteils (z. B. scharfe Kanten, spitze Teile);
- d) die Werkstoffeigenschaften (z. B. Weichgummi, verformbar);
- e) die Geschwindigkeit der Bewegung;
- f) das Risiko von Gefährdungen durch Quetschen.

Es stehen zur Bewertung der Auswirkungen von Kräften auf den menschlichen Körper keine Typ B-Normen zur Verfügung.

ANMERKUNG 1 In ISO 14120:2002, 5.2.5.2, sind einige Angaben zu Kräften und kinetischen Energien zu finden.

ANMERKUNG 2 In ISO 13854 sind Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen zu finden.

ANMERKUNG 3 Siehe auch die Auflistung der Beispiele zu gefährdenden Situationen in ISO 14121-1:2007, Anhang A.

Wenn die Mindestabstände den Festlegungen dieser Internationalen Norm entsprechend berechnet werden, sollte das Verhältnis zwischen der Beendigung der gefahrbringenden Maschinenfunktion und dem Zeitpunkt, zu dem die Maschine zum vollständigen Stillstand kommt, deutlich gemacht werden. Ein derartiges Verhältnis kann zum Beispiel folgendermaßen festgelegt sein:

- Beim Vorhandensein einer Gefährdung durch Quetschen kann die Beendigung von gefahrbringenden Maschinenfunktionen festgelegt werden als 2 mm vor der Stellung, in der die Maschine zum vollständigen Stillstand kommt, es sei denn, es besteht das Risiko einer Quetschung des Kopfes. Das heißt, dass die durch diese 2 mm repräsentierte Zeitdauer zur Verringerung des Nachlaufs des gesamten Systems verwendet werden kann.

ANMERKUNG 4 Ein Zusammendrücken von 2 mm kann, im Unterschied zum Kopf, bei Körperteilen als ungefährlich angesehen werden.

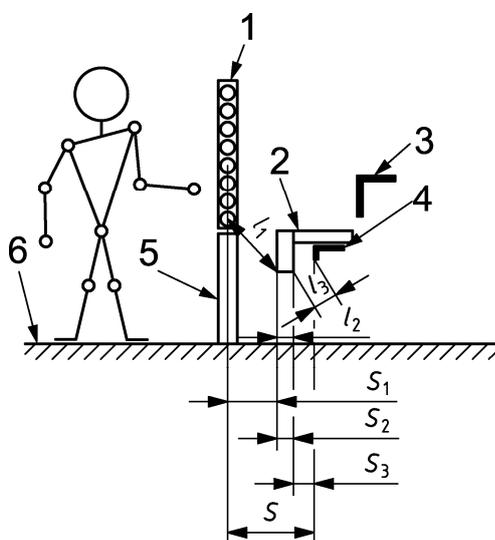
Anhang C (informativ)

Beispiel für die Berücksichtigung indirekter Annäherungen

Dieser Anhang zeigt ein Beispiel für die Berechnung des Weges um Hindernisse herum.

Eine Maschine hat eine Nachlaufzeit von 250 ms (t_2). Sie ist mit einer berührungslos wirkenden Schutzvorrichtung in Form einer senkrechten aktiven optoelektronischen Schutzvorrichtung mit einem Sensordetektionsvermögen von 30 mm (d) und einer Ansprechzeit von 30 ms (t_1) ausgerüstet.

Das Erreichen des Gefährdungsbereichs erfordert ein Herumreichen um ein Hindernis (siehe Bild C.1).



Legende

1	berührungslos wirkende Schutzvorrichtung	S	Mindestabstand in einer waagerechten Ebene vom Gefährdungsbereich zur Außenkante des Schutzfeldes
2	Hindernis	$S = S_1 + S_2 + S_3$	
3	Gefährdungsbereich 2	S_1	Abstand von l_1 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
4	Gefährdungsbereich 1	S_2	Abstand von l_2 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
5	schützende Konstruktion	S_3	Abstand von l_3 , projiziert auf eine waagerechte Ebene
6	Bezugsebene	S^*	$= l_1 + l_2 + l_3$
$l_1; l_2; l_3$	kürzester Abstand um Hindernisse herum in Richtung des Gefährdungsbereiches		

Bild C.1 — Abhängigkeit des waagerechten Abstandes zum Mindestabstand infolge indirekter Annäherung

In diesem Beispiel werden folgende Konstruktionsdaten verwendet:

$$l_1 = 100 \text{ mm}$$

$$l_3 = 200 \text{ mm}$$

Anwendung von Gleichung (4) und 6.2.3.1:

$$S^* = (1600 \times T) + 8(d - 14)$$

Dabei ist

$$S^* = (K \times T) + C = l_1 + l_2 + l_3 \text{ [nach Gleichung (13)], der tatsächlich abgedeckte Abstand zwischen dem Gefährdungsbereich und dem Schutzfeld, in Millimeter (mm);}$$

$$T \text{ der Nachlauf des gesamten Systems von } (250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s;}$$

$$d = 30 \text{ mm.}$$

Somit wird

$$S^* = (1600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S^* = 576 \text{ mm}$$

In diesem Beispiel wird von einem waagerechten Abstand ausgegangen, der durch die Konstruktion bestimmt wurde und auf Grund von l_1 und l_3 zu folgenden Werten führt:

$$S_1 = 60 \text{ mm;}$$

$$S_3 = 75 \text{ mm}$$

Durch Gleichsetzen der waagerechten Komponente des Zugangsabstands l_2 mit S_2 , ergibt sich:

$$S_2 = l_2 = S^* - (l_1 + l_3) = 576 \text{ mm} - 300 \text{ mm} = 276 \text{ mm}$$

Der waagerechte Abstand der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung zum Gefährdungsbereich beträgt daher:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 60 \text{ mm} + 276 \text{ mm} + 75 \text{ mm}$$

$$S = 441 \text{ mm}$$

Anhang D (informativ)

Messung und Berechnung des Nachlaufs des gesamten Systems

D.1 Wann ein Stoppsignal zu geben ist

Das Signal zur Simulation des Auslösens der Schutzeinrichtung (d. h. das Stoppsignal) sollte der Maschine zu dem/der Bewegungszeitpunkt/-position/-phase gegeben werden, aus dem/der sich die längste Nachlaufzeit ergibt. Es sollte das Szenario für die ungünstigste Nachlaufzeit der Maschine angewendet werden (in dem Umfang, wie es realistisch erscheint). Bei der Bestimmung dieses Szenarios sollten Faktoren wie beispielsweise Werkzeuggewicht, Temperatur, Schaltzeiten von Ventilen und die Alterung von Bauteilen berücksichtigt werden. In den meisten Fällen stellt das Auftreten der Höchstgeschwindigkeit der Maschine den ungünstigsten Fall dar.

Zur Berechnung der Mindestabstände nach dieser Internationalen Norm kann die Auslegungsgeschwindigkeit (z. B. programmierte Geschwindigkeit) für die beweglichen Ausrüstungen im Gefährdungsbereich verwendet werden. Die Geschwindigkeit der beweglichen Ausrüstung unter Fehlerbedingungen braucht nicht berücksichtigt zu werden.

ANMERKUNG 1 Im Fall der Annäherung einer Person müssen für die Entstehung einer gefährlichen Situation zwei voneinander unabhängige Fehler (Ereignisse) gleichzeitig eintreten: Zum einen streckt die Person den Arm in Richtung der Gefahrstelle und gleichzeitig versagt die bewegliche Ausrüstung hinsichtlich Geschwindigkeit oder Ausdehnung, was zusammen unwahrscheinlich ist.

ANMERKUNG 2 Die Geschwindigkeitsberechnung auch unter Fehlerbedingungen ist erforderlich, wenn Personen im Falle eines Fehlers getroffen werden könnten z. B. bei der Auslegung eines eingeschränkten Arbeitsweges oder einer eingeschränkten Bewegung der Maschinenachse. Unter diesen Umständen ist eine Person anwesend, die sich jedoch nicht annähert, und ein einziger Fehler kann zu einer gefährlichen Situation führen. Derartige Erwägungen werden in der vorliegenden Norm nicht behandelt, sind jedoch Gegenstand von Typ C-Normen.

D.2 Wie der Nachlauf des gesamten Systems zu berechnen ist

Zur Berechnung des Mindestabstands ist eine einzige Messung nicht ausreichend. Es sind mindestens 10 Messungen erforderlich.

Ein statistischer Ansatz, um 99,7 % sämtlicher Individuen einer normal verteilten Grundgesamtheit abzudecken, ist die Berechnung des Mittelwertes ± 3 Standardabweichungen.

Bei der Berechnung des Mindestabstands sollte der größte Messwert bzw. der Mittelwert plus drei Normabweichungen verwendet werden, wobei der größere der beiden Werte zu wählen ist.

D.3 Zu vermeidende Praktiken

Bei der Berechnung des Mindestabstands sollte nicht ausschließlich der Mittelwert verwendet werden, da die Maschine in 50 % der Fälle einen längeren Nachlauf des gesamten Systems aufweisen würde. Der Mittelwert allein darf nur bei Anwendungen verwendet werden, bei denen die Nachlaufzeit überwacht wird.

Die Praxis, Ausreißer in den Messungen zu entfernen, ist nicht zu empfehlen, es sei denn, es kann sicher davon ausgegangen werden, dass der Ausreißer auf einen Fehler bei der Messung zurückzuführen ist.

D.4 Empfohlene Vorgehensweise zur Anfertigung eines Protokolls

Außer der Angabe des berechneten Mindestabstands und der Identifizierung der Maschine, an der die Messungen durchgeführt wurden, sollte das Protokoll auch eine Auflistung der Annahmen enthalten, die bei der Bestimmung des Szenarios für den ungünstigsten Fall zu Grunde lagen, sowie Angaben darüber, wie der sichere Zustand festgelegt wurde.

Ein angemessen abgefasstes Protokoll sollte folgende Angaben enthalten:

- a) die Identifizierung der Maschine;
- b) verwendete Schutzeinrichtungen;
- c) verwendete Messgeräte;
- d) Verifizierung der Messgeräte (einschließlich Kalibrierung);
- e) Identifizierung der Person/des Unternehmens, die/das die Messungen durchgeführt hat;
- f) Datum der Messungen;
- g) angewendetes Messverfahren;
- h) den Messungen und Berechnungen zu Grunde liegende Annahmen;
- i) zusätzliche Angaben zur Maschine oder zu den Messbedingungen;
- j) berechneter Nachlauf des gesamten Systems;
- k) berechneter Mindestabstand, Darstellung der in Gleichungen verwendeten Werte.

Anhang E (informativ)

Anzahl der Strahlen und ihre Höhe über der Bezugsebene

Die in Tabelle E.1 angegebenen Höhen für 2, 3 und 4 Strahlen haben sich als bester Kompromiss zwischen einer angemessenen Verringerung des Risikos und der praktikabelsten Lösung in der Anwendung herausgestellt. Nicht alle Anwendungen lassen die Verwendung mehrerer Einzelstrahlen zu. Um den Zugang zum Gefährdungsbereich zu verhindern, können weitere Schutzmaßnahmen erforderlich sein. Für den niedrigsten Strahl [siehe auch 6.2.2 a)], können nur dann 400 mm angewendet werden, wenn die Risikobeurteilung es zulässt.

Tabelle E.1 — Anzahl der Strahlen und ihre Höhe über der Bezugsebene

Anzahl der Strahlen	Höhe über der Bezugsebene, zum Beispiel über dem Boden mm
4	300, 600, 900, 1 200
3	300, 700, 1 100
2	400 ^a , 900
^a Für den niedrigsten Strahl [siehe auch 6.2.2 a)], können 400 mm nur dann angewendet werden, wenn die Risikobeurteilung es zulässt.	

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Internationalen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG

Diese Internationale Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen 2006/42/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] ISO 11161, *Safety of machinery — Integrated manufacturing systems — Basic requirements*
- [2] ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles*
- [3] ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*
- [4] ISO 13849-2, *Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation*
- [5] ISO 13851, *Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects and design principles*
- [6] ISO 13854, *Safety of machinery — Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*
- [7] ISO 13856-1, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors*
- [8] ISO 13856-2, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for the design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars*
- [9] ISO 13856-3, *Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 3: General principles for the design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices*
- [10] ISO 14119, *Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards*
- [11] ISO 14120:2002, *Safety of machinery — Guards — General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*
- [12] ISO 15534-1, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery*
- [13] ISO 15534-2, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings*
- [14] ISO 15534-3, *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 3: Anthropometric data*
- [15] IEC 61496-2, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*
- [16] IEC 61496-3, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)*
- [17] IEC/TR 61496-4, *Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)*
- [18] IEC/TS 62046:2008, *Safety of machinery — Application of protective equipment to detect the presence of persons*
- [19] IEC 62061, *Safety of machinery — Functional safety of electrical, electronic and programmable control systems for machinery*
- [20] EN 12203, *Maschinen zur Herstellung von Schuhen, Leder- und Kunstlederwaren — Schuh- und Lederpressen — Sicherheitsanforderungen*
- [21] EN 12453, *Tore — Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore — Anforderungen*
- [22] „Reaching over ESPE and indirect approach to hazardous zones“; Untersuchung der Deutschen Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd, Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme und Stahlbau (FA MFS), W.Th. Römheldstr. 15; D-55130 Mainz; DOK 612.1:2008

www.bg-metall.de