DIN EN ISO 13855:2026-08 (D)

Sicherheit von Maschinen - Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherung des menschlichen Körpers (ISO 13855:2024); Deutsche Fassung EN ISO 13855:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 10

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG ... 11

Vorwort ... 13

Einleitung ... 15

1 Anwendungsbereich ... 17

2 Normative Verweisungen ... 18

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen ... 18
3.1 Begriffe ... 18
3.2 Symbole und Abkürzungen ... 22
3.2.1 Symbole ... 22
3.2.2 Abkürzungen ... 22

4 Methodik ... 23
4.1 Allgemeines ... 23
4.2 Statische und dynamische Trennungsabstände ... 26
4.3 Bezugsebenen ... 26
4.4 Annahmen ... 28
4.5 Spezifische Anforderungen an eine BWS hinsichtlich des Ganzkörperzugangs ... 29
4.5.1 Allgemeines ... 29
4.5.2 Zusätzliche Anforderungen an vertikal zur Bezugsebene montierte Schutzfelder ... 30
4.5.3 Zusätzliche Anforderungen an Einrichtungen mit Einzelstrahl ... 30
4.6 Erreichbarkeitsabstand zum SRMCD ... 30
4.7 Annäherung in Richtung des Schutzfeldes der SPE ... 31
4.8 Geschwindigkeits- und Abstandsregelung (SSC) ... 31

5 Trennungsabstand ... 32
5.1 Allgemeines ... 32
5.2 Trennungsabstand S ... 32
5.3 Annäherungsgeschwindigkeit K ... 33
5.3.1 Annäherungsgeschwindigkeit des menschlichen Körpers ... 33
5.3.2 Annäherungsgeschwindigkeit von ortsveränderlichen Maschinen ... 33
5.4 Reaktionszeit des Gesamtsystems T ... 33
5.5 Zuschläge zum Erreichbarkeitsabstand in Zusammenhang mit einer nichttrennenden Schutzeinrichtung D_{DS} ... 36
5.5.1 Allgemeines ... 36
5.5.2 Erreichbarkeitsabstand in Anwendungen, die eine Sicherheitsfunktion auslösen ... 36
5.5.3 Erreichbarkeitsabstand in Anwendungen, in denen Gefährdungsbereiche durch Umgehen der Schutzeinrichtung erreicht werden können ... 37
5.6 Zusätzliche Entfernungsfaktoren ... 37

6 Dynamischer Trennungsabstand ... 38
6.1 Allgemeines ... 38
6.2 Dynamischer Trennungsabstand bei Annäherung einer Person aus unbekannter Richtung ... 39

6.3 Dynamischer Trennungsabstand bei Annäherung einer Person aus bekannter Richtung 40
7 Betrachtung der Annäherungsrichtung an ein Schutzfeld 41
8 Orthogonale Annäherung an ein Schutzfeld 43
8.1 Bestimmung des Erreichbarkeitsabstands bei orthogonaler Annäherung an ein Schutzfeld 43
8.2 Hinübergreifen über ein vertikales Schutzfeld 45
8.2.1 Allgemeines 45
8.2.2 Vertikale Schutzfelder ohne schützende Zusatzkonstruktionen 45
8.2.3 Vertikale Schutzfelder mit schützenden Zusatzkonstruktionen 47
8.3 Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld 48
8.3.1 Allgemeines 48
8.3.2 Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von $d_e \leq 40$ mm 49
8.3.3 Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von 40 mm $< d_e \leq 55$ mm 50
8.3.4 Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von 55 mm $< d_e \leq 120$ mm 51
8.3.5 Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von $d_e > 120$ mm oder einem undefinierten effektiven Detektionsvermögen 51
8.3.6 Indirekte Annäherung — Durch Hindernisse eingeschränkter Weg 52
8.4 Hindurchgreifen unter einem vertikalen Schutzfeld 54
8.4.1 Allgemeines 54
8.4.2 Hindurchgreifen unter einem vertikalen Schutzfeld bei $(d_e + H_{DB}) \leq 40$ mm 55
8.4.3 Hindurchgreifen unter einem vertikalen Schutzfeld, dessen Unterkante sich in einer Höhe über der Bezugsebene von 40 mm $< d_e + H_{DB}$ und $H_{DB} \leq 300$ mm befindet 56
8.4.4 Hindurchgreifen unter einem vertikalen Schutzfeld mit schützenden Zusatzkonstruktionen 56
8.5 Anwendungen mit Einzelstrahlen 58
8.6 Wiederingangsetzen von Maschinen durch aktive optoelektronische Schutzeinrichtungen (AOPD) mit Steuerungsfunktion 58
9 Parallele Annäherung an ein Schutzfeld 59
9.1 Allgemeines 59
9.2 Höhe eines Schutzfeldes bei paralleler Annäherung 59
9.3 Trennungsabstand eines Schutzfeldes bei paralleler Annäherung 61
9.4 Tiefe eines Schutzfeldes bei paralleler Annäherung 61
10 Zweihandschaltungen 64
10.1 Zweihandschaltungen, die Eindringen nicht verhindern 64
10.2 Zweihandschaltungen, die Eindringen verhindern 65
11 Einfach betätigte Steuerungseinrichtungen 65
11.1 Einfach handbetätigte Steuerungseinrichtungen 65
11.2 Einfach fußbetätigte Steuerungseinrichtungen 66
12 Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen 67
12.1 Allgemeines 67
12.2 Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung 67
12.2.1 Allgemeines 67
12.2.2 Berechnung der Öffnungsweite *e* für eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung mit durch Kurvenscheibe betätigtem Positionsschalter 69
12.3 Verriegelungseinrichtungen mit Zuhaltung 71
Anhang A (informativ) Erreichen der vorgesehenen Risikominderung 72
Anhang B (informativ) Messung und Berechnung der Leistungsfähigkeit des Systems zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung 74
B.1 Allgemeines 74
B.2 Prüfbedingungen der Maschine 74

B.3 Prüfintervall und Messverfahren ... 75
B.4 Fehlerzustände ... 75
B.5 Berechnung der Reaktionszeit des Gesamtsystems T bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung ... 76
B.6 Beispiel für die Auswertung einer Messung — Berechnung der Stichprobenstandardabweichung ... 76

Anhang C (normativ) Einrichtungen mit mehreren Einzelstrahlen oder Anordnungen von Einzelstrahlen mit einem effektiven Detektionsvermögen d_e > 120 mm oder einem undefinierten effektiven Detektionsvermögen — Anzahl der Strahlen und deren Höhe über der Bezugsebene ohne Höhenänderung ... 78

Anhang D (normativ) Lieferanteninformationen hinsichtlich Zeit und Weg bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung ... 80

Anhang E (informativ) Erläuterung der Variablen zur Bestimmung des Trennungsabstandes für Schutzeinrichtungen ... 82
E.1 Variablen in Abschnitt 4 ... 82
E.2 Variablen in Abschnitt 5 ... 83
E.3 Variablen in Abschnitt 6 ... 86
E.4 Variablen in Abschnitt 7 ... 87
E.5 Variablen in Abschnitt 8 ... 88
E.6 Variablen in Abschnitt 9 ... 89
E.7 Variablen in Abschnitt 12 ... 90
E.8 Variablen in Anhang B ... 90
E.9 Variablen in Anhang F ... 91
E.10 Variablen in Anhang G ... 91

Anhang F (normativ) Zeitfaktoren der Reaktionszeit des Gesamtsystems bis zum Erreichen der vorgesehenen Risikominderung ... 92
F.1 Allgemeines ... 92
F.2 Elemente der Reaktionszeit des Gesamtsystems T ... 92
F.2.1 Reaktionszeit des Eingangs t_I ... 92
F.2.2 Reaktionszeit der SRP/CS- oder SCS-Logik t_L ... 93
F.2.3 Reaktionszeit des SRP/CS- oder SCS-Ausgangs t_O ... 93
F.2.4 Reaktionszeit der Maschine t_{ME} ... 93
F.2.5 Zeit in Zusammenhang mit einem Toleranzfaktor t_F für die Maschine ... 94
F.3 Verwendung von Geräten zur Messung der Reaktionszeit des Gesamtsystems ... 94
F.4 Anwendung der Reaktionszeit des Gesamtsystems auf verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung ... 94

Anhang G (informativ) Erläuterungen der in diesem Dokument angewendeten Gleichungen und Werte ... 95
G.1 Bezugsebenen ... 95
G.1.1 Allgemeines ... 95
G.1.2 Wert a — Kleinste Stufenbreite ... 95
G.1.3 Wert b — Kleinste Höhe von Hindernissen ... 95
G.1.4 Wert c — Höhenunterschied mit Sturzrisiko ... 95
G.2 Breite des Beins im Verhältnis zur Beinhöhe ... 95
G.3 Erreichbarkeitsabstand D_{DT} beim Hindurchgreifen durch vertikale Schutzfelder mit den oberen Gliedmaßen ... 96
G.3.1 Erreichbarkeitsabstand durch ein vertikales Schutzfeld D_{DT} bei effektivem Detektionsvermögen $d_e \leq 40$ mm ... 96
G.3.2 Erreichbarkeitsabstand durch ein vertikales Schutzfeld D_{DT} bei effektivem Detektionsvermögen von 40 mm < $d_e \leq 55$ mm ... 97
G.3.3 Erreichbarkeitsabstand durch ein vertikales Schutzfeld D_{DT} bei effektivem Detektionsvermögen d_e > 55 mm ... 98
G.4 Erreichbarkeitsabstand D_{DS} bei Zweihandschaltungen, die Eindringen nicht verhindern ... 98
G.5 Erreichbarkeitsabstand D_{DS} beim Hinübergreifen über parallele Schutzfelder ... 98

Literaturhinweise ... 99

Bilder

Bild 1 — Methodik **26**

Bild 2 — Darstellung von höher liegenden Ebenen zur Bestimmung der Bezugsebene beim Annähern an einen Gefährdungsbereich oder an ein SRMCD **28**

Bild 3 — Beispiel für ein System mit mehreren Strahlen für den Ganzkörperzugang **30**

Bild 4 — Faktoren von *T* und Messgrundsatz **35**

Bild 5 — Annäherungsrichtung **41**

Bild 6 — Typische Annäherungsrichtungen an ein Schutzfeld **42**

Bild 7 — Unterschiedliche Winkel zur Annäherungsrichtung **42**

Bild 8 — Zur Annäherungsrichtung abgewinkeltes Schutzfeld **43**

Bild 9 — Betrachtung aller Erreichbarkeitsabstandszuschläge bei orthogonaler Annäherung an ein vertikales Schutzfeld (gilt sowohl für Schutzeinrichtungen als auch für ein SRMCD) **44**

Bild 10 — Winkel des Schutzfeldes im Verhältnis zur Bezugsebene **44**

Bild 11 — Hinübergreifen über ein vertikales Schutzfeld **45**

Bild 12 — Beispiel für das Hinübergreifen über das vertikale Schutzfeld einer BWS in Verbindung mit einer schützenden Konstruktion **48**

Bild 13 — Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld **49**

Bild 14 — Hindurchgreifen durch ein vertikales Schutzfeld mit einem effektiven Detektionsvermögen von d_e > 120 mm oder einem undefinierten effektiven Detektionsvermögen **52**

Bild 15 — Beispiel für eine direkte und indirekte Annäherung **53**

Bild 16 — Darstellung der Berechnung der tatsächlich zurückgelegten Strecke **54**

Bild 17 — Hindurchgreifen unter einem Schutzfeld bei orthogonaler Annäherung **55**

Bild 18 — Hindurchgreifen unter einem vertikalen Schutzfeld mit einer schützenden Zusatzkonstruktion **57**

Bild 19 — Höhe des Schutzfeldes (niedrigster Strahl) **60**

Bild 20 — Zulässige Höhe des horizontalen Schutzfeldes über der Bezugsebene H_D **60**

Bild 21 — Trennungsabstand bei paralleler Annäherung **61**

Bild 22 — Mindesttiefe des Schutzfeldes **63**

Bild 23 — Trennungsabstand für Zweihandschaltungen (ohne Abdeckung) **65**

Bild 24 — Trennungsabstand für einfach handbetätigte Steuerungseinrichtungen **66**

Bild 25 — Trennungsabstand für einfach fußbetätigte Steuerungseinrichtungen 66

Bild 26 — Beispiel für verriegelte trennende Schutzeinrichtungen 69

Bild 27 — Variablen für die Bestimmung der Öffnungsweite (*e*) für eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung mit durch Kurvenscheibe betätigtem Positionsschalter 69

Bild E.1 — Öffnungen mit unregelmäßiger Form 83

Bild G.1 — Darstellung des Beindurchmessers (Breite) im Verhältnis zur Höhe 96

Bild G.2 — Darstellung der Handdicke im Verhältnis zur Eindringtiefe 97

Bild G.3 — Erreichbarkeitsabstand nach effektivem Detektionsvermögen 97

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG 11

Tabelle ZA.2 — Anwendbare Normen, die die Konformitätsvermutung nach diesem Anhang ZA begründen 12

Tabelle 1 — Bestimmung der Bezugsebene mit erhöhten Oberflächen beim Annähern an einen Gefährdungsbereich oder an ein SRMCD 27

Tabelle 2 — Hinübergreifen über das vertikale Schutzfeld einer BWS 46

Tabelle 3 — Horizontale Projektion des Erreichbarkeitsabstands D_{DU} beim Zugang mit den oberen Gliedmaßen unter einem vertikalen Schutzfeld mit 40 mm < $d_e + H_{DB}$ und $H_{DB} \leq 300$ mm hindurch 56

Tabelle 4 — Horizontale Projektion des Erreichbarkeitsabstands D_{GU} beim Zugang mit den oberen Gliedmaßen unter einer schützenden Konstruktion mit 120 mm < $H_{GB} \leq 180$ mm hindurch 57

Tabelle 5 — Beispielberechnung von *b* für übliche Betätigungswinkel einer Verriegelungseinrichtung mit durch Kurvenscheibe betätigtem Positionsschalter *ω* 70

Tabelle B.1 — Gemessene Reaktionszeiten des Systems 76

Tabelle B.2 — Vergleich von Werten der Reaktionszeit des Systems 77

Tabelle C.1 — Höhen über der und parallel zur Bezugsebene 78

Tabelle C.2 — Alternative Höhen über der Bezugsebene für industrielle Anwendungen, wenn diese durch eine Risikobeurteilung erlaubt sind 79

Tabelle E.1 — Variablen in Abschnitt 4 82

Tabelle E.2 — Variablen in Abschnitt 5 83

Tabelle E.3 — Variablen in Abschnitt 6 86

Tabelle E.4 — Variablen in Abschnitt 7 87

Tabelle E.5 — Variablen in Abschnitt 8 88

Tabelle E.6 — Variablen in Abschnitt 9 89

Tabelle E.7 — Variablen in Abschnitt 12 90

Tabelle E.8 — Variablen in Anhang B 90

Tabelle E.9 — Variablen in Anhang F 91

Tabelle E.10 — Variablen in Anhang G 91