

## Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort .....	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	3
Einleitung .....	9
1 Anwendungsbereich .....	11
2 Normative Verweisungen .....	11
3 Begriffe und Abkürzungen .....	11
3.1 Begriffe .....	11
3.2 Abkürzungen .....	20
4 Auswahl von Schutzmaßnahmen .....	20
4.1 Verfahren (Bezug zu ISO 12100) .....	20
4.2 Merkmale der Maschine .....	22
4.2.1 Eignung der Schutzeinrichtung .....	22
4.2.2 Eignung der Schutzeinrichtung als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion .....	22
4.3 Merkmale der Umgebung .....	23
4.4 Verwendungsarten von Schutzeinrichtungen .....	24
4.4.1 Allgemeines .....	24
4.4.2 Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion .....	24
4.4.3 Anwesenheitsüberwachungsfunktion .....	26
4.4.4 Kombination aus Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion und Anwesenheitsüberwachungseinrichtung .....	26
4.5 Menschliche Eigenschaften .....	26
4.5.1 Allgemeines .....	26
4.5.2 Annäherungsgeschwindigkeit ( $K$ ) .....	26
4.5.3 Zusätzlicher Abstand ( $C$ ) für Durchdringen/Übergreifen .....	27
4.5.4 Möglichkeit des Umgehens von Schutzeinrichtungen .....	27
4.6 Merkmale der Schutzeinrichtung .....	28
4.6.1 BWS .....	28
4.6.2 Schalmatten und Schaltplatten .....	31
4.7 Mit der Anwendung von Schutzeinrichtungen verbundene optionale Funktionen der Maschinensteuerung .....	31
4.7.1 Allgemeines .....	31
4.7.2 Nachlaufzeitüberwachung (SPM) .....	31
4.7.3 Überbrückung (Muting) .....	31
4.7.4 Wiedereinleitung des Maschinenbetriebs durch die Schutzeinrichtung .....	31
4.7.5 Anlaufsperr .....	32
4.7.6 Wiederanlaufsperr .....	32
4.7.7 Überwachung externer Steuerungsteile (EDM) .....	32
4.7.8 Bereitstellung von Maschinen-Steuerungsfunktionen .....	32

5	Allgemeine Anforderungen an die Anwendung .....	32
5.1	Positionierung und Konfiguration des Schutzfelds der Schutzeinrichtung .....	32
5.2	Verbindung mit dem sicherheitsrelevanten Steuerungssystem.....	33
5.3	Funktion der Schutzeinrichtung .....	33
5.3.1	Allgemeines .....	33
5.3.2	Klassifizierung von Schutzeinrichtungen .....	33
5.4	Nachlaufzeitüberwachung (SPM) .....	35
5.5	Anlaufsperr.....	36
5.6	Wiederanlaufsperr.....	36
5.7	Überbrückung (Muting) .....	36
5.7.1	Allgemeines .....	36
5.7.2	Überbrückung zur Ermöglichung des Zugangs von Personen .....	38
5.7.3	Überbrückung zur Ermöglichung des Zugangs von Material .....	38
5.7.4	Muting-abhängige Übersteuerungsfunktion (Override) .....	39
5.8	Wiedereinleitung des Maschinenbetriebs durch die Schutzeinrichtung .....	40
6	Besondere Anforderungen für die Anwendung von besonderen Schutzeinrichtungen.....	41
6.1	AOPDs .....	41
6.1.1	Allgemeines .....	41
6.1.2	Lichtstrahleinrichtung(en) .....	42
6.1.3	Lichtvorhänge .....	44
6.2	AOPDDRs .....	47
6.3	Bildverarbeitende Schutzeinrichtungen (VBPD).....	48
6.4	Schaltmatten und Schaltplatten .....	49
6.4.1	Schaltplatten .....	49
6.4.2	Schaltmatten .....	49
7	Inspektion und Prüfung .....	51
7.1	Allgemeines .....	51
7.2	Funktionsprüfungen .....	51
7.3	Regelmäßige Inspektion und Prüfung .....	52
7.4	Erstinspektion und -prüfung .....	53
7.5	Anwendungsspezifische Prüfungen.....	54
8	Informationen für den sicheren Gebrauch .....	54
Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele .....		55
A.1	Allgemeines .....	55
A.2	Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion .....	55
A.3	Verwendung von Schutzeinrichtungen als Kombination von Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion und Anwesenheitsüberwachungseinrichtungen.....	56
A.3.1	Beispiel 1.....	56
A.3.2	Beispiel 2.....	56
A.3.3	Beispiel 3: Horizontale AOPD .....	57

A.3.4	Beispiel 4: Vertikale AOPD .....	58
A.3.5	Beispiel 5.....	59
A.4	Zugangsabsicherung.....	60
Anhang B (informativ) Zusätzliche Empfehlungen für die Anwendung von AOPDDRs.....		61
B.1	Allgemeines.....	61
B.2	Beispiel für die Anwendung einer AOPDDR an ortsfesten Maschinen.....	63
B.3	Beispiel für die Anwendung einer AOPDDR an einem fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF) .....	64
B.4	Zur Erkennung des Körpers oder von Körperteilen bei normaler (senkrechter) Annäherung verwendete AOPDDR .....	65
B.4.1	Erkennung des gesamten Körpers.....	65
B.4.2	Erkennung von Körperteilen.....	65
B.5	Beispiele für die Anwendung einer AOPDDR als eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für den gesamten Körper .....	66
B.6	Beispiele für die Anwendung einer AOPDDR als eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für Körperteile .....	67
Anhang C (informativ) Anwendungsbeispiel einer bildverarbeitenden Schutzeinrichtung (VBPDEST).....		69
Anhang D (informativ) Beispiele für die Konfiguration von photoelektrischen Muting-Sensoren bei Einsatz zur Ermöglichung des Durchlasses von Material .....		71
D.1	Allgemeines.....	71
D.2	Vier Strahlen.....	73
D.2.1	Vier Strahlen – Positionierung der Sensoren .....	73
D.2.2	Vier Strahlen mit Zeitsteuerung.....	74
D.2.3	Vier Strahlen mit Sequenz-Steuerung.....	75
D.2.4	Vier Strahlen mit zusätzlichen Schwingtüren .....	76
D.2.5	Methoden zur Verhinderung von Manipulation der Überbrückungsfunktion.....	77
D.2.6	Anschluss der Sensoren an eine Überbrückungs-Steuerung mit zwei Eingängen .....	79
D.2.7	Zwei Sensoren – Positionierung der Sensoren.....	80
D.2.8	Zwei Sensoren – Zeitsteuerung .....	83
D.2.9	Zwei Muting-Sensorstrahlen in Kombination mit Schwingtüren.....	84
D.2.10	Höhe des Kreuzungspunkts der Muting-Sensorstrahlen .....	86
D.3	Zwei parallele Muting-Sensorstrahlen – nur Auslass.....	88
D.4	Schutz von Fördersystemen, die in koordinierter Weise arbeiten .....	90
Literaturhinweise .....		93
<b>Bilder</b>		
Bild 1 – Beziehung dieser Internationalen Norm zu anderen Normen.....		10
Bild 2 – Risikominderungsprozess .....		21
Bild 3 – Detektionsprinzip bei AOPD-Einwegsystemen .....		28
Bild 4 – AOPD-Einwegsysteme mit Spiegeln .....		28
Bild 5 – Retro-reflektive AOPD .....		29
Bild 6 – Detektionsprinzip einer AOPDDR .....		29
Bild 7 – Detektionsprinzip einer VBPDEST .....		30

Bild 8 – Beispiel der Wirkung von reflektierenden Oberflächen.....	42
Bild 9 – Detektionsvermögen einer Einzelstrahllichtschranke .....	44
Bild 10 – Detektionsvermögen einer Mehrstrahllichtschranke .....	44
Bild 11 – Beispiel der Verwendung von Blanking .....	46
Bild 12 – Beispiel für eine reduzierte Auflösung .....	47
Bild A.1 – Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion .....	55
Bild A.2 – Als Kombination von Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion und Anwesenheitsüberwachungseinrichtung verwendete Schutzeinrichtung – Beispiel 1 .....	56
Bild A.3 – Als Kombination von Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion und Anwesenheitsüberwachungseinrichtung verwendete Schutzeinrichtung – Beispiel 2 .....	56
Bild A.4 – Horizontale AOPD .....	57
Bild A.5 – Vertikale AOPD.....	58
Bild A.6 – Erhöhter Mindestabstand.....	59
Bild A.7 – Zusätzliche mechanische Schutzmaßnahmen .....	60
Bild A.8 – Verwendung einer Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion.....	60
Bild B.1 – Beispiel für die Anwendung einer AOPDDR an Maschinen .....	62
Bild B.2 – Beispiel für die Anwendung einer AOPDDR an ortsfesten Maschinen .....	63
Bild B.3 – Beispiel für die Verwendung einer AOPDDR an einem FTF.....	64
Bild B.4 – Anwendung einer AOPDDR als eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für den gesamten Körper – Beispiel 1.....	66
Bild B.5 – Anwendung einer AOPDDR als eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für den gesamten Körper – Beispiel 2.....	66
Bild B.6 – Anwendung einer AOPDDR als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für Körperteile – Beispiel 1 .....	67
Bild B.7 – Anwendung einer AOPDDR als Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion für Körperteile – Beispiel 2 .....	68
Bild C.1 – Anwendungsbeispiel einer VBPDST .....	70
Bild D.1 – T-Konfiguration mit Zeitsteuerung .....	71
Bild D.2 – L-Konfiguration mit Zeitsteuerung .....	72
Bild D.3 – Parallel angeordnete Strahlen mit Zeit- oder Sequenzsteuerung .....	72
Bild D.4 – Vier parallel angeordnete Strahlen mit Zeitsteuerung.....	73
Bild D.5 – Positionierung der Muting-Sensoren zur Vermeidung der Überbrückung durch den Körper einer Person (Ansicht von oben) .....	74
Bild D.6 – Positionierung der Muting-Sensoren (Seitenansicht).....	74
Bild D.7 – Zeitdiagramm: vier parallel angeordnete Strahlen mit Zeitsteuerung .....	75
Bild D.8 – Vier Strahlen: Zeitsteuerung und gekreuzte Strahlen (nicht empfohlen) .....	75
Bild D.9 – Zeitdiagramm: vier Strahlen mit Sequenz-Steuerung .....	76
Bild D.10 – Vier Strahlen mit zusätzlichen Schwingtüren .....	77
Bild D.11 – Zeitdiagramm für das Überbrückungsfreigabesignal (Überbrückungsfreigabe aktiviert).....	77
Bild D.12 – Zeitdiagramm für das Überbrückungsfreigabesignal (Überbrückungsfreigabe deaktiviert).....	78
Bild D.13 – Anstehendes Überbrückungs-Freigabe-Signal während mehr als ein Muting-Zyklus .....	78
Bild D.14 – Vermeidung der Manipulation der Überbrückungsfunktion (Ansicht von oben).....	79

Bild D.15 – Vermeidung der Manipulation der Überbrückungsfunktion (Ansicht von vorne) .....	79
Bild D.16 – Anschluss der Muting-Sensoren .....	80
Bild D.17 – Zwei Sensoren – gekreuzte Strahlen .....	80
Bild D.18 – Zwei Sensoren – gekreuzte Strahlen (Risiko des unerkannten Zutritts zum Gefährdungsbereich bei $x > 200$ mm) .....	81
Bild D.19 – Positionierung der Muting-Sensoren .....	82
Bild D.20 – Erkennung des Prüfkörpers .....	82
Bild D.21 – Zeitdiagramm für zwei gekreuzte Strahlen (Normalbetrieb) .....	83
Bild D.22 – Zeitdiagramm für zwei gekreuzte Strahlen (Timeout) .....	83
Bild D.23 – Einzelne Schwingtüren in Kombination mit einem zweistrahligen Überbrückungssystem (richtige Position) .....	84
Bild D.24 – Hinter der Palette ist der Gefährdungsbereich erreichbar (falsche Position der Schwingtüren) .....	85
Bild D.25 – Vor der Palette ist der Gefährdungsbereich erreichbar (falsche Position der Schwingtüren) .....	86
Bild D.26 – Höhe des Kreuzungspunkts .....	87
Bild D.27 – Unterbrechung des Strahls mit dem Fuß .....	87
Bild D.28 – Zwei Muting-Sensorstrahlen – nur Auslass .....	88
Bild D.29 – Zeitdiagramm: zwei Muting-Sensorstrahlen – nur Auslass, Überbrückung durch die BWS beendet .....	89
Bild D.30 – Zeitdiagramm: zwei Muting-Sensorstrahlen – nur Auslass, Überbrückung durch den 4-s-Timer beendet .....	89
Bild D.31 – Zeitdiagramm, Überbrückung durch die Überbrückungszeitüberschreitung (Timeout) beendet .....	90
Bild D.32 – Fertigungslinie mit zwei Fördersystemen (zwei Gefährdungsbereiche, fehlerhafte Anwendung) .....	91
Bild D.33 – Fertigungslinie mit zwei Fördersystemen (zwei Gefährdungsbereiche) .....	92
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Typen der BWS und erreichbarer PL oder SIL .....	35
Tabelle 2 – Strahlhöhen für Lichtschranken .....	43
Tabelle D.1 – Wahrheitstabelle: vier Strahlen mit Sequenz-Steuerung .....	76