E DIN EN ISO 13482:2024-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-09-20

Robotik - Sicherheitsanforderungen für Serviceroboter (ISO/DIS 13482:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13482:2024

Robotics - Safety requirements for service robots (ISO/DIS 13482:2024); German and English version prEN ISO 13482:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 18

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG ... 19

Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Verordnung (EU) 2023/1230/EU ... 22

Vorwort ... 26

Einleitung ... 28

1 Anwendungsbereich ... 30

2 Normative Verweisungen ... 30

3 Begriffe ... 33

4 Allgemeine Sicherheitsanforderungen ... 40
4.1 Allgemeines ... 40
4.2 Gefährdungen durch Energiespeicherung und -versorgung ... 41
4.2.1 Kontakt mit gefährlichen energieführenden Teilen ... 41
4.2.2 Gefährdungen in Verbindung mit Batterien ... 42
4.2.3 Unkontrollierte Freisetzung gespeicherter Energie ... 45
4.2.4 Ausfall der Energieversorgung oder Energieabschaltung ... 46
4.3 Einschalten des Roboters und Wiederaufnahme des normalen Betriebs ... 47
4.3.1 Allgemeines ... 47
4.3.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 47
4.3.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 47
4.3.4 Benutzerinformation ... 48
4.3.5 Verifizierung und Validierung ... 48
4.4 Elektrostatisches Potential ... 48
4.4.1 Allgemeines ... 48
4.4.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 48
4.4.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 48
4.4.4 Benutzerinformation ... 48
4.4.5 Verifizierung und Validierung ... 48
4.5 Gefährdungen durch die Form des Roboters ... 49
4.5.1 Allgemeines ... 49
4.5.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 49
4.5.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 49
4.5.4 Benutzerinformation ... 50
4.5.5 Verifizierung und Validierung ... 50
4.6 Gefährdungen durch Bauteile des Antriebsstrangs ... 50
4.6.1 Allgemeines ... 50
4.6.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 50
4.6.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 50
4.6.4 Benutzerinformation ... 51

4.6.5 Verifizierung und Validierung ... 51
4.7 Emissionen ... 51
4.7.1 Lärm ... 51
4.7.2 Substanzen und Flüssigkeiten ... 52
4.7.3 Extremtemperaturen ... 53
4.7.4 Strahlung ... 54
4.8 Elektromagnetische Störungen ... 55
4.8.1 Allgemeines ... 55
4.8.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 56
4.8.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 56
4.8.4 Benutzerinformation ... 56
4.8.5 Verifizierung und Validierung ... 56
4.9 Stress, Körperhaltung und Benutzung ... 56
4.9.1 Allgemeines ... 56
4.9.2 Stress und Körperhaltung ... 56
4.9.3 Psychische Belastung ... 57
4.10 Roboterbewegung ... 58
4.10.1 Allgemeines ... 58
4.10.2 Mechanische Stabilität ... 59
4.10.3 Instabilität während der Fahrt ... 60
4.10.4 Instabilität während des Tragens von Lasten ... 63
4.10.5 Instabilität bei Kollisionen ... 64
4.10.6 Kollisionen ... 65
4.10.7 Physischer Kontakt während der Mensch-Roboter-Kooperation ... 67
4.11 Haltbarkeit ... 68
4.11.1 Allgemeines ... 68
4.11.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 69
4.11.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 69
4.11.4 Benutzerinformation ... 69
4.11.5 Verifizierung und Validierung ... 70
4.12 Autonome Entscheidungen und Handlungen ... 70
4.12.1 Allgemeines ... 70
4.12.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 70
4.12.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 70
4.12.4 Benutzerinformation ... 71
4.12.5 Verifizierung und Validierung ... 71
4.13 Erkennung von Robotern durch den Menschen ... 71
4.13.1 Allgemeines ... 71
4.13.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 71
4.13.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 72
4.13.4 Benutzerinformation ... 72
4.13.5 Verifizierung und Validierung ... 72
4.14 Umgebungsbedingungen ... 72
4.14.1 Allgemeines ... 72
4.14.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 73
4.14.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 73
4.14.4 Benutzerinformation ... 74
4.14.5 Verifizierung und Validierung ... 74
4.15 Lokalisierung und Navigation ... 74
4.15.1 Allgemeines ... 74
4.15.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 75
4.15.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 75
4.15.4 Benutzerinformation ... 75
4.15.5 Verifizierung und Validierung ... 75

5 Tragbare Roboter ... 76
5.1 Allgemeines ... 76
5.2 Gefährdungen durch den Verlust der Energieversorgung oder durch Abschaltung ... 76

5.2.1 Allgemeines ... 76
5.2.2 Inhärent sichere Gestaltung ... 76
5.3 Einschalten des Roboters und Wiederaufnahme des normalen Betriebs ... 77
5.3.1 Allgemeines ... 77
5.3.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 77
5.3.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 77
5.3.4 Benutzerinformation ... 77
5.4 Gefährdungen durch körperliche Belastung ... 77
5.4.1 Allgemeines ... 77
5.4.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 78
5.4.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 78
5.4.4 Benutzerinformation ... 78
5.5 Gefährliche Schwingungen ... 78
5.5.1 Allgemeines ... 78
5.5.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 79
5.5.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 79
5.5.4 Benutzerinformation ... 79
5.5.5 Verifizierung und Validierung ... 79
5.6 Mechanische Instabilität ... 79
5.6.1 Allgemeines ... 79
5.6.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 80
5.6.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 80
5.6.4 Benutzerinformation ... 80
5.7 Instabilität bei Kollisionen oder beabsichtigtem Kontakt ... 81
5.7.1 Allgemeines ... 81
5.7.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 81
5.7.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 81
5.7.4 Benutzerinformation ... 81
5.8 Gefährdungen während des Anlegens oder Ablegens ... 81
5.8.1 Allgemeines ... 81
5.8.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 81
5.8.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 82
5.8.4 Benutzerinformation ... 82
5.9 Gefährdungen durch unzureichende Haltbarkeit aufgrund von Reinigung und Desinfektion ... 82
5.9.1 Allgemeines ... 82
5.9.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 82
5.9.3 Benutzerinformation ... 82
5.10 Gefährdungen durch unterstützende Kräfte ... 83
5.10.1 Allgemeines ... 83
5.10.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 83
5.10.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 84
5.10.4 Benutzerinformation ... 85
5.10.5 Verifizierung und Validierung ... 85
5.11 Gelenkverletzungen durch den Bewegungsbereich überschreitende Unterstützung ... 86
5.11.1 Allgemeines ... 86
5.11.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 86
5.11.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 86
5.11.4 Benutzerinformation ... 87
5.11.5 Verifizierung und Validierung ... 88
5.12 Gefährdungen durch unharmonisierte und unkoordinierte Bewegung ... 88
5.12.1 Allgemeines ... 88
5.12.2 Inhärent sichere Konstruktion ... 88
5.12.3 Schutzeinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 89
5.12.4 Benutzerinformation ... 89
5.12.5 Verifizierung und Validierung ... 89

6 Anforderungen an das sicherheitsbezogene Steuerungssystem ... 89

6.1 Erforderliche Leistung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems 89
6.1.1 Allgemeines 89
6.1.2 Erforderliche Leistung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems 89
6.1.3 Bestimmung des Schweregrads 90
6.1.4 Bestimmung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens 90
6.1.5 Bestimmung der Möglichkeit der Vermeidung 90
6.2 Anhalten des Roboters 90
6.2.1 Allgemeines 90
6.2.2 Stoppfunktionen des Roboters 91
6.2.3 Bremsen 93
6.3 Anlauf- und Wiederanlaufsperre 94
6.3.1 Anlaufsperre 94
6.3.2 Wiederanlaufsperre 94
6.4 Grenzen des Betriebsraums 94
6.5 Geschwindigkeitsregelung 96
6.6 Detektion der Umgebung 96
6.6.1 Allgemeines 96
6.6.2 Objektdetektion 96
6.6.3 Fahrflächendetektion 98
6.7 Stabilitätsregelung 98
6.8 Kraftregelung 99
6.9 Schutz gegen Singularitäten 99
6.10 Beweglicher Roboter in Notfällen 99
6.11 Zusammenarbeit mit einem Aufzug 100
6.12 Auslegung von Benutzerschnittstellen 101
6.12.1 Allgemeines 101
6.12.2 Statusanzeige 102
6.12.3 Herstellen und Trennen der Verbindung 102
6.12.4 Ein Befehlsgerät für mehrere Roboter 102
6.12.5 Mehrere Befehlsgeräte 103
6.12.6 Kabelloses oder abnehmbares Befehlsgerät 103
6.12.7 Schutz gegen unbefugte Verwendung 104
6.13 Handsteuergeräte 104
6.13.1 Allgemeines 104
6.13.2 Kennzeichnung 104
6.13.3 Schutz gegen unbeabsichtigten Betrieb 104
6.14 Betriebsarten 104
6.14.1 Allgemeines 104
6.14.2 Autonomer Betrieb 107
6.14.3 Handbetrieb 107
6.14.4 Teilautonomer Betrieb 107
6.14.5 Instandhaltungsbetrieb 108
6.15 Cybersicherheit und Datenschutz 109
6.15.1 Allgemeines 109
6.15.2 Maßnahmen für den Datenschutz und die Datensicherheit 109
6.15.3 Maßnahmen für die Verwaltung von Zugangsrechten im Hinblick auf die Cybersicherheit und Stabilität des Betriebs 110

7 Verifizierung und Validierung 110

8 Benutzerinformation 111
8.1 Allgemeines 111
8.2 Kennzeichnungen oder Hinweise 111
8.3 Benutzerhandbuch 114
8.4 Service-Handbuch 115

Anhang A (informativ) Liste der von einem Serviceroboter ausgehenden signifikanten Gefährdungen 117

Anhang B (informativ) Beispiele für die Betriebsräume von Servicerobotern 131

B.1 Mobiler Serviceroboter 131
B.2 Ein Serviceroboter mit Manipulator 132
B.3 Tragbarer Roboter in Form eines Exoskeletts 133

Anhang C (normativ) Leistungsanforderungen der Sicherheitsfunktion 135
C.1 Bestimmung des Performance Levels der Sicherheitsfunktion 135
C.2 Parameter und Schwellenwerte für die Risikoeinschätzung zur Bestimmung der Leistung von Sicherheitsfunktionen 139
C.2.1 Parameter 140

Anhang D (informativ) Beispiel für die Bestimmung des PLr oder erforderlichen SIL aus den Risikoeinschätzungsparametern in Anhang C, C.2 160
D.1 Allgemeines 160
D.2 Beispiele 161
D.3 Beispiel 1 — basierend auf ISO 12100:2010 161
D.4 Beispiel 2 — basierend auf IEC 62061:2024 162

Anhang E (informativ) Beispiel für die Implementierung eines geschützten Raums 163

Anhang F (informativ) Beispiele für Serviceroboter 166
F.1 Mobile Serviceroboter 166
F.2 Ortsfeste Serviceroboter 170
F.3 Tragbare Roboter 171

Anhang G (informativ) Informationen zum Heben von Lasten 175
G.1 Allgemeines 175

Anhang H (informativ) Beispiel für Sicherheitsbewertungsverfahren für Aufzüge nutzende Roboter 177

Anhang I (informativ) Beispiel für Sicherheitsbewertungsverfahren für Bremsweg 179

Literaturhinweise 181

Bilder

Bild 6.1 — Betriebsräume von Servicerobotern 95

Bild B.1 — Betriebsräume eines autonomen mobilen Roboters 131

Bild B.2 — Betriebsräume eines Serviceroboters mit Manipulator 133

Bild B.3 — Betriebsräume eines tragbaren Roboters 134

Bild E.1 — Sicherheitsbezogene Räume für Serviceroboter 163

Bild E.2 — Anwendung eines Serviceroboters mit Manipulator auf mobiler Plattform 164

Bild E.3 — Sicherheitsabstand und maximale Relativgeschwindigkeit im geschützten Raum 165

Bild G.1 — Risikokurve basierend auf der Kerndichteschätzung für Alter und Druckfestigkeiten (Als Verletzungsrisiko = 0,1, CS = 2,03 kN für Alter 69-79; CS = 2,98 kN für Alter 40-59; CS = 3,72 kN für Alter 20-39) 176

Bild H.1 — Definition des Aufzugsraums 177

Bild H.2 — Eine Schwelle und eine Lücke des Prüfbodens 178

Bild I.1 — Bremswegprüfung 180

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG 19

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang III der Verordnung (EU) 2023/1230 22

Tabelle 4.1 — Beispiele für Instabilitätsereignisse und ihre Faktoren während der Fahrt von Robotern 61

Tabelle 5.1 — Von wesentlichen menschlichen Gelenken ausgeübte maximale Kräfte (wenn keine Benutzergruppe festgelegt ist) 84

Tabelle 6.1 — Vergleich von Not-Halt und Sicherheitshalt 91

Tabelle 6.2 — Eigenschaften, Anforderungen und Beschränkungen von Befehlsgeräten 101

Tabelle 6.3 — Merkmale der Betriebsarten von mobilen Servicerobotern 105

Tabelle 6.4 — Eigenschaften der Betriebsarten tragbarer Roboter 106

Tabelle A.1 — Gefährdungen durch Serviceroboter 117

Tabelle C.1 — Sicherheitsfunktionen 135

Tabelle C.2 — Beispiele zur Bestimmung der Schwereparameter 142

Tabelle C.3 — Beispiele zur Bestimmung der Expositionsparameter 151

Tabelle C.4 — Beispiele für die Bestimmung der Parameter zur Wahrscheinlichkeit des Eintretens 154

Tabelle C.5 — Einschränkung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens bei fehlenden oder unbekannten Daten für einen (1) Parameter 155

Tabelle C.6 — Beispiele für die Bestimmung der Parameter zur Schadensvermeidung 156

Tabelle C.7 — Einschränkung der Möglichkeit der Vermeidung (AP) oder Einschränkung der Gefährdung bei unbekannten Parametern 159

Tabelle D.1 — Vergleich von in geltenden Normen und technischen Berichten verwendeten Risikoelementparametern 160

Tabelle D.2 — PL_r Zuordnungsmatrix 161

Tabelle D.3 — Zur Bestimmung des erforderlichen SIL verwendete Parameter 162

Tabelle D.4 — Schadensgrenze (CL) zur SIL-Zuordnungsmatrix 162

Tabelle F.1 — Arten von mobilen Servicerobotern 166

Tabelle F.2 — Arten ortsfester Roboter 170

Tabelle F.3 — Arten tragbarer Roboter 172

Tabelle G.1 — Geschätzte maximale externe Masse (Kerndichteschätzung) bei dem Verletzungsrisiko 0,1 176