

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 Wiederanlaufsperr	94
6.3.1	Anlaufsperr	94
6.3.2	Wiederanlaufsperr	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 unbekanntem 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 unbekanntem 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
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------