

# 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	<b>Erforderliche Leistung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems</b>	89
6.1.1	Allgemeines	89
6.1.2	<b>Erforderliche Leistung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems</b>	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	<b>Anhalten des Roboters</b>	90
6.2.1	Allgemeines	90
6.2.2	Stoppfunktionen des Roboters	91
6.2.3	Bremsen	93
6.3	<b>Anlauf- und Wiederanlaufsperr</b>	94
6.3.1	Anlaufsperr	94
6.3.2	Wiederanlaufsperr	94
6.4	<b>Grenzen des Betriebsraums</b>	94
6.5	<b>Geschwindigkeitsregelung</b>	96
6.6	<b>Detektion der Umgebung</b>	96
6.6.1	Allgemeines	96
6.6.2	Objektdetektion	96
6.6.3	Fahrflächendetektion	98
6.7	<b>Stabilitätsregelung</b>	98
6.8	<b>Kraftregelung</b>	99
6.9	<b>Schutz gegen Singularitäten</b>	99
6.10	<b>Beweglicher Roboter in Notfällen</b>	99
6.11	<b>Zusammenarbeit mit einem Aufzug</b>	100
6.12	<b>Auslegung von Benutzerschnittstellen</b>	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	<b>Handsteuergeräte</b>	104
6.13.1	Allgemeines	104
6.13.2	Kennzeichnung	104
6.13.3	Schutz gegen unbeabsichtigten Betrieb	104
6.14	<b>Betriebsarten</b>	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	<b>Cybersicherheit und Datenschutz</b>	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	<b>Verifizierung und Validierung</b>	110
8	<b>Benutzerinformation</b>	111
8.1	Allgemeines	111
8.2	Kennzeichnungen oder Hinweise	111
8.3	Benutzerhandbuch	114
8.4	Service-Handbuch	115
<b>Anhang A (informativ) Liste der von einem Serviceroboter ausgehenden signifikanten Gefährdungen</b>		117
<b>Anhang B (informativ) Beispiele für die Betriebsräume von Servicerobotern</b>		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 <sub>r</sub> 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

<b>Tabelle G.1 — Geschätzte maximale externe Masse (Kerndichteschätzung) bei dem Verletzungsrisiko 0,1 .....</b>	<b>176</b>
--	------------