

DIN EN ISO 13849-1:2023-12 (D)

Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2023

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG.....	8
Vorwort.....	11
Einleitung.....	13
1 Anwendungsbereich.....	17
2 Normative Verweisungen.....	17
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	18
3.1 Begriffe.....	18
3.2 Symbole und Abkürzungen.....	28
4 Überblick.....	30
4.1 Prozess zur Risikobeurteilung und Risikominderung an der Maschine.....	30
4.2 Beitrag zur Risikominderung.....	32
4.3 Entwurfsprozess eines SRP/CS.....	33
4.4 Verfahren.....	34
4.5 Erforderliche Informationen.....	35
4.6 Ausführung von Sicherheitsfunktionen mithilfe von Teilsystemen.....	35
5 Spezifikation der Sicherheitsfunktionen.....	36
5.1 Identifizierung und allgemeine Beschreibung der Sicherheitsfunktion.....	36
5.2 Spezifikation der Sicherheitsanforderungen.....	36
5.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	36
5.2.2 Anforderungen an spezifische Sicherheitsfunktionen.....	39
5.2.3 Minimierung des Anreizes zum Umgehen von Sicherheitsfunktionen.....	44
5.2.4 Fernzugriff.....	45
5.3 Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PL _r) für jede Sicherheitsfunktion.....	45
5.4 Überprüfung der Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (SRS).....	45
5.5 Zerlegung eines SRP/CS in Teilsysteme.....	45
6 Entwurfsaspekte.....	47
6.1 Bewertung des erreichten Performance Levels.....	47
6.1.1 Allgemeine Übersicht der Performance Level.....	47
6.1.2 Zusammenhang zwischen dem Performance Level (PL) und dem Sicherheits- Integritätslevel (SIL).....	49
6.1.3 Architektur — Kategorien und deren Beziehung zur MTTFD jedes Kanals, zum durchschnittlichen Diagnosedeckungsgrad und zum Ausfall infolge gemeinsamer Ursache (CCF).....	50
6.1.4 Mittlere Dauer bis zum gefahrbringenden Ausfall (MTTF _D).....	58
6.1.5 Diagnosedeckungsgrad (DC).....	59
6.1.6 Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (CCF).....	60
6.1.7 Systematische Ausfälle.....	60
6.1.8 Vereinfachtes Verfahren für die Abschätzung des Performance Levels für Teilsysteme.....	61

6.1.9	Alternatives Verfahren für die Bestimmung des Performance Levels und der PFH ohne MTTFD	63
6.1.10	Fehlerbetrachtung und Fehlerausschluss.....	64
6.1.11	Bewährtes Bauteil.....	66
6.2	Kombination von Teilsystemen zum Erreichen eines gesamten Performance Levels für die Sicherheitsfunktion.....	66
6.2.1	Allgemeines.....	66
6.2.2	Bekannte PFH-Werte	66
6.2.3	Unbekannte PFH-Werte	67
6.3	Softwarebasierte manuelle Parametrierung	68
6.3.1	Allgemeines.....	68
6.3.2	Einflüsse auf sicherheitsbezogene Parameter.....	68
6.3.3	Anforderungen an die softwarebasierte manuelle Parametrierung.....	69
6.3.4	Verifizierung des Parametrierungswerkzeugs	70
6.3.5	Dokumentation der softwarebasierten manuellen Parametrierung.....	70
7	Software-Sicherheitsanforderungen	71
7.1	Allgemeines.....	71
7.2	Programmiersprache mit eingeschränktem Sprachumfang (LVL) und Programmiersprache mit nicht eingeschränktem Sprachumfang (FVL).....	72
7.2.1	Programmiersprache mit eingeschränktem Sprachumfang (LVL).....	72
7.2.2	Programmiersprache mit nicht eingeschränktem Sprachumfang (FVL).....	73
7.2.3	Entscheidung zwischen Programmiersprache mit eingeschränktem Sprachumfang (LVL) und Programmiersprache mit nicht eingeschränktem Sprachumfang (FVL)	73
7.3	Sicherheitsbezogene Embedded-Software (SRESW)	75
7.3.1	Entwurf der sicherheitsbezogenen Embedded-Software (SRESW)	75
7.3.2	Alternative Verfahren für nicht zugängliche Embedded-Software.....	76
7.4	Sicherheitsbezogene Anwendungssoftware (SRASW)	77
8	Verifizierung des erreichten Performance Levels.....	80
9	Ergonomische Entwurfsaspekte.....	80
10	Validierung.....	80
10.1	Grundsätze der Validierung.....	80
10.1.1	Allgemeines.....	80
10.1.2	Validierungsplan	83
10.1.3	Allgemeine Fehlerlisten	83
10.1.4	Spezielle Fehlerlisten.....	83
10.1.5	Angaben zur Validierung.....	84
10.2	Validierung der Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (SRS)	85
10.3	Validierung durch Analyse.....	85
10.3.1	Allgemeines.....	85
10.3.2	Analysetechniken.....	86
10.4	Validierung durch Prüfung	86
10.4.1	Allgemeines.....	86
10.4.2	Messgenauigkeit.....	87
10.4.3	Zusätzliche Prüfanforderungen.....	87
10.4.4	Anzahl der Prüflinge	87
10.4.5	Prüfverfahren.....	88
10.5	Validierung der Sicherheitsfunktionen	88
10.6	Validierung der Sicherheitsintegrität des SRP/CS	89
10.6.1	Validierung von Teilsystem(en).....	89
10.6.2	Validierung der Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Ausfälle	90
10.6.3	Validierung der sicherheitsbezogenen Software.....	91
10.6.4	Validierung der Kombination von Teilsystemen.....	92
10.6.5	Gesamtvalidierung der Sicherheitsintegrität	92
10.7	Validierung der Umgebungsanforderungen	92
10.8	Aufzeichnung der Validierung	93
10.9	Validierung der Instandhaltungsanforderungen.....	93

11	Wartungsfreundlichkeit von SRP/CS	94
12	Technische Dokumentation	94
13	Benutzerinformation	95
13.1	Allgemeines	95
13.2	Informationen für die Integration des SRP/CS	95
13.3	Informationen für den Benutzer	96
Anhang A (informativ) Leitlinien für die Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PL_r)		98
A.1	Allgemeines	98
A.2	Auswahl des erforderlichen Performance Levels (PL _r)	98
A.3	Anleitung für die Auswahl der Parameter S, F und P zur Einschätzung des Risikos	99
A.3.1	Schwere der Verletzung S1 und S2	99
A.3.2	Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition F1 und F2	99
A.3.3	Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung eines Schadens, P1 und P2	100
A.4	Überlagerte Gefährdungen	102
Anhang B (informativ) Blockmethode und sicherheitsbezogenes Blockdiagramm		103
B.1	Blockmethode	103
B.2	Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm	103
Anhang C (informativ) Berechnung oder Bewertung von MTTF_D-Werten für einzelne Bauteile		105
C.1	Allgemeines	105
C.2	Verfahren guter ingenieurmäßiger Praxis	105
C.3	Hydraulische Bauteile	107
C.4	MTTF _D von pneumatischen, mechanischen und elektromechanischen Bauteilen	107
C.4.1	Allgemeines	107
C.4.2	Berechnung der MTTF _D für Bauteile aus B _{10D}	108
C.4.3	Erläuterung der Gleichungen	109
C.4.4	Beispiel	109
C.5	MTTF _D -Daten für elektronische Bauteile	110
C.5.1	Allgemeines	110
C.5.2	Halbleiter	110
C.5.3	Passive Bauteile	111
Anhang D (informativ) Vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung der MTTF_D für jeden Kanal		113
D.1	Parts-Count-Verfahren	113
D.2	MTTF _D für unterschiedliche Kanäle, Symmetrisierung der MTTF _D für jeden Kanal	114
Anhang E (informativ) Abschätzungen des Diagnosedeckungsgrades (DC) für Funktionen und Teilsysteme		115
E.1	Beispiele für den Diagnosedeckungsgrad (DC)	115
E.2	Abschätzung des durchschnittlichen Diagnosedeckungsgrads	118
Anhang F (informativ) Verfahren zur Quantifizierung von Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (CCF)		119
F.1	Allgemeines	119
F.2	Abschätzung der Auswirkung der Maßnahmen gegen CCF	119
F.3	Beschreibung der Maßnahmen von Tabelle F.1 gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (CCF)	120
F.3.1	Trennung/Abtrennung	120
F.3.2	Diversität	121
F.3.3	Gestaltung/Anwendung/Erfahrung	121
F.3.4	Beurteilung/Analyse	121
F.3.5	Ausbildung	122
F.3.6	Umgebung	122
F.4	Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (CCF) und weitere zutreffende Normen	122

Anhang G (informativ) Systematischer Ausfall	123
G.1 Allgemeines.....	123
G.2 Maßnahmen zur Beherrschung systematischer Ausfälle.....	123
G.3 Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Ausfälle während des SRP/CS-Entwurfs	124
G.4 Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Ausfälle während der Integration des SRP/CS	125
G.5 Management der funktionalen Sicherheit	125
Anhang H (informativ) Beispiel für eine Kombination von mehreren Teilsystemen	127
Anhang I (informativ) Beispiele für das vereinfachte Verfahren zur Abschätzung des PL von Teilsystemen	130
I.1 Allgemeines.....	130
I.2 Sicherheitsfunktion und erforderlicher Performance Level (PL_T)	130
I.3 Beispiel A — Einkanaliges System.....	131
I.3.1 Identifizierung der sicherheitsbezogenen Teile	131
I.3.2 Quantifizierung von $MTTF_D$, DC_{avg} , Maßnahmen gegen CCF, Kategorie und Performance Level	132
I.4 Beispiel B — Redundantes System	133
I.4.1 Identifizierung der sicherheitsbezogenen Teile	133
I.4.2 Quantifizierung von $MTTF_D$ für jeden Kanal, durchschnittlichem Diagnosedeckungsgrad, Maßnahmen gegen CCF, Kategorie und Performance Level	135
Anhang J (informativ) Beispiel für die Ausführung einer SRESW	140
J.1 Beschreibung des Beispiels	140
J.2 Anwendung des V-Modells des Software-Sicherheitslebenszyklus	141
J.3 Verifizierung der Softwarespezifikation auf verschiedenen Ebenen (d. h. SDS, SSDS, MDS)..	142
J.4 Beispiel für Programmierregeln	143
Anhang K (informativ) Numerische Darstellung von Bild 12	145
Anhang L (informativ) Elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)	149
Anhang M (informativ) Ergänzende Informationen zur Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (SRS)	153
Anhang N (informativ) Vermeiden eines systematischen Ausfalls durch den Entwurf von Software	155
N.1 Auswahl von Maßnahmen zur Fehlervermeidung für den Entwurf von sicherheitsbezogener Software	155
N.2 Beispiel für eine Software-Validierung.....	160
N.2.1 Allgemeines.....	160
N.2.2 Codierungsrichtlinien.....	160
N.2.3 Spezifikation der Sicherheitsfunktionen.....	160
N.2.4 Eingangsinformationen aus der Spezifikation des Hardware-Entwurfs.....	161
N.2.5 Anwendungsprogramm	164
N.2.6 Validierung der eingesetzten SRASW	164
Anhang O (informativ) Sicherheitsbezogene Werte von Bauteilen oder Komponenten der Steuerungen	175
O.1 Definition der Gerätetypen	175
O.1.1 Allgemeines.....	175
O.1.2 Gerätetyp 1	176
O.1.3 Gerätetyp 2	176
O.1.4 Gerätetyp 3	177
O.1.5 Gerätetyp 4	177
O.2 Zusätzliche Informationen.....	177
O.2.1 Software	177
O.2.2 Grundlegende Sicherheitsprinzipien.....	177
O.2.3 Bewährte Sicherheitsprinzipien	177
Literaturhinweise	178