
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Wieso die automotive spezifische Sicherheitsnorm ISO 26262:2011?	1
1.1.1	ISO 26262:2011, Edition 15.11.2011	2
1.1.2	Fachausschuss für Kraftfahrzeuge	3
1.1.3	Stand der Technik	3
1.1.4	ISO 26262:2011 – eine anwendbare Norm	3
1.1.5	Beweislastumkehr	4
1.2	Stufenweise zum ASIL-konformen Produkt	4
1.2.1	Klare Zuordnung von Verantwortung	5
1.2.2	Prozessmodell und Reifegrade von Prozessen	6
2	Was Sie in diesem Buch erwartet	7
2.1	Allgemeine Hinweise	7
	Zielgruppe für dieses Fachbuch	9
2.2	Voraussetzungen und Annahmen unseres Projekts »Joy« mit dem Produkt »Joystick-Sensor«	9
	Rechte Dritter	10
2.3	Wegweiser durch das Buch	11
2.4	Projektsteckbrief »Joy«	11
2.4.1	Die Innovation	12
2.4.2	Produktinformationen	13
2.5	Die beteiligten Firmen	16
2.6	Das Joy-Entwicklungsteam	17
2.7	Rechtliche Grundlagen und Pflichten	19

3	Das Phasenmodell	21
3.1	Organisatorische Anforderungen	21
3.2	Prozessmodelle und funktionales Sicherheitsmanagement	22
3.3	Das Phasenmodell der ISO 26262:2011	22
3.4	Schaffung einer Sicherheitskultur	25
3.4.1	Projektbeispiel	25
3.4.2	Fragenkatalog zur Sicherheitskultur	26
3.4.3	Hinweis World Cafe und Open Space	30
3.5	Management der funktionalen Sicherheit	30
	Vorgehen und Voraussetzungen	30
3.6	Funktionales Sicherheitsmanagement im Projekt Joy	31
3.7	Sicherheitspolitik und Sicherheitsplan der safehicle GmbH	32
	Maßnahmen zur Sicherstellung der funktionalen Sicherheit	32
3.8	Aktivitäten im Sicherheitslebenszyklus	33
3.8.1	Praxisbeispiel Projektstory	33
3.8.2	Managementaktivitäten	35
3.8.3	Bestätigungsmaßnahmen	36
3.9	Unterstützende Prozesse	37
	Tailoring-Anpassungsrichtlinien	37
4	Spezifische Rollen im Sicherheitslebenszyklus	39
4.1	Das effektive Team	39
4.1.1	Projektbeispiel Ressourcenplanung	40
4.1.2	Schulungsbedarf methodisch feststellen	41
4.2	Qualifikation	42
4.3	Der Sicherheitsmanager im Projekt Joy	44
4.4	Rollenbeschreibung FSM	45
4.4.1	Projektbeispiel	46
4.4.2	Der Sicherheitskoordinator im Projekt Joy	47
4.5	Rollenbeschreibung Sicherheitskoordinator	47
4.6	Weitere Rollen im Sicherheitslebenszyklus	49
4.6.1	Rolle Vertriebsverantwortlicher und Produktspezialist	49
4.6.2	Sachbearbeiter in der Angebotsabteilung	49
4.6.3	Verantwortlicher für Auftragsabwicklung	50

4.6.4	Produktspezialist ASIL (Mitarbeiter aus dem Produktmanagement)	50
4.6.5	Projektmanager	50
4.6.6	Entwicklungspersonal und Validationspersonal	51
4.6.7	Montagepersonal	51
4.6.8	Prüfer und Personal zur Inbetriebnahme	52
4.6.9	Sachbearbeiter im Service/Sachbearbeiter in der Auftragsabwicklung	52
4.6.10	Servicetechniker in der Werkstatt	52
4.6.11	Unabhängiger Dritter (Assessment)	53
4.7	Rollenvielfalt	53
5	Konfigurations- und Änderungsmanagement	55
5.1	Konfigurationsmanagement	55
5.1.1	Aufgabe des Konfigurationsmanagements	55
5.1.2	Aktivitäten im KM am Projektbeispiel	56
5.1.3	Meilensteine – Baselines – Schnittstellen – Zugriffe	56
5.1.4	Tooleinsatz und Lieferung von KM-Items	57
5.2	Der Konfigurationsmanager	58
5.3	Änderungsmanagement nach ISO 26262:2011	59
5.4	Planung des CM im Team der Fa. safehicle	61
	Änderungen unter dem Aspekt der funktionalen Sicherheit	61
5.5	Aspekte zur Prozessanpassung	62
5.6	Zustimmungsprozess	63
	Beispiel-Fragenkatalog	64
5.7	Schnittstellenmodifikation und Zustimmung	64
	Betrachtung der technischen Schnittstellen- modifikation	65
5.8	Exkurs Retrospektive	67
5.8.1	Methoden der Retrospektive	67
5.8.2	Durchführung der Retrospektive	68
6	Initialisierung des Sicherheitslebenszyklus und Development Interface Agreement	71
6.1	Initialisierung	71
6.2	Lieferantenauswahl	71

6.3	Qualifikationsanfrage und Auswahlbericht	72
6.4	Development Interface Agreement	74
	Zusammenarbeit in der Lieferkette mit dem OEM	75
6.5	DIA-Vorgehen am Beispiel des Projekts Joy	76
6.6	Initialisierung des Sicherheitslebenszyklus	77
	Projekt Joy – Zuordnung von Phasen und Aufgaben	77
6.7	Exkurs Ausschreibung und Unterbeauftragung	78
7	Das Konzept des Automotive Safety Integrity Level	81
7.1	Historie und Hintergrund zum ASIL	81
	7.1.1 Risikoreduktion	82
	7.1.2 Vom Sicherheitsziel zum Sicherheitskonzept im Projekt Joy	83
7.2	Die Bedeutung von ASIL in den Tabellen der Norm	84
7.3	ASIL-abhängige Anforderungen und Empfehlungen	85
7.4	Grundlagen der ASIL-Dekomposition	87
	7.4.1 Dekompositionsansatz Joystick-Sensor	87
	7.4.2 Dekomposition von Sicherheitsanforderungen	87
	7.4.3 Grenzen und Einschränkungen der Dekomposition	90
	7.4.4 Aspekt der Verfügbarkeit	91
	7.4.5 Kurzes Projektbeispiel für sicheren Zustand	91
7.5	Vorteile und Implikationen durch die Anwendung der ISO 26262	92
	7.5.1 Verbesserte Prozessqualität	92
	7.5.2 Verbesserte Geschäftsbeziehungen	92
	7.5.3 Verbesserte Produktqualität	93
	7.5.4 Finanzieller Nutzen	93
7.6	Quantitative und qualitative Methoden	94
	7.6.1 Qualitative Methode	94
	7.6.2 Quantitative Methode	94
7.7	Sicherheitsanalyse	95
	7.7.1 Qualitative und quantitative Methoden im Projekt Joy ...	97
	7.7.2 Erkenntnistheorie	97

8	Gefährdungs- und Risikoanalyse	99
8.1	Ermittlung von Gefahren und Klassifikation	99
8.2	Durchführung der Analyse – Projektbeispiel	100
	Bericht zur Gefährdungs- und Risikoanalyse	101
8.3	Vorgehen in der Produktlebenszyklusphase	102
8.4	Wechselwirkungen mit anderen Systemen	102
8.5	Risikobewertung	102
	Gefährdungs- und Risikoanalyse durch den Zulieferer am Projektbeispiel	103
8.6	Methode zur Risikobewertung	104
8.7	ASIL-Bestimmung	107
8.8	Konkrete Beispiele aus dem Projekt Joy	109
	8.8.1 Beispiel »Vortrieb«	113
	8.8.2 Beispiel »Bremskraft«	116
	8.8.3 Beispiel »Lenkwinkel«	119
8.9	Abschluss der G&R	120
9	Spezifikation der funktionalen und technischen Sicherheitsanforderungen	121
9.1	Funktionale Sicherheitsanforderungsspezifikation	121
9.2	Spezifikationsvorgehen Joy und Joystick-Sensor	122
	9.2.1 Funktionale Sicherheitsanforderungsspezifikation	122
	9.2.2 Technische Sicherheitsanforderungen des Subsystems ...	122
	9.2.3 Technische Anforderungsumsetzung zur Risikoreduktion	123
	9.2.4 Projektbeispiel Joy	125
9.3	Systemvalidierung	126
9.4	Zuverlässigkeit, funktionale Sicherheit und Verfügbarkeit	127
	Konflikt zwischen Kosten und Verfügbarkeit	127
9.5	Sicherheits-Assessment	128
	9.5.1 Unabhängigkeit	129
	9.5.2 Planung des Sicherheits-Assessments	130
	9.5.3 Agenda zum Sicherheits-Assessment im Projekt Joy	130
	9.5.4 Ableitung von Maßnahmen	134

10	Verifikations- und Validationsplanung	135
10.1	Allgemeine Hinweise zu V+V	135
	Definition zu V+V im Projekt Joy	137
10.2	Handlungsfelder der Verifikation	138
	10.2.1 Verifikationsspezifikation	139
	10.2.2 Testbericht	140
10.3	Handlungsfelder der Validation	141
	10.3.1 Umfang der Validationsplanung	142
	10.3.2 Gemeinsame Validationsplanung und Planungsinhalt	143
10.4	Hardware-Software-Integration	145
10.5	Systemintegrationstests	146
10.6	Integrationstestmethoden	148
	10.6.1 Fault-Injection-Test	149
	10.6.2 Back-to-Back-Test	149
	10.6.3 Schnittstellenprüfungen	150
	10.6.4 Erfahrungsbasierte Tests	150
10.7	Integration und Tests auf Fahrzeugebene	151
10.8	Validationsplanung der Hardware	152
	10.8.1 Hardwareintegration und Hardware-Integrationstest	153
	10.8.2 Methoden im Projekt Joy	154
	10.8.3 Bewertung der Verletzung von Sicherheitszielen im Hinblick auf zufällige Hardwarefehler	155
	10.8.4 Validation der Metriken für zufällige Hardwarefehler	156
	10.8.5 Bewertung der Metriken der Hardwarearchitektur	156
	10.8.6 Input und Output zur Bewertung des Hardwaredesigns	157
	10.8.7 Projektbeispiel Hardwaredesign-Review	157
10.9	Softwaremodultest	158
	10.9.1 Methoden zur Ableitung und Durchführung von Softwaremodultestfällen	159
	10.9.2 Softwareintegration und Test	160
	10.9.3 Softwareintegrationstest	161
10.10	Projektbeispiel Softwaretest	162
10.11	Verifikation der Software-Sicherheitsanforderungen	163
10.12	Analyse und Validierung mechatronischer Systeme	165

11	Produktentwicklung auf Systemebene	167
11.1	2000 Anforderungen in der Konzeptphase	167
11.2	Übersicht	168
11.3	Initialisierung der Produktentwicklungsphase auf Systemebene . . .	169
11.4	Spezifikation der technischen Sicherheitsanforderungen	171
11.4.1	Spezifikation von Sicherheitsmechanismen	172
11.4.2	Hardware-Fehlerklassen und Metriken	173
11.4.3	Vorgehensmodell zu den zufälligen Hardwarefehlern . . .	175
11.5	Technische Sicherheitsanforderungen im Projekt Joy	176
11.5.1	Der Weg zu technischen Sicherheitsanforderungen	176
11.5.2	Projektbeispiel	178
11.5.3	Fehler in der internen Verarbeitung	179
11.5.4	Redundanz im Systemdesign	180
11.5.5	Anforderungen an die Übermittlung der Sensordaten . . .	181
11.6	Systemdesign	182
11.6.1	Vermeidung systematischer Fehler	183
11.6.2	Erkennungsmaßnahmen für zufällige Fehler	183
11.6.3	Projektbeispiel	183
11.6.4	Fault Tree Analysis (FTA)	185
11.6.5	Alternative Metrik »CutSet-Methode« für Hardwarefehler	186
11.6.6	Grenzwerte der Metriken	187
11.7	Spezifikation des Hardware-Software-Interface (HSI)	188
11.8	Verifikation des Systemdesigns	189
11.9	Item-Integration und Tests	190
11.10	Zusammenfassung	190
12	Dokumentation und Arbeitsprodukte	191
12.1	Anforderungen an die Dokumentation	191
	Kennzeichnung und geforderte Informationen	193
12.2	»Wer schreibt, der bleibt« oder »allzu viel ist ungesund« – Projektbeispiel	194
	Planung und Konfliktlösung im Team	194
12.3	Phasenübergreifende Dokumentation	195

12.4	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 2	
	»Funktionales Sicherheitsmanagement«	196
12.4.1	Übergeordneter Sicherheitsmanagementplan	197
12.4.2	Qualifikationsnachweise	197
12.4.3	Anerkanntes dokumentiertes Qualitätsmanagement- system	198
12.4.4	Der Sicherheitsplan	198
12.5	Der Sicherheitsnachweis	200
12.5.1	Der Sicherheitsnachweis – Safety Case (FS-Arbeitsprodukte)	200
12.5.2	Referenzen und relevante Dokumente	200
12.5.3	Referenzen zu zentralen sicherheitsrelevanten Dokumenten	200
12.5.4	Definitionen, Begriffe, Abkürzungen	201
12.5.5	Sicherheitsplan	201
12.5.6	Item-Definition	201
12.5.7	Compliance-Matrix	201
12.5.8	Meeting-Protokolle	201
12.5.9	Arbeitsprodukte aus Planungsprozessen	202
12.5.10	Arbeitsprodukte aus der Initialisierung des Sicherheitslebenszyklus	202
12.5.11	Arbeitsprodukte aus den unterstützenden Prozessen	202
12.5.12	Statusberichte	202
12.5.13	Sicherheitskontrollplanung für die Produktion	202
12.5.14	Auszüge aus der G&R	203
12.5.15	Funktionales Sicherheitskonzept	203
12.5.16	Sicherheitsanforderungsspezifikation	203
12.5.17	Arbeitsprodukte aus Verifikation und Validation	203
12.5.18	Sicherheitsanalyse und Sicherheitsberichte	204
12.5.19	Sicherheitsargumente	204
12.5.20	Safety-To-do-Liste aus dem Sicherheitsnachweis	205
12.5.21	Der Assessmentplan und Prozesskonformität	205
12.5.22	Zusammenfassung	206

12.6	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 3	
	»Konzeptphase«	206
12.6.1	Item-Definition	206
12.6.2	Arbeitsprodukt Einflussanalyse	207
12.6.3	Gefährdungs- und Risikoanalyse	207
12.6.4	Funktionales Sicherheitskonzept	208
13	Abhängige Dokumentation und Arbeitsprodukte	211
13.1	Allgemein	211
13.2	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 4	
	»Produktentwicklung auf Systemebene«	212
13.2.1	Validationsplan und Validationsberichte	213
13.2.2	Sicherheits-Assessment auf Systemebene	214
13.2.3	Dokumentation zur Produktionsfreigabe	214
13.2.4	Technische Sicherheitsanforderungen	215
13.2.5	Das technische Sicherheitskonzept	215
13.3	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 5	
	»Produktentwicklung auf Hardwareebene«	216
13.3.1	Sicherheitsplan auf Hardwareebene	216
13.3.2	Spezifikationen auf Hardwareebene	217
13.3.3	Dokumentation des Hardwaredesigns	218
13.3.4	Sicherheitsanalyse	218
13.3.5	Dokumentation der Hardware-Architekturmetriken	219
13.3.6	Hardwareintegration und Hardwaretest	220
13.4	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 6	
	»Softwarerealisierung«	221
13.4.1	Planung und Initiierung	222
13.4.2	Software-Sicherheitsanforderungen sowie Verifikationsplanung	222
13.4.3	Softwareentwurf	223
13.4.4	Softwaremoduldesign und Softwareumsetzung	223
13.4.5	Softwaremodultest	224
13.4.6	Softwareintegration und Test	224
13.4.7	Konfigurationsdaten und Kalibrierungsdaten	226

13.5	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 7	
	»Produktion und Betrieb«	227
13.5.1	Produktionsplan und Produktionskontrollplan	228
13.5.2	Betrieb, Wartung und Stilllegung	228
13.6	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 8	
	»Unterstützende Prozesse«	229
13.7	Schlüsseldokumente der ISO 26262:2011 – Teil 9	230
	»ASIL- und sicherheitsorientierte Analysen«	230
13.7.1	ASIL-Dekomposition	230
13.7.2	Kriterien für die Koexistenz von Elementen	230
13.7.3	Analyse abhängiger Fehler und Ausfälle	230
13.7.4	Sicherheitsanalyse	231
13.8	Zusammenfassung	231
14	Reviews	233
14.1	Allgemein	233
14.1.1	Vorgehensweise bei Reviews	234
14.1.2	Reviewtechniken	235
14.1.3	Abhängigkeit zwischen ASIL und Reviewtechnik	237
14.2	Lesetechniken	238
14.2.1	Einführung	238
14.2.2	Ad hoc	240
14.2.3	Checklistenbasierte Lesetechnik	241
14.2.4	Reading by stepwise abstraction	242
14.2.5	Fehlerklassenbasiertes Lesen	243
14.2.6	Perspektivenbasiertes Lesen	244
14.2.7	Zusammenfassung	245
15	Vertrauen in Softwarewerkzeuge	247
15.1	Vertrauen in und Qualifikation von Softwarewerkzeugen	247
15.2	Weshalb eine sorgfältige Werkzeugauswahl wichtig ist	248
15.3	Vertrauensgrad – Tool Confidence Level	251
15.3.1	Werkzeug-Qualifizierungsplan	254
15.3.2	Werkzeugdokumentation	254
15.3.3	Werkzeug-Bug-Report	255

15.3.4	Bewertung des Werkzeug-Entwicklungsprozesses	255
15.3.5	Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Werkzeugs	255
15.3.6	Qualifizierungsbericht im Projekt Joy	256
15.4	Exkurs: Betriebsbewährtheit	257
16	Retrospektive	261
16.1	Die Planung sicherheitsgerichteter Items	261
16.2	Firma safehicle – Prozessveränderungen aus den Planungsaktivitäten	263
	Auswertungsbericht	265
16.3	Zusammenfassung	268
17	Ausblick	269
	Abschließende Worte der Autoren	269
A	Anhang	271
A.1	Arbeitshilfen-Checklisten zur Planung	271
A.2	Beispiel für Sicherheitskultur	280
A.3	Fundamentaler Testprozess	281
	German Testing Board (GTB)	282
A.4	Psychologische Ursachen von Fehlern	282
	A.4.1 Denkfallen als Fehlerursache	283
	A.4.2 Zusammenfassung	285
B	Glossar	287
C	Abkürzungsverzeichnis	293
D	Normen und Standards	297
E	Webadressen	299
F	Literaturverzeichnis	301
	Stichwortverzeichnis	305