1	Einführung in das Thema	1
	Martin Werdich	
1.1	Vergleich Einsatz FMEA zu weiteren Entwicklungstools	2
1.2	Warum FMEA?	3
1.2.1	Normen (Übersicht)	5
1.2.2	Richtlinien	6
1.2.3	Wirtschaftlichkeit: Garantie / Kulanz, Rückrufaktion, Kundenverlust	6
1.2.4	Kundenforderung	6
1.2.5	Firmeninterne Forderungen	6
1.3	Geschichtliche Betrachtung	7
1.4	Wann beginnen wir mit der FMEA?	8
1.4.1	Präventive FMEA	8
1.4.2	Korrektive FMEA	9
1.4.3	Laufzeit der FMEA	9
1.5	Wer erstellt eine FMEA?	9
1.5.1	Team-Zusammensetzung – Aufgaben	9
1.5.2	Organisatorische Funktionen innerhalb des Teams	11
1.6	Arten und Bezeichnungen der FMEA	13
1.6.1	Produkt-FMEA	15
1.6.2	Prozess-FMEA	16
1.6.3	DRBFM: Design Review Based on Failure Mode	16
1.6.4	matrix-FMEA*	17
1.6.5	Die zeitliche Einordnung der FMEA-Arten	18
1.7	System-Theorie	18
1.7.1	Hardwareansatz	18
1.7.2	Funktionsansatz	19
2	Methodik Grundlagen	21
	Martin Werdich	
2.1	Generelles Vorgehen zur Erstellung der FMEA	21

2.2	Vorbereitung	23
2.2.1	Handlungsbedarf ermitteln	23
2.2.2	Zieldefinition	23
2.2.3	Definition des Umfangs und der Betrachtungstiefe	25
2.2.4	Blockdiagramm	28
2.2.5	Part-Function-Matrix	28
2.3	Funktionsanalyse Produkt-FMEA	31
2.3.1	Was sind Funktionen?	31
2.3.2	Wie finden Sie Funktionen?	32
2.3.3	Formblatt oder Struktur	34
2.4	Strukturanalyse	34
2.4.1	Strukturanalyse Produkt-FMEA	34
2.4.2	Strukturanalyse Prozess-FMEA	37
2.4.3	Wege zur geeigneten Systemstruktur (Empfehlung IPA)	37
2.4.4	Tiefe der Systemstruktur (Empfehlung IPA)	38
2.5	Fehleranalyse	38
2.5.1	Mögliche Folgen und deren Bedeutung	39
2.5.2	Mögliche Ursachen	43
2.6	Maßnahmenanalyse	47
2.6.1	Vermeidungsmaßnahmen (System, Detail, Prozess)	48
2.6.2	Entdeckungsmaßnahmen (System, Detail, Prozess)	49
2.6.3	Verantwortlicher, Termin und Status	49
2.6.4	Bewertung der Ursachen	50
2.6.5	Auswertungen, Statistiken und Analysen	60
2.7	Optimierung	66
2.8	Besondere Merkmale	67
2.8.1	Herkunft	67
2.8.2	Definition	68
2.8.3	Vorgaben für die Anwendung der besonderen Merkmale	69
2.8.4	Systematische Vorgehensweise zur Ermittlung der besonderen Merkmale	69
2.8.5	Prozess der besonderen Merkmale am Produktentstehungsprozess ..	71
2.8.6	Methoden zur Absicherung	74
2.8.7	Weiterer Umgang mit besonderen Merkmalen	74
2.8.8	Kritische Betrachtung von besonderen Merkmalen zur gängigen Praxis	76
2.8.9	Vorraussetzungen zum sinnvollen Umgang mit besonderen Merkmalen	77
3	Moderationstechnik	79
	Karl-Heinz Wagner	
3.1	Aufgaben des Moderators	80
3.2	Lernen	80

3.3	Moderation	81
3.3.1	Die Vorbereitung	82
3.3.2	Die Durchführung	83
3.3.3	Der Abschluss	84
3.4	Konfliktmanagement	85
3.4.1	Konfliktvermeidung	87
3.4.2	Konfliktbearbeitung	89
3.5	Interkulturelle Moderation	93
3.6	Tipps & Tricks für die Moderation	96
4	Nachhaltige Einführung im Betrieb	97
	Martin Werdich und Stefan Dapper	
4.1	Motivation der Einführung	98
4.2	Interner oder externer Moderator	98
4.3	Psychologie erfolgreicher FMEA-Einführung	100
4.4	Top down –Einführung	101
5	Stolpersteine in der Praxis (oder: Wie bringe ich eine FMEA sicher zum Scheitern)	103
	Martin Werdich und Ralf Baßler	
5.1	Ablehnung durch Angst	103
5.2	Fehlende oder unzureichende Strukturanalyse	103
5.2.1	Tipps für eine gute Strukturanalyse	103
5.2.2	Aufbau der Strukturanalyse	103
5.3	Funktionen erfinden	105
5.3.1	Negative Fehler	105
5.3.2	Funktionen in der FMEA-Struktur	105
5.4	Lügen und betrügen in der Risikobewertung (Schwellenwert)	106
5.5	Kulturloser Einsatz von Werkzeugen	106
5.6	Redundanzen von Tools	107
5.7	FMEA als Anforderungsmanagement	108
5.8	Die falschen Personen im Team	108
5.9	Methodische Diskussionen in der FMEA-Sitzung mit den Fachspezialisten	109
5.10	Risikobewertung mittels RPZ und Schwellwerten	110
5.11	„FMEA ist ein Qualitätstool“	110
5.12	Denkfallen für Experten (typische Fehler)	110
5.13	„So nicht“-FMEA (typische Fehler-Beispiele)	111
6	Software	113
	Martin Werdich	
6.1	Generelle Marktübersicht	113
6.2	Empfohlene Anforderungen an eine FMEA-Software	115
6.3	Marktüberblick	118

7	Produkthaftung in Deutschland	121
	Andreas Reuter	
7.1	FMEA und Produkthaftung	121
7.2	Produkthaftung – was ist das?	122
7.2.1	Vertragsrecht – Gewährleistung	122
7.2.2	Deliktische Produkthaftung	123
7.2.3	Öffentliches Recht	123
7.2.4	Strafrecht	124
7.2.5	Internationale Produkthaftung	125
7.3	FMEA und Verkehrssicherungspflichten	126
7.3.1	Stand der Technik	127
7.3.2	Konstruktionspflichten	131
7.3.3	Fabrikationspflichten	132
7.3.4	Instruktionspflicht	133
7.3.5	Produktbeobachtungspflicht	134
7.4	FMEA – von der Idee bis zur Entsorgung	136
8	Methoden und Begriffe im Umfeld (und deren Schnittstellen zur FMEA)	139
	Martin Werdich	
8.1	Überblick	139
8.2	Risikomanagement – Einführung	139
8.2.1	Risikoeinschätzung (Wie unsicher ist sicher genug?)	140
8.2.2	Was ist ein Risiko?	147
8.2.3	Risikosteuerungsstrategien	148
8.2.4	Risikomanagement- Prozess	149
8.2.5	Optimieren von Risikokosten	149
8.2.6	Risikomanagement und FMEA	149
8.3	Funktionale Sicherheit	151
8.3.1	Die Rolle der FMEA in der Funktionalen Sicherheit	151
8.3.2	Standards	152
8.3.3	Wichtige Begriffe und Definitionen in der FuSi	153
8.3.4	Der Sicherheitsintegritätslevel (SIL) nach IEC 61508	154
8.3.5	Sicherheitskennwerte nach IEC 61508	156
8.3.6	Anforderungen an Management während des Sicherheitslebenszyklus	157
8.3.7	Anforderungen an die Dokumentation während des Sicherheitslebenszyklus	157
8.4	FTA (Fault Tree Analysis)	158
8.4.1	Der Fehlerbaum	158
8.4.2	Qualitative Auswertung durch Untersuchung der Schnittmengen ..	160
8.4.3	Quantitative Auswertung	160
8.4.4	Vergleich FMEA – FTA	161

8.5	FMEDA	162
8.5.1	Entwicklung/Geschichte	162
8.5.2	Integration in das Funktionale Sicherheitsmanagement	162
8.5.3	Beschreibung der Methodik	163
8.5.4	Durchführung einer FMEDA	164
8.5.5	Weiterentwicklungen	167
8.6	FMECA	168
8.7	8D Problemlösungsmethode	169
8.8	QFD (Quality Function Deployment)	170
8.8.1	Einführung: QFD Methode	170
8.8.2	Vorbereitung: Teamzusammensetzung und Schulung	172
8.8.3	Schritt 1: Ermittlung und Priorisierung der Kundenanforderungen	172
8.8.4	Schritt 2: Bewertung der Konkurrenzprodukte bzgl. der Kundenanforderungen	174
8.8.5	Schritt 3: Definition der Produktmerkmale	174
8.8.6	Schritt 4: Korrelation der Kundenanforderungen mit den Produktmerkmalen	175
8.8.7	Schritt 5: Technischer Wettbewerbsvergleich bzgl. der Produktmerkmale	176
8.8.8	Schritt 6: Gegenseitige Beeinflussung der Produktmerkmale	176
8.9	SPICE	177
8.10	Die Fehler-Prozess Matrix	185
8.11	PE ² Prozesseffizienz- und Effektivitätsmessung (Risikomanagement in produktionsnahen Bereichen)	189
8.11.1	PE ² – Anwendung in der Praxis	189
8.11.2	Auswertung der Analyseergebnisse	192
8.12	G&R (Gefährdungs- und Risikoanalyse versus FMEA)	193
9	Tipps, Tricks und Tools	197
	Martin Werdich	
9.1	Kommunikation FMEA-Anforderungsmanagement	197
9.2	FMEA und FTA in mechatronischen Systemen	197
9.3	Kraftfeldanalyse (Force Field Analysis)	198
9.4	Kriterienmethode	201
9.5	„kleine Risikoanalyse“	203
9.6	Tracken der FMEA-Sitzungen	204
9.7	Neue Bereiche für die Anwendung der FMEA-Methodik	205
9.7.1	Risikoermittlung und Übersicht bei IT Projekten	205
9.7.2	Gefährdungsanalyse mit Hilfe der FMEA	207
9.7.3	Human-FMEA	208
9.7.4	Kurzbesuch bei den Geisteswissenschaften	209
9.7.5	Einbringen von Informationen von Unfallexperten	209

9.8	Brainstorming	210
9.9	Vorbereitung FMEA: Weitere Werkzeuge	212
9.9.1	Schnittstellenmatrix	212
9.9.2	P-Diagramm (Parameter-Diagramm)	214
10	Vision	217
	Martin Werdich	
10.1	Strukturanalyse in geschichteten Blockdiagrammen	217
10.2	Funktionsanalyse in geschichteten Funktions-Blockdiagrammen	218
10.3	Ein Funktions- und Fehlerbaum für alle	218
10.4	Erweitertes Fehler Netz (EFN)	219
10.5	Einheitliche Bewertung des Auftretens und der Entdeckung der Ursachen (A, E, FIT, ...)	220
10.6	Ein FMEA-Softwaremodul integrierbar in MOORE, CAQ, W/W, CAD, ...	221
10.7	Die FMEA-Methodik wird zur universell verwendbare Risikoanalyse. ...	221
10.8	Erweiterung der dreidimensionalen Risikobewertung auf die jeweili- gen Kosten	222
10.9	Erkenntnis für alle: Bewertungen sind nicht das Wichtigste	222
11	Anhang	223
	Martin Werdich	
11.1	Lösungen	223
11.2	FMEA-Betrachtungsarten – Tabellen	226
11.2.1	Produkt-FMEA	226
11.3	Formblätter	231
11.3.1	FMEA-Formblatt VDA	233
11.3.2	Vergleich der Formblätter	234
11.3.3	P- Diagramm	235
11.3.4	FMEA-Checkliste (Beispiel)	236
11.4	Bewertungstabellen	237
11.4.1	B: Bedeutungskriterien	237
11.4.2	A: Auftretenswahrscheinlichkeit	243
11.4.3	E Entdeckungswahrscheinlichkeit	247
11.5	Abkürzungen und Erklärungen	256
11.6	Quellen	259
	Sachverzeichnis	263