

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung in das Thema</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Methodik Grundlagen</b>	<b>21</b>
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 Umfanges 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
<b>3</b>	<b>Moderationstechnik .....</b>	<b>79</b>
	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
<b>4</b>	<b>Nachhaltige Einführung im Betrieb .....</b>	<b>97</b>
	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
<b>5</b>	<b>Stolpersteine in der Praxis (oder: Wie bringe ich eine FMEA sicher zum Scheitern) .....</b>	<b>103</b>
	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
<b>6</b>	<b>Software .....</b>	<b>113</b>
	Martin Werdich	
6.1	Generelle Marktübersicht .....	113
6.2	Empfohlene Anforderungen an eine FMEA-Software .....	115
6.3	Marktüberblick .....	118

<b>7 Produkthaftung in Deutschland</b>	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
<b>8 Methoden und Begriffe im Umfeld (und deren Schnittstellen zur FMEA)</b>	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 <sup>2</sup> Prozesseffizienz- und Effektivitätsmessung (Risikomanagement in produktionsnahen Bereichen) .....	189
8.11.1	PE <sup>2</sup> – Anwendung in der Praxis .....	189
8.11.2	Auswertung der Analyseergebnisse .....	192
8.12	G&R (Gefährdungs- und Risikoanalyse versus FMEA) .....	193
<b>9</b>	<b>Tipps, Tricks und Tools .....</b>	<b>197</b>
	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
<b>10</b>	<b>Vision .....</b>	<b>217</b>
	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, WW, 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
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>223</b>
	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
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>263</b>

FMEA - Einführung und Moderation

Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen  
Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld)

Werdich, M. (Hrsg.)

2012, XXI, 265 S. 109 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-8348-1787-7