

HANSER



Leseprobe

zu

FMEA

von Hans-Joachim Pfeufer

Print-ISBN: 978-3-446-46741-5
E-Book-ISBN: 978-3-446-46965-5

Weitere Informationen und Bestellungen unter
<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446467415>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Einteilung der Risikoanalysen	5
1.2	Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)	7
1.3	Begriffsdefinitionen zur FMEA	10
2	Die FMEA-Methode	15
2.1	Schritt 1: Planung und Vorbereitung	17
2.1.1	Design-FMEA	20
2.1.2	Prozess-FMEA	21
2.2	Schritt 2: Strukturanalyse	23
2.2.1	Design-FMEA	24
2.2.2	Prozess-FMEA	27
2.3	Schritt 3: Funktionsanalyse	29
2.3.1	Design-FMEA	30
2.3.2	Prozess-FMEA	31
2.4	Schritt 4: Fehleranalyse	33
2.4.1	Design-FMEA	34
2.4.2	Prozess-FMEA	35
2.5	Schritt 5: Risikoanalyse	36
2.5.1	Design-FMEA	40
2.5.2	Prozess-FMEA	47
2.5.3	Aufgabenpriorität Design-/Prozess-FMEA	58
2.6	Schritt 6: Optimierung	60
2.7	Schritt 7: Ergebnisdokumentation	64

3	Abgrenzung und Erweiterung	67
3.1	Design-FMEA und Prozess-FMEA	67
3.1.1	Schnittstelle zwischen DFMEA und PFMEA	67
3.1.2	Weitere Anwendungsfelder der FMEA	69
3.1.3	Festlegung der Bedeutung in der Lieferkette	70
3.2	FMEA-Ergänzung MSR (Monitoring und Systemreaktion)	71
3.2.1	FMEA-MSR Schritt 5: Risikoanalyse	71
3.2.2	FMEA-MSR Schritt 6: Optimierung	72
4	Praxisbeispiel Design-FMEA	83
4.1	DFMEA 1. Schritt: Vorbereitung und Planung	83
4.2	DFMEA 2. Schritt: Strukturanalyse	85
4.3	DFMEA 3. Schritt: Funktionsanalyse	86
4.4	DFMEA 4. Schritt: Fehleranalyse	87
4.5	DFMEA 5. Schritt: Risikoanalyse	89
4.6	DFMEA 6. Schritt: Optimierung	91
4.7	DFMEA 7. Schritt: Ergebnisdokumentation	93
5	Praxisbeispiel Prozess-FMEA	95
5.1	PFMEA 1. Schritt: Vorbereitung und Planung	95
5.2	PFMEA 2. Schritt: Strukturanalyse	97
5.3	PFMEA 3. Schritt: Funktionsanalyse	98
5.4	PFMEA 4. Schritt: Fehleranalyse	99
5.5	PFMEA 5. Schritt: Risikoanalyse	100
5.6	PFMEA 6. Schritt: Optimierung	103
5.7	PFMEA 7. Schritt: Ergebnisdokumentation	104
6	Einführung und Schulung der FMEA	107
6.1	Voraussetzungen	107
6.1.1	Beschluss der Geschäftsleitung	107
6.1.2	Information der Führungskräfte	108
6.1.3	Schulung der Moderatoren	108
6.1.4	Methodische Ausbildung der Anwender	109
6.2	Anwendung	109
6.2.1	Allgemeines	109

6.2.2	Unterstützende Maßnahmen	110
6.2.3	Grundlage für neue FMEA-Analysen	111
6.2.4	Fachwissen der FMEAs schützen	111
6.2.5	EDV-Unterstützung	112
6.2.6	Kundenspezifische Forderungen	112
6.2.7	Übergang zur neuen FMEA-Methode	112
7	Aufwand und Nutzen	113
8	FMEA-Bewertung	119
8.1	Selbsteinschätzung DFMEA	120
	Tabelle 8.1.1 1. Schritt DFMEA	120
	Tabelle 8.1.2 5Z DFMEA	121
	Tabelle 8.1.3 2. Schritt DFMEA	122
	Tabelle 8.1.4 3. Schritt DFMEA	124
	Tabelle 8.1.5 4. Schritt DFMEA	125
	Tabelle 8.1.6 5. Schritt DFMEA	126
	Tabelle 8.1.7 6. Schritt DFMEA	129
	Tabelle 8.1.8 7. Schritt DFMEA	130
8.2	Selbsteinschätzung PFMEA	132
	Tabelle 8.2.1 1. Schritt PFMEA	132
	Tabelle 8.2.2 5Z PFMEA	133
	Tabelle 8.2.3 2. Schritt PFMEA	134
	Tabelle 8.2.4 3. Schritt PFMEA	136
	Tabelle 8.2.5 4. Schritt PFMEA	137
	Tabelle 8.2.6 5. Schritt PFMEA	139
	Tabelle 8.2.7 6. Schritt PFMEA	141
	Tabelle 8.2.8 7. Schritt PFMEA	143
9	Entwicklungsgeschichte der FMEA	145
10	Literatur	147
11	Index	149
12	Der Autor	157

1

Einleitung

WORUM GEHT ES?

Die Methode der FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) wird seit Jahren im Rahmen der Risikoanalyse in den verschiedensten Industriebereichen angewandt. Die ersten Einsatzgebiete lagen dabei traditionell in der Produktentwicklung. Davon ausgehend erfolgte die Einbindung der Fertigungsprozessplanung und der Produktion. In der Automobilindustrie wird die gemeinsame Erstellung der FMEA für Produkte und Prozesse durch Kunde, Lieferant und Unterlieferant selbstverständlicher Bestandteil der Zusammenarbeit.

OEMs und Lieferanten, vertreten durch die Automotive Industry Action Group (AIAG) und den Verband der Automobilindustrie (VDA), haben in einer mehr als dreijährigen Zusammenarbeit die FMEA und deren Schlüsselbereiche neu erstellt. Damit wurde eine gemeinsame, übergreifende Basis der FMEA-Methode für die Automobilindustrie geschaffen. Neben dieser allgemein gültigen Beschreibung der FMEA sind zusätzlich die individuellen kundenspezifischen Forderungen zu berücksichtigen.

Der Anwender wird durch die „7 Schritte der FMEA“ geführt und unterstützt. Die Beurteilung einer FMEA durch das Management beginnt mit der Optimierung. Das Ergebnis der Analyse wird in der Dokumentation dargestellt. Hier werden die Risiken und die Optimierung des Produkts oder des Prozesses aufgezeigt. Die einzelnen Bewertungen zu Bedeutung, Auftreten und Entdeckung sind zu diskutieren.

Die sich aus dem Produkt der einzelnen Bewertungen ergebende Risikoprioritätszahl wurde durch die Aufgabenpriorität ersetzt.

Die FMEA-Ergänzung für Monitoring und Systemreaktion (FMEA-MSR) wurde zur Analyse der diagnostischen Entdeckung und Fehlerreaktion im Kundenbetrieb eingeführt. Sie dient der Bewertung zur Erfüllung eines abgesicherten Status oder der gesetzlichen und behördlichen Vorgaben.

WAS BRINGT ES?

Von den ersten Anwendungen bis zur heutigen Durchführung wurde die Methode erheblich weiterentwickelt. Das vorliegende Buch beinhaltet den modifizierten Analysenaufbau und verkörpert den aktuellen Stand der Methode.

Mit der Ausdehnung des Begriffs „Qualität“ auch auf Dienstleistungen und insbesondere auf unternehmensinterne Zusammenarbeit erfasst das moderne Qualitätsmanagement alle Funktionen im Unternehmen. Das Bewusstsein, dass Nichtqualität als entgangener Ertrag betrachtet wird, hat dazu geführt, dass Qualität hohe Priorität in den Unternehmenszielen genießt.

In der FMEA werden die Produktfunktionen oder Prozessschritte bestimmt. Damit verbundene Fehlerarten, Fehlerfolgen und Fehlerursachen werden aufgezeigt. Durch Angabe der bereits geplanten Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen kann bewertet werden, ob die Maßnahmen zur Risikoreduzierung ausreichend sind. Bei unzureichender Risikoreduzierung werden zusätzliche Maßnahmen empfohlen, bewertet und beschlossen. Die Aufgabenpriorität legt die Reihenfolge der umzusetzenden Maßnahmen fest, die dokumentiert, nachverfolgt und nach der Umsetzung neu bewertet werden.

Eine konsequente Ausrichtung auf die Forderungen der Kunden – intern wie extern – setzt wesentliches Potenzial für die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit frei. Es gilt, in allen Funktionen und Prozessen das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass der Weg zu fehlerfreien und kundenorientierten Produkten und Dienstleistungen nur über das Prinzip der ständigen Verbesserung erreicht werden kann. Jeder Schritt zur Verbesserung muss sorgfältig definiert und in der Umsetzung gemessen und bewertet werden.

Die FMEA unterstützt die unternehmerischen Ziele:

- Qualität, Zuverlässigkeit, Herstellbarkeit, Funktionstüchtigkeit und Sicherheit von Kraftfahrzeugen verbessern
- Herunterbrechen und Anpassen von Forderungen vom System auf Teilsysteme und Baugruppen bis auf Komponenten unterstützen
- Garantie- und Kulanzkosten senken
- Kundenzufriedenheit im internationalen Markt steigern
- Im Produkthaftungsfall die Risikobewertung von Produkt und Prozess nachweisen
- Späte Änderungen in der Entwicklung reduzieren
- Produkte fehlerfrei einführen
- Kommunikation in internen und externen Kunden- und Lieferantenbeziehungen
- Wissensbasis im Unternehmen aufbauen

- Zulassungsvorgaben von Komponenten, Baugruppen, Teilsystemen, Systemen und Fahrzeugen einhalten
- Hierarchien, Verknüpfungen und Schnittstellen zwischen Komponenten, Systemen und Fahrzeugen erfassen

Andererseits sind der FMEA auch Grenzen gesetzt:

- Die FMEA ist eine qualitativ, subjektiv Analyse.
- Die FMEA ist nicht quantitativ messbar.
- Es werden nur Einfachfehler betrachtet.
- Grundlage ist der Kenntnisstand des Teams.
- Die Qualität der FMEA ist von den Aufzeichnungen, der Diskussion und den Entscheidungen innerhalb des Teams abhängig.

WIE GEHE ICH VOR?

Das Fehlervermeidungsprinzip hat eine zentrale Bedeutung, da Qualität nicht herausgeprüft werden kann, sondern konzipiert, entwickelt, geplant und produziert werden muss. Dieser präventive Grundsatz wird durch drei wesentliche Elemente realisiert:

- das Qualitätsmanagementsystem,
- das methodische Qualitätsmanagement und
- die konsequente Nutzung von Werkzeugen zur Fehlervermeidung.

Die wachsende Komplexität der Produkte und die gesetzlich verankerte Produkthaftung für Entwickler und Hersteller sind eine große Herausforderung für die Industrie.

Eine Antwort auf die kundenseitig geforderten Kostenoptimierungen von Produkten und Prozessen und zunehmenden Qualitätsansprüchen ist die Risikoreduzierung durch die Anwendung der FMEA-Methode.

Im Mittelpunkt steht das Qualitätsbewusstsein jedes einzelnen Mitarbeiters, die teamorientiert, systematisch und qualitativ die FMEA durchführen und damit technische Risiken analysieren, um so Fehler zu bewerten und durch Maßnahmen zu reduzieren. Damit wird die Produkt- und Prozesssicherheit verbessert. Dabei werden die Fehlerursachen und Fehlerfolgen der Fehlerart untersucht, Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen dokumentiert und Maßnahmen zur Risikoreduzierung empfohlen.

Der Projektablaufplan der Qualitätssicherungsaktivitäten (Bild 1.1) stellt dar, wann welche Methoden während Entwicklung und Planung erforderlich sind und wann ihr Vorhandensein vom Qualitätssicherungssystem gefordert wird.

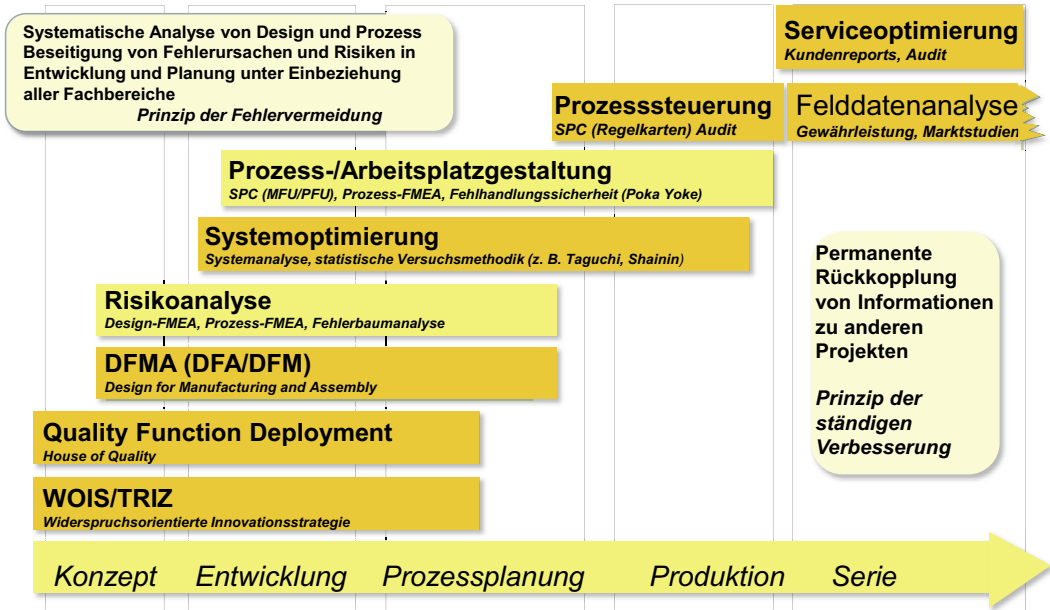


Bild 1.1 Methodeneinsatz in den Produktentwicklungsphasen

■ 1.1 Einteilung der Risikoanalysen

WORUM GEHT ES?

Bedingt durch die Komplexität und den hohen Grad an Innovation sind die Risiko- und Zuverlässigkeitsanalysen und die daraus resultierenden Forderungen an das Qualitätsmanagement nicht voneinander zu trennen.

WAS BRINGT ES?

Risikoanalysen dienen in erster Linie der rechtzeitigen Erkennung und Beseitigung von Systemschwachstellen sowie der Durchführung von Vergleichsstudien. Risikoanalysen erlauben es, notwendige Sicherheitsmaßnahmen, deren Wirksamkeit und das verbleibende Risiko im Falle des Auftretens von Fehlern im System zu beurteilen. Aufgabe dieser Verfahren ist nicht nur, das Auftreten von Ausfällen zu ermitteln, sondern auch das Aufzeigen von möglichen Folgen aus einem Versagen, die für die Bewertung eines Schadens bzw. eines Unfallablaufs herangezogen werden. Das Risiko hängt vom Auftreten eines Problems und auch seiner Konsequenzen ab. Daher interessieren in Risikoanalysen stets zwei Größen:

- die Eintrittshäufigkeit und
- die Folgen eines Ausfalls.

WIE GEHE ICH VOR?

Bild 1.2 zeigt die Einteilung der gebräuchlichsten Risikoanalysen.

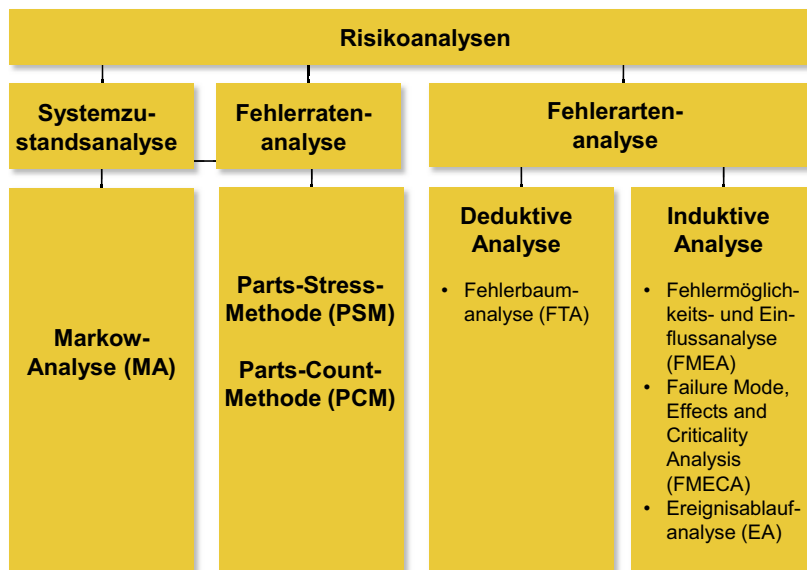


Bild 1.2 Einteilung der gebräuchlichsten Risikoanalysen

Die Praxis zeigt, dass bei der Forderung nach Risikoanalysen unterschiedliche Aufgabenstellungen existieren, die unterschiedliche Ansätze erfordern.

Sollen Mehrfachfehler betrachtet werden oder eine quantitative Analyse notwendig sein, sind andere Risikoanalysen wie z. B. die FTA (Fehlerbaumanalyse) anzuwenden.

Bild 1.3 stellt für die beiden bewährten und sich ergänzenden Methoden der Fehlerbaumanalyse (FTA) und der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) die jeweilige Wirkrichtung dar. Während die FTA ausgehend von einem Ausfall die Ursache sucht, geht die FMEA von der Ursache aus und ordnet ihr die Wirkung, den Ausfall, zu.

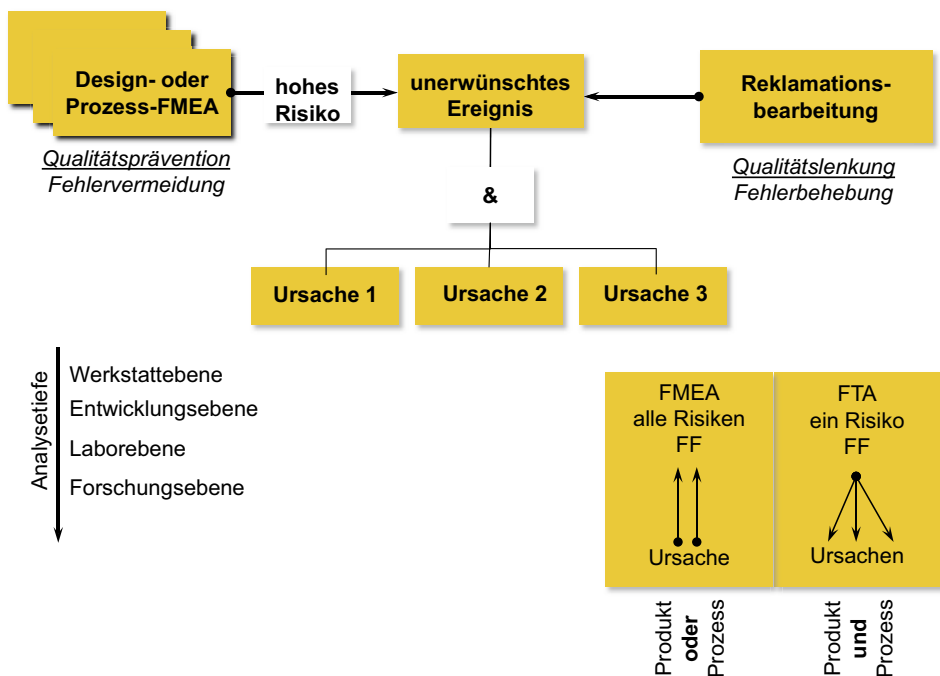


Bild 1.3 Zusammenwirken von FMEA und FTA



Die FMEA betrachtet die Auslegung oder die Herstellung eines Produkts. Bei der FTA werden die Verknüpfung von verschiedenen Ereignissen und deren Auswirkung betrachtet. Hier werden Auslegung und Herstellung verknüpft.

■ 1.2 Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)

WORUM GEHT ES?

Bei der FMEA handelt es sich um eine in die Fachbereiche der Produkt-, Prozess- und Dienstleistungserstellung integrierte entwicklungs- und planungsbegleitende Risikoanalyse. Die FMEA ist ein wichtiges methodisches Instrument, um frühzeitig mögliche Fehlerart, deren Fehlerursachen und Fehlerfolgen, insbesondere bei neuen Konzepten, zu erkennen und diese zu vermeiden.

Mit der FMEA wird während der Entwicklungs- und Planungsphase von Produkten und Prozessen deren Reife hinterfragt und bewertet. Die FMEA ist damit ein möglicher „Reifegradmonitor“ und ein wichtiges Managementinstrument, das die interdisziplinäre Zusammenarbeit unterstützt. Die FMEA zeigt an allen kritischen Stellen im Konzept auf, wie durch Erfahrung, Berechnung, Erprobung und Prüfung je nach Projektfortschritt das Risiko bereits ausreichend gesenkt wurde oder künftig noch gesenkt werden muss.

WAS BRINGT ES?

Die im Folgenden beschriebenen Inhalte zur FMEA stellen den aktuellen Stand von Anwendern in der Automobilindustrie, ergänzt um Erfahrungen in der elektrotechnischen Industrie, dar und werden hier ausgeführt. Es werden als Voraussetzung für das grundsätzliche Verständnis einleitend die theoretischen Grundlagen der FMEA beschrieben.

Die FMEA unterstützt die Team- und Projektarbeit vor allem durch die konsequente Strukturierung der Fehlermöglichkeiten eines Systems.

Der Zweck der FMEA ist,

- Risiken zu erkennen,
- Risiken zu bewerten und
- Risiken zu reduzieren.

Die strukturierte Dokumentation der FMEA kann für nachgeschaltete Aufgaben genutzt werden, z. B. für Diagnose und Wartung oder den Dialog mit dem Gesetzgeber sowie Typprüfung oder Produkthaftung. Bei späteren Weiter- und Neuentwicklungen unterstützt die Dokumentation die Einarbeitung in das System und in die Fehlervermeidung.

WIE GEHE ICH VOR?

Die Erstellung der FMEA sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt erfolgen. Der prinzipielle Einsatz der FMEA in den einzelnen Produktphasen ist in Bild 1.4 dargestellt.

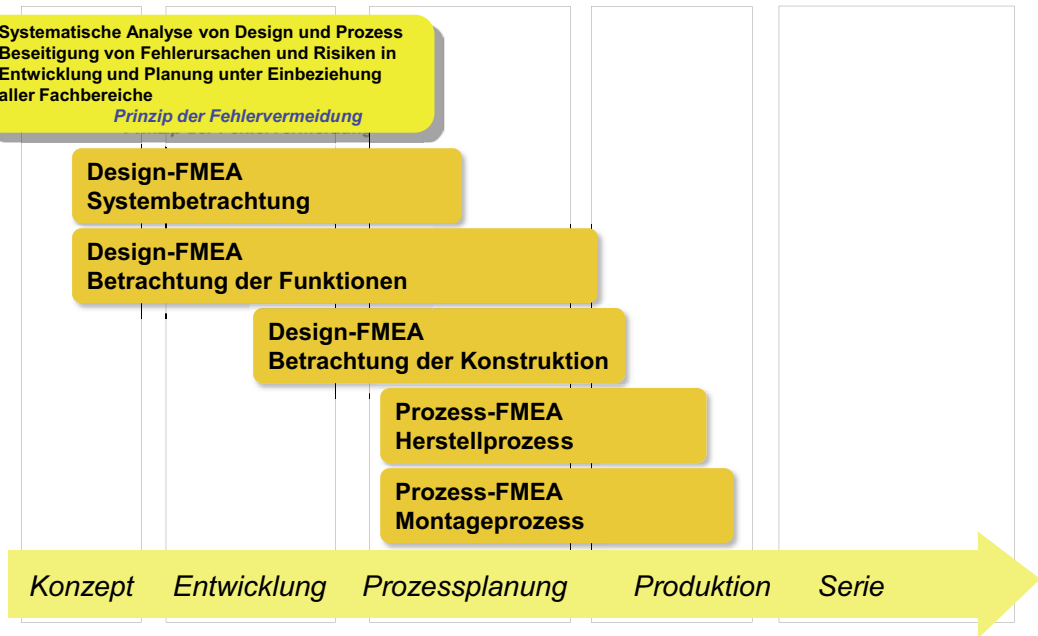


Bild 1.4 Prinzipieller Einsatz der FMEA

Als „lebendes Dokument“ ist die FMEA in festzulegenden Zeitabständen auf den neuesten Stand zu bringen und bei Änderungen am Produkt oder Prozess im Rahmen der Serienbetreuung zu überarbeiten.

Bild 1.5 zeigt die Zeitpunkte für Beginn und Ende der FMEA-Erstellung im Produktentwicklungsprozess, angelehnt an den VDA-Band Reifegradabsicherung für Neuteile (RGA).

FMEA-Zeitplanung in der Reifegradabsicherung für Neuteile (RGA) nach VDA

RG0	RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7
Innovations- freigabe für Entwicklung	Anforderungs- management für Vergabe	Festlegung der Lieferkette und Vergabe	Technische Spezifikationen -freigabe	Produktionspla- nung abschließen	Serienwerk- zeugfallende Teile und Serienanlagen	Produkt- und Prozess- freigabe	Projekt abschließen Übergabe an Serie, Start Requalifikation
	FMEA-Planung Konzeptphase vor Beginn der Produkt- entwicklung Informations- fluss von der Design-FMEA zur Prozess-FMEA	Beginn der Design-FMEA, bei bekanntem Designkonzept	Abschluss der Design-FMEA vor Freigabe der Design- spezifikationen		Abschluss der Design-FMEA Maßnahmen vor der Auswahl der Fertigungsmittel Produktion		Neue Planung Design-FMEA und Prozess- MEA, bei Änderungen von Designs oder Prozesse
	FMEAs im selben Zeit- raum durchführen, um das Produkt- das Prozess- design zu optimieren.	Beginn der Prozess-FMEA, bei bekanntem Produktions- konzept		Abschluss der Prozess-FMEA vor Prozess- entscheidungen		Abschluss der Prozess-FMEA vor PPAP/PPA	

Bild 1.5 Meilensteine im Produktentwicklungsprozess

Symbole

0-h-Ausfälle 11
 0-km-Ausfälle 11
 „5 Z“ 17, 19, 65, 84, 93, 96, 104
 „7 Schritte der FMEA“ 1, 15, 83

A

Abgrenzung 24
 Alternative Bewertungstabellen Auftreten DFMEA 41
 Alternative Bewertungstabellen Auftreten PFMEA 50
 Analysegrenzen 17
 Analyseumfang 15, 17
 Änderungen 8
 Änderungskosten 115
 Änderungsstand 61
 Anfangsstand 37
 Angepasste Tabelle AP – Aufgabepriorität DFMEA und PFMEA 59
 Anwendung 11
 Anwendungsfelder der FMEA 69
 Arbeitsgruppe 17
 Arbeitsunterlagen 20
 Aufgaben 11, 29
 Aufgabepriorität (AP) 1f., 36, 39, 72
 Aufgabepriorität Design-/Prozess-FMEA 58
 Aufgabepriorität FMEA-MSR 81
 Aufgabenstellungen 17
 Aufgabenverteilung 19

Aufgabenzuordnung im FMEA-Team zur Kommunikation 65
 Aufgabenzuordnung im FMEA-Team zur Maßnahmenentscheidung 62
 Aufgabenzuordnung im FMEA-Team zur Umsetzung 62
 Aufgabenzuweisung 20, 84, 96
 Auftreten (A) 38, 61, 89, 101
 Auftreten A = 1 38, 59
 Auftreten A = 10 38
 Auftreten der Fehlerursache 36
 Auftreten von Ausfällen 5
 Aufwand und Nutzen 113
 Ausbildung 109
 Ausgangsbasis 17, 23, 29, 33, 36, 60
 Auswirkung auf das belieferte Werk 47
 Auswirkung auf das eigene Werk 47
 Auswirkung auf den Endnutzer 47
 Automotive Industry Action Group (AIAG) 1

B

Basis-FMEAs 111
 Basisteam FMEA 18
 Baugruppe 2, 12, 23, 26
 B Bedeutung der Fehlerfolge, 72
 Beanstandungen 11
 Bedeutung (B) 36, 72, 89, 100
 Bedeutung B = 1 36, 59
 Bedeutung B = 9 (gesetzliche und behördliche Vorgaben) 59, 80
 Bedeutung B = 10 36, 59, 80

Bedeutung B in der Lieferkette 70
 Bedeutung der Fehlerfolge 36
 Begriffsdefinitionen 10
 Beispiele Entdeckungsmaßnahmen
 Design-FMEA 90
 Beispiele Entdeckungsmaßnahmen
 Prozess-FMEA 102
 Beispiele Vermeidungsmaßnahmen
 Design-FMEA 89
 Beispiele Vermeidungsmaßnahmen
 Prozess-FMEA 101
 Betrachtungsumfang 23
 Betriebsbedingungen 11
 Bewertungstabellen 37
 Bewertungstabellen Design-FMEA 40
 Bewertungstabellen FMEA-MSR 72
 Bewertungstabellen Prozess-FMEA 47
 Bewertungszahlen 36
 Block-/Boundary-Diagramm 23, 85
 Block-/Boundary-Diagramm Design 25

D

Design 30
 Design-FMEA 10 ff., 20, 24, 30, 34, 40
 DFMEA 1. Schritt: Vorbereitung und
 Planung 83
 DFMEA 2. Schritt: Strukturanalyse 85
 DFMEA 3. Schritt: Funktionsanalyse 86
 DFMEA 4. Schritt: Fehleranalyse 87
 DFMEA 5. Schritt: Risikoanalyse 89
 DFMEA 6. Schritt: Optimierung 91
 DFMEA 7. Schritt: Ergebnisdokumenta-
 tion 93
 DFMEA Block-/Boundary-Diagramm 85
 DFMEA Fehleranalyse 88
 DFMEA Fehlerstruktur 88
 DFMEA Funktionsstruktur 87
 DFMEA Optimierung 92
 DFMEA P-Diagramm 86
 DFMEA-Projekt 21, 84
 DFMEA Risikoanalyse 90
 DFMEA Strukturbaum 85
 Diagnose 7
 diagnostische Entdeckung 1

digitales Modell 23
 Dokumentation 7, 60, 64, 66
 Dokument, lebendes 8

E

EDV-Einsatz 112
 Eigenschaften 24
 Einführungsphase 108
 Eintrittshäufigkeit 5
 Endnutzer 26
 Entdeckung der aufgetretenen Fehler-
 ursache 36
 Entdeckung (E) 38, 61, 90, 101
 Entdeckung E = 1 39
 Entdeckung E = 10 39
 Entdeckungsmaßnahmen (EM) 2 f., 38,
 60, 90, 101
 Entwicklungsgeschichte 145
 Entwicklungskosten 115
 Entwicklungsteam 29
 Entwicklungs- und Planungsphase 7
 Entwicklungszeiten 115
 Erfahrungsaustausch 111
 Ergebnisdokumentation 16, 64
 Ergebniswirkung 115
 Erstellung der FMEA 8
 Experten 63, 65

F

Fachbereich (Initiator) 18
 Familien-FMEA 111
 Fehleranalyse 11 ff., 16, 29, 33
 Fehleranalyse Design 88, 99
 Fehleranalyse Prozess 99
 Fehleranalyse und Risikoreduzierung 29
 Fehlerarten- und Fehlerursachenketten
 11
 Fehlerart (FA) 2 f., 7, 12 f., 33, 36
 Fehlerbaumanalyse (FTA) 6
 Fehlerbehebung 114
 Fehlerbeschreibung 11
 Fehlerdokumentation 33
 Fehlerentstehung 114

Fehlerfolge (FF) 2f., 7, 11ff., 33
 Fehlerfolgenkette 33
 Fehlerkosten 113
 Fehlermechanismen 24
 Fehlermöglichkeiten 7
 Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) 1, 6, 7
 Fehlernetz 33
 Fehlerreaktion 1
 Fehlerrisiken 23
 Fehlerstruktur Design 87
 Fehlerursache (FU) 2f., 7, 12f., 33, 36
 Fehlervermeidung 7
 Fehlervermeidungsprinzip 3
 Fehlfunktion 11, 16
 Fehlleistungsaufwand 116
 Feldausfälle 11
 Fertigungsprozessplanung 1
 Festlegung der Bedeutung in der Lieferkette 70
 FMEA-Bewertung 119
 FMEA, Ebenen 12
 FMEA-Ergänzung MSR (Monitoring und Systemreaktion) 1, 71
 FMEA-Formblatt 33
 FMEA für Produkte und Prozesse 11
 FMEA-Lenkungsgremium 107
 FMEA-Methode 11, 15
 FMEA-Moderator 18, 62, 65
 FMEA-MSR Schritt 5: Risikoanalyse 71
 FMEA-MSR Schritt 6: Optimierung 72
 FMEA-Team 17f., 60
 Folgen aus einem Versagen 5
 Folgen eines Ausfalls 5
 Forderungen 11
 Forderungen der Kunden 2
 Formblatt DFMEA 94
 Formblatt DFMEA (Vorlage Ansicht A) 46
 Formblatt FMEA-MSR (Vorlage Ansicht C) 82
 Formblatt PFMEA 105
 Formblatt PFMEA (Vorlage Ansicht B) 57
 Freigabe 24
 Führungskräfte 108

Funktion 29
 Funktionen 2, 11, 29
 Funktionen und Fehlfunktionen 29
 Funktionsabweichungen 21
 Funktionsanalyse 16, 23, 29
 Funktionsbaum 29
 Funktionsbereich 23
 Funktionsnetz 29
 Funktionsstruktur 29f., 32
 Funktionsstruktur Design 87
 Funktionsstruktur Prozess 98
 Funktionstüchtigkeit 2, 24

G

Garantie- und Kulanzkosten 2
 Geplante Entdeckungsmaßnahme (EM) 36
 Geplante Vermeidungsmaßnahme (VM) 36
 Gesamtsystem 19
 Geschäftsleitung 107
 Gesetze 11
 Gesetzgeber 7

H

Hardwarekonzepts 23
 Häufigkeit der Fehlerursache (H) 72
 Häufigkeit (H) 72
 Hauptkomponente 26
 Herstellbarkeit 2
 Herstellung 22
 Hierarchien 3

I

IATF 16949 15
 Implementierung 107
 ISO 9001 15

K

Klärung der 84, 96
 Kommunikation 2, 64

Komplexität 3
 Komponente 2 f., 12, 23 f., 26, 29
 Komponentenabstand 23
 Konstruktionsauslegung 23
 Konzeptänderung 60
 Konzepten 7
 Konzeptzuverlässigkeit 60
 Kosteneinfluss 117
 Kunde 11, 26, 60, 64
 Kunden 111
 Kundenbetrieb 1, 21
 Kundenfunktionen 29
 kundenspezifischen Forderungen 112
 Kundenzufriedenheit 2

L

Lessons Learned 17
 Lieferant 19, 26, 60, 64, 111

M

Management 60, 108
 Maßnahme, getroffene 60, 64
 Maßnahmen 2, 64
 Maßnahmenpriorität Hoch (H) 58, 80
 Maßnahmenpriorität Mittel (M) 58, 80
 Maßnahmenpriorität Niedrig (N) 58, 80
 Maßnahmenumsetzung 60
 Maßnahmen zur Risikoreduzierung 3, 59
 Mehrfachfehler 6
 Meilenstein 9, 83, 95
 Merkmale 24
 Moderatoren 108
 Monitoring der Fehlerursache (M) 72
 Monitoring (M) 72
 Montage 22

N

Nachweis der Wirksamkeit 64
 Neuentwicklungen 7
 Normen 11
 Nutzung 111
 Nutzungsprofil 11

O

OEM 26
 Optimierung 16, 36
 Organisation 64

P

Parameterdiagramm 29, 31
 Parameterdiagramm (P-Diagramm)
 Design 30, 86
 Parameterdiagramm (P-Diagramm)
 Prozess 31, 98
 P-Diagramm 33
 PFMEA 1. Schritt: Vorbereitung und
 Planung 95
 PFMEA 2. Schritt: Strukturanalyse 97
 PFMEA 3. Schritt: Funktionsanalyse 98
 PFMEA 4. Schritt: Fehleranalyse 99
 PFMEA 5. Schritt: Risikoanalyse 100
 PFMEA 6. Schritt: Optimierung 103
 PFMEA 7. Schritt: Ergebnisdokumenta-
 tion 104
 PFMEA Ablauf 99
 PFMEA Fehleranalyse 99, 100
 PFMEA Optimierung 103
 PFMEA P-Diagramm 98
 PFMEA-Projekt 22
 PFMEA-Projektdateien 96
 PFMEA Prozessflussdiagramm 97
 PFMEA Risikoanalyse 102
 PFMEA Strukturbaum 97
 Planung der FMEA 17
 Planung der PFMEA 95
 Planung und Vorbereitung 18
 Präsentationen 110
 Praxisbeispiel Design-FMEA 83
 Praxisbeispiel Prozess-FMEA 95
 Prioritäten bei der Optimierung 60
 Produkt 11
 Produkt A × E 39
 Produkt B × A 39
 Produkt, bestehendes 11
 Produktentstehungsprozess 24, 107
 Produktentwicklung 1, 10

Produktentwicklungsprozess 8 f.
 Produktfehlerursache 33
 Produktforderung 60
 Produktfunktion 2, 33
 Produkthaftung 3, 7
 Produkthaftungsfall 2
 Produktionsprozesse 22
 Produkt, neues 11
 Produktphasen 8, 115
 Produktüberwachung 11
 Produkt- und Prozesssicherheit 3
 Projektablaufplan 3
 Projektleiter 109
 Projektplan 15, 17, 83, 95, 109
 Projektreview 109
 Projektstartbrief 109
 Projektverantwortlicher 109
 Prozess 2, 11, 32
 Prozessabweichungen 22
 Prozess, bestehender 11
 Prozessfehlerursache 33
 Prozessflussdiagramm 23, 27, 29, 97
 Prozess-FMEA 10, 12, 21, 27, 31, 47
 Prozessforderung 60
 Prozessfunktion 33
 Prozess, logistischer 22
 Prozess, neuer 11
 Prozessplanung 10
 Prozessschritt 2, 23

Q

Qualität 2
 Qualitätsbewusstsein 3
 Qualitätsmanagementsystem 3
 quantitative Analyse 6

R

Realismus 110
 Reduzierung 64
 Reifegradmonitor 7
 Ressourcen 108
 Restrisiko 39
 Risiken 7

Risikoanalyse 1, 7, 16, 33, 60, 64
 Risikoanalysen 5
 Risiko, annehmbares 64
 Risikobetrachtung 110
 Risikobewertung 2, 36
 Risikoprioritätszahl 1
 Risikoreduzierung 2, 60, 64
 Rückrufe 11

S

Schnittstelle 23 ff.
 Schnittstellen 11
 Schnittstelle zwischen DFMEA und
 PFMEA 67
 Schwachpunkte 23
 Selbsteinschätzung DFMEA 120
 Selbsteinschätzung PFMEA 132
 Serienbetreuung 8
 Sicherheit 2, 29
 Sicherheitsmaßnahmen 5
 Stand der Technik 11
 ständigen Verbesserung 2
 Standort 11
 Status 1
 Steckbrief – Schritt 1: Planung und
 Vorbereitung 17
 Steckbrief – Schritt 2: Strukturanalyse
 23
 Steckbrief – Schritt 3: Funktionsanalyse
 29
 Steckbrief – Schritt 4: Fehleranalyse 33
 Steckbrief – Schritt 5: Risikoanalyse 36
 Steckbrief – Schritt 6: Optimierung 60
 Steckbrief – Schritt 7: Ergebnisdokumen-
 tation 64
 Strukturanalyse 16 f., 27
 Strukturbaum 23
 Strukturbaum Design 24, 34
 Strukturbaum DFMEA 85
 Strukturbaum PFMEA 97
 Strukturbaum Prozess 28, 45
 Strukturierung 7, 11
 System 2, 26, 29
 Systemausfälle 11

Systeme 23
 Systemelement 24
 Systemelemente (SE) 23
 Systemelement (SE) 11
 Systemen 3
 Systemfunktionen 18, 26
 Systemgrenzen 11
 Systems 18
 Systemschnittstelle 25
 Systemschwachstellen 5
 Systemspezialisten 18
 Systemstruktur 16

T

Tabelle AP – Angepasste Aufgabenpriorität DFMEA und PFMEA 58
 Tabelle AP – Aufgabenpriorität FMEA-MSR 81
 Tabelle D1 – Bedeutung (B) DFMEA 41
 Tabelle D2 – Auftreten (A) DFMEA 42
 Tabelle D3 – Entdeckung (E) DFMEA 45
 Tabelle MSR1 – Bedeutung (B) der FMEA-MSR 73
 Tabelle MSR2 – Häufigkeit (H) FMEA-MSR 75
 Tabelle MSR3 – Monitoring (M) FMEA-MSR 77
 Tabelle P1 – Bedeutung (B) PFMEA 48, 49
 Tabelle P2 – Auftreten (A) PFMEA 51
 Tabelle P3 – Entdeckung (E) PFMEA 54
 Teamarbeit 19
 Teambildung Design-FMEA 21
 Teambildung Prozess-FMEA 22
 Teammitglieder 62f., 65
 Teamsitzungen 110
 Team- und Projektarbeit 7
 TeamZuordnung 19, 84, 96
 Technische Änderungen 11
 technische Entwicklungen 11
 technische Risiken 3
 Technologie 11
 Technologie, neue 11
 Teilbereich 23

Teilschritt 23
 Teilsystem 12, 24, 26
 Teilsysteme 2, 23
 Termin 60
 top down 19, 107
 Trennung von der Bedeutung in B = 10 und B = 9 59
 Typprüfung 7

U

Übergang zur neuen FMEA-Methode 112
 Umgebung 11
 Umgebungsbedingungen 18
 Umgesetzte Maßnahme 64
 Umgesetzten Maßnahme 60
 Umsetzung 60
 Unterlieferant 26
 Ursachen-Wirkungs-Diagramm (4M) 33

V

VDA-Band Reifegradabsicherung für Neuteile (RGA) 8
 Verantwortliche 60
 Verantwortliche Entwickler/Planer 18
 Verantwortliche zur Durchführung 62, 65
 Verband der Automobilindustrie (VDA) 1
 Verbesserung 60
 verbleibende Risiko 5
 Verknüpfungen 3
 Vermeidungsmaßnahmen 60
 Vermeidungsmaßnahmen (VM) 2f., 37, 101
 Vermeidungsmaßnahme (VM) 89
 Vernetzungen 11
 Verständlichkeit 110
 Vollständigkeit 110
 Vorbereitung der DFMEA 84
 Vorbereitung der PFMEA 96
 Vorbereitung und Planung 15
 Vorgaben, gesetzliche und behördliche 1
 Vorhandene Entdeckungsmaßnahme (EM) 36

Vorhandene Vermeidungsmaßnahme
(VM) 36

W

Wartung 7
Wechselwirkung 23f., 26
Werkzeug 20, 84, 96
Wettbewerbsfähigkeit 2
Wirklichkeit 110
Wirksamere Entdeckung 60
Wirksamkeit 5, 16, 60
Wirksamkeitsbestätigung 60, 64
Wirtschaftliche Wirkung 116
Wissensbasis 2

Wissensdatenbank 64
Wissensträger 18
worst case 19, 36

Z

Zeitpunkt 114
Zeitpunkt der Entdeckung 38
Zeitraumen 19, 84, 96
Zulassungsvorgaben 3
Zusammenhang, funktionaler 10
Zusammenwirken von FMEA und FTA 6
Zuverlässigkeit 2
Zweck 19, 84, 96



Dipl.-Ing. Hans-Joachim Pfeufer studierte Fahrzeugtechnik in Köln sowie Kraftfahrwesen an der RWTH Aachen und qualifizierte sich als Wertanalytiker, DGQ-Instruktor Statistik, DGQ/EOQ-Auditor, zertifizierter Auditor VDA 6.1 und IATF 16949, Prozess-Auditor VDA 6.3, EFQM-/LEP-Senior-Assessor.

Er war als Witness-Auditor für ISO/TS 16949 und IATF 16949 vom VDA-QMC beauftragt.

Als selbständiger Trainer und Prüfer hat er sich spezialisiert und ist in den Bereichen System- und Prozessaudits, Core Tools (APQP/RGA, PPAP/PPF, FMEA, SPC, MSA), 8D Report, Besondere Merkmale, Fehlerbaumanalyse, Lieferantenmanagement und Lasten-/Pflichtenheft tätig.

Zusätzlich trainierte und beriet er Führungskräfte und Mitarbeiter zu QM-Methoden und -Systemen

Herr Pfeufer hat mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Automobilindustrie. Er war bei der BMW AG München in verschiedenen Funktionen aktiv. Unter anderem war er in der Antriebsentwicklung und der Unternehmensqualität verantwortlich für Methodenanwendungen und Prozessanalysen in verschiedenen Problemlösungsteams und Task Forces.

Weiterhin war er Bereichsverantwortlicher für den Lastenheftprozess, Qualitätsplanung und Gateway-/Synchromanagement in der Antriebsentwicklung und Verantwortlicher für die Auditprogrammplanung im Gesamtunternehmen.

Als Methodenspezialist leitete er die VDA-Arbeitskreise FMEA, Besondere Merkmale und den deutschen Arbeitsreis zur Harmonisierung der FMEA zwischen VDA und AIAG.

Er ist aktiv im VDA-QMC und der DGQ mit maßgeblicher Mitwirkung an verschiedenen Veröffentlichungen.