

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung und Ziele des Buches</b>	<b>1</b>
1.1	Was ist FMEA?	1
1.2	FMEA: Drei Schlüsselfragen	2
1.3	Ziele des Buches	3
<b>2</b>	<b>Genese, Geschichte und Standards</b>	<b>5</b>
2.1	Ursprung und Geschichte der FMEA	5
2.2	Die internationalen Standards	6
2.3	Die VDA-5-Schritte-Methode	7
<b>3</b>	<b>FMEA: Das Konzeptmodell</b>	<b>11</b>
3.1	Das Konzeptmodell: was und wie	11
3.2	Weitere Überlegungen zum Konzeptmodell: eine dynamische Entwicklung	13
<b>4</b>	<b>FMEA: Der operative-verfahrensseitige Aspekt</b>	<b>17</b>
4.1	Einleitung: spezifische technische Terminologie der FMEA-Objekte	17
4.2	Zusammensetzung der Vorgehensweisen: spezifische und gemeinsame logische Blöcke	17
4.3	Operative Vorgehensweise D-FMEA	19
4.3.1	Logischer Block 00: vorbereitende Tätigkeiten, Entwicklung des Strukturbaums und der grundfunktionalen Ausrichtung (VDA-Methode: Schritt 1 und Teil von Schritt 2)	19
4.3.1.1	Eingangsdaten (WF-liste mit Komponentenverzweigungen)	19
4.3.1.1.1	Datenformat (TXT-Textdatei)	19
4.3.1.1.2	Layout der Textdateien	19
4.3.1.2	Import der Daten (in APIS-IQ)	20
4.3.1.2.1	Wurzelknoten WE (Wurzelelement) und Wurzelfunktionen WF	20
4.3.1.2.2	Komponenten (S/K) und komponentenfunktionen (KF)	20

4.3.1.3	Konstruktive Auslegung (KA: Strukturknoten) . . . .	21
4.3.1.3.1	Produktmerkmale (PM) . . . . .	21
4.3.2	Logischer Block 01: Systemanalyse (VDA-Methode: Schritt 2 und vollständiger Schritt 3) . . . . .	22
4.3.2.1	Funktionale Verkettungen . . . . .	22
4.3.2.1.1	Rechte Seite (KA/PM) . . . . .	22
4.3.2.1.2	Linke Seite (WE/WF) . . . . .	22
4.3.2.2	Fehleranalyse . . . . .	24
4.3.2.2.1	Ableitung der Fehlerarten (FA) aus den Komponentenfunktionen . . . . .	24
4.3.2.2.2	Identifizierung der Fehlerursachen FU (relevante PM) . . . . .	24
4.3.2.3	Fehlerverkettungen . . . . .	25
4.3.2.3.1	Rechte Seite (FU: Fehlerursachen) . . . .	25
4.3.2.3.2	Linke Seite (FF: Fehlerfolgen) . . . . .	25
4.4	Operative Vorgehensweise P-FMEA . . . . .	25
4.4.1	Logischer Block 00: vorbereitende Tätigkeiten: Entwicklung des Strukturbaums und der grundfunktionalen Ausrichtung (VDA-Methode: Schritt 1 und Teil von Schritt 2) . . . . .	26
4.4.1.1	Eingabedaten (Flussdiagramm des Produktionsprozesses) . . . . .	26
4.4.1.1.1	Datenformat der Daten (TXT-Textdatei) . . . . .	26
4.4.1.1.2	Layout der Textdateien . . . . .	26
4.4.1.2	Textdatei für Phasenknoten . . . . .	26
4.4.1.3	Textdatei für Phasenoperationen (oder: Phasenschrittfunktionen) . . . . .	26
4.4.1.4	Datenimport (in APIS-IQ) . . . . .	27
4.4.1.4.1	Prozessphasen (Strukturknoten) . . . . .	27
4.4.1.4.2	Phasenoperationen (PSF: Phasenschrittfunktionen) . . . . .	27
4.4.1.5	Einflussfaktoren (Strukturknoten) . . . . .	27
4.4.1.6	Wurzelfunktionen (WF) und Einflussfaktorfunktionen (EFF) . . . . .	29
4.4.2	Logischer Block 01: Systemanalyse (VDA-Methode: Schritt 2 und vollständiger Schritt 3) . . . . .	30
4.4.2.1	Funktionale Verkettungen . . . . .	30
4.4.2.1.1	Rechte Seite (Einflussfaktoren/ Einflussfaktorfunktionen) . . . . .	30
4.4.2.1.2	Linke Seite (Wurzelelement: Produkt- und Prozessvariablen) . . . . .	30
4.4.2.2	Voranalysen : Vorgabe- und Fehlerrelevanz- Analyse (mit Erstellung von APIS-IQ-BA: Benutzerdefinierten Attributen) . . . . .	32

4.4.2.3	Fehleranalyse .....	33
4.4.2.3.1	Ableitung der Fehlerarten (FA) aus den Phasenoperationen .....	33
4.4.2.3.2	Identifizierung der Fehlerursachen (relevante Faktoren) .....	33
4.4.2.4	Fehlerverkettungen .....	34
4.4.2.4.1	Rechte Seite (Fehlerursachen) .....	34
4.4.2.4.2	Linke Seite (Fehlerfolgen) .....	34
4.5	Vorgehensweise D- und P-FMEA (gemeinsame Behandlung) .....	35
4.5.1	Logischer Block 02: Risikoanalyse, Teil 1 (VDA-Methode: Schritt 4) .....	35
4.5.1.1	Vorbereitung Der Bedeutungsbewertung .....	35
4.5.1.2	Formalisierung des Arbeitsteams .....	36
4.5.1.3	Definition symbolischer Termine (Massnahmenstände und Meilensteine) .....	38
4.5.1.4	Definition der Risikomatrix (Optimierungs- kriterium – JL-Matrix) .....	39
4.5.1.5	Erstellung der Formblätter .....	40
4.5.1.6	Im Formblatt arbeiten .....	40
4.5.1.6.1	Erstellung einer Spalte für die Risikomatrix (JL-M-Spalte) .....	40
4.5.1.6.2	Eindeutige Definition von „Aktuell“ in den Massnahmenständen .....	41
4.5.1.6.3	Definition von Vermeidungsmassnahmen .....	41
4.5.1.6.4	Bewertung des Auftretens .....	42
4.5.1.6.5	Definition von Entdeckungsmassnahmen .....	43
4.5.1.6.6	Bewertung der Entdeckung .....	45
4.5.1.7	Zentralisierte Verwaltung von Massnahmen .....	48
4.5.1.7.1	Definition von „global“ bei den Massnahmen .....	48
4.5.1.7.2	Zuweisung von Verantwortlichen zu den Massnahmen .....	48
4.5.1.7.3	Zuweisung von Terminen (Milestones) zu den Massnahmen .....	48
4.5.1.8	Bearbeitungsstände der Massnahmen .....	49
4.5.2	Logischer Block 03: Risikoanalyse, Teil 2 (VDA-Methode: Schritt 5) .....	49
4.5.2.1	Überprüfung der endgültigen JL-Matrix .....	49
4.5.2.1.1	Behandlung der Punkte im roten Bereich .....	49
4.5.2.1.2	Behandlung der Punkte im gelben Bereich .....	49
4.5.2.2	Terminverwaltung .....	52
4.5.2.2.1	Definition der Termine für alle Massnahmen im Team .....	52

4.5.2.2.2	Definition des Termins zur Wirksamkeitsprüfung . . . . .	52
4.5.2.2.3	Design- und Process-Freeze . . . . .	52
4.5.2.3	FMEA-Dokumentation . . . . .	53
4.5.2.3.1	Sitzungsprotokoll: was und wie (PIM-Editor). . . . .	53
4.5.2.3.2	Abschlussbericht und Anhänge . . . . .	53
4.5.2.4	Vervollständigung des FMEA-Zyklus . . . . .	57
4.5.2.4.1	Neubewertung der Parameter A und E nach der Wirksamkeitsprüfung. . . . .	57
4.5.2.4.2	Rückkehr zum Schritt 1 des Blocks (Überprüfung der neuen endgültigen JL-Matrix, Etc.) . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Die Produkt/Prozess-schnittstelle . . . . .</b>	<b>59</b>
5.1	Die 4 grundlegenden Arten von FMEA: System-FMEA, Design-FMEA, Prozess-FMEA und Maschinen-FMEA . . . . .	59
5.2	Konzeptuelle Beziehung nach dem VDA-Standard zwischen den verschiedenen Arten von FMEA: das „Treppenschema“ . . . . .	60
5.3	Was im Informationsaustausch Design/Prozess besonders wichtig ist, zu gewährleisten, und warum . . . . .	61
5.3.1	Kritische Geometrien . . . . .	61
5.3.2	Kritische Eigenschaften von Materialien, kritische physikalische und chemische Eigenschaften . . . . .	61
5.3.3	Tatsächliche Fähigkeit des industriellen Produktionsprozesses, die „Konstruktive Auslegung“ einzuhalten, die in der Konstruktion (technischer Zeichnung) definiert wurde . . . . .	61
5.4	Konzeptmodell des Designs (Struktur). . . . .	63
5.4.1	D.01: Produkt . . . . .	63
5.4.2	D.02: Komponenten . . . . .	63
5.4.3	D.03: Konstruktive Auslegung (der Komponenten). . . . .	63
5.5	Konzeptmodell des Prozesses (Struktur) . . . . .	64
5.5.1	P.01: Zielprodukt des Produktionsprozesses . . . . .	64
5.5.2	P.02: Prozessphasen . . . . .	64
5.5.3	P.03: Einflussfaktoren („5M-Regel“) . . . . .	64
5.6	Die D/P-Schnittstelle . . . . .	65
5.6.1	D.02 → P.01 (Identifizierung der relevanten Produktvariablen). . . . .	65
5.6.2	D.03 → P.02 (Design-oriented-Definition der Phasenoperationen) . . . . .	65
<b>6</b>	<b>Fortgeschrittene Werkzeuge. . . . .</b>	<b>67</b>
6.1	Ein mathematisches Modell zur Risikobewertung: Einführung . . . . .	67
6.2	Mathematische Bewertung des Auftretens . . . . .	69
6.2.1	Input-Parameter (Erklärer des Auftretens). . . . .	69

6.2.2	Metriken (Kondensation der Information) . . . . .	69
6.2.3	Beispiel. . . . .	71
6.2.4	Transformation (linear) . . . . .	71
6.2.5	Informationsabgleich (gewichtete Summe) . . . . .	73
6.3	Klassische (tabellarische) und mathematische Bewertung im Vergleich . . . . .	73
6.4	Bewertungsrechner . . . . .	74
6.5	Zusammenfassung des Verfahrens . . . . .	74
6.6	Beispiel . . . . .	75
6.7	Schlussfolgerungen. . . . .	76
6.7.1	Stärken des Ansatzes . . . . .	76
6.7.2	Schwächen des Ansatzes . . . . .	76
6.8	Anhang 01: Hauptmerkmale der Metriken. . . . .	76
7	<b>Schlussfolgerungen</b> . . . . .	81