

# FMEA

## aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Dieser Artikel oder Abschnitt ist nicht hinreichend mit Belegen (Literatur, Webseiten usw.) ausgestattet. Die fraglichen Angaben werden daher möglicherweise demnächst gelöscht. Hilf Wikipedia, indem du die Angaben nachrecherchierst und gute Belege einfügst. Bitte entferne zuletzt diese Warnmarkierung.

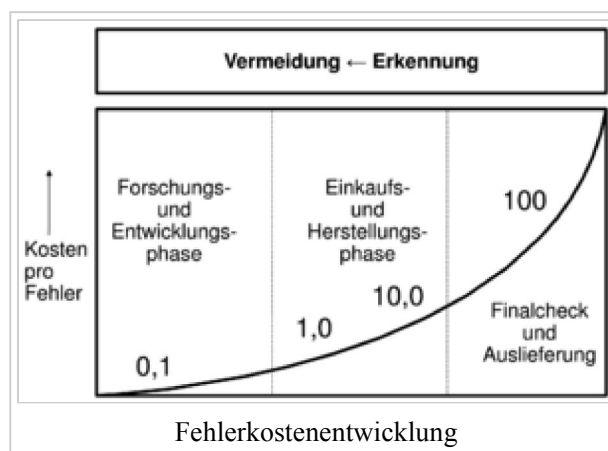
**FMEA** (*Failure Mode and Effects Analysis* oder auch deutsch: *Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse* oder kurz *Auswirkungsanalyse*) sowie **FMECA** (*Failure Mode and Effects and Criticality Analysis*) sind analytische Methoden der Zuverlässigkeitstechnik, um potenzielle Schwachstellen zu finden. Im Rahmen des Qualitätsmanagements bzw. Sicherheitsmanagements wird die FMEA zur Fehlervermeidung und Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit vorbeugend eingesetzt. Die FMEA wird insbesondere in der Design- bzw. Entwicklungsphase neuer Produkte oder Prozesse angewandt und von Lieferanten von Serienteilen für die Automobilhersteller (siehe ISO/TS 16949) aber auch anderen Industrien gefordert.

FMEA folgt dem Grundgedanken einer vorsorgenden Fehlerverhütung anstelle einer nachsorgenden Fehlererkennung und -korrektur (Fehlerbewältigung) durch frühzeitige Identifikation potenzieller Fehlerursachen bereits in der Entwurfsphase. Damit werden ansonsten anfallende Kontroll- und Fehlerfolgekosten in der Produktionsphase oder gar im Feld (beim Kunden) vermieden und die Kosten insgesamt gesenkt. Durch eine systematische Vorgehensweise und die dabei gewonnenen Erkenntnisse wird zudem die Wiederholung von Designmängeln bei neuen Produkten und Prozessen vermieden.

Die FMEA ist seit 1980 als **Ausfalleffektanalyse** in die DIN 25448 aufgenommen. Diese wurde 2006 ersetzt durch die DIN EN 60812. Die Methodik der FMEA soll schon in der frühen Phase der Produktentwicklung (Planung und Entwicklung) innerhalb des Produktlebenszyklus angewandt werden, da eine Kosten-/Nutzenoptimierung in der Entwicklungsphase am wirtschaftlichsten ist. Denn je später ein Fehler entdeckt wird, desto schwieriger und kostenintensiver wird seine Korrektur sein.

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Arten
- 2 Anwendung
- 3 Maßnahmen
- 4 Bewertung
- 5 Historisches
- 6 Derivate
- 7 Software
- 8 Literatur
- 9 Weblinks



## Arten

Die FMEA kann in drei Arten unterteilt werden:

System-FMEA

Die System-FMEA (auch S-FMEA) untersucht das Zusammenwirken von Teilsystemen in einem übergeordneten Systemverbund bzw. das Zusammenwirken mehrerer Komponenten in einem komplexen System. Sie zielt dabei auf die Identifikation potenzieller Schwachstellen, insbesondere auch an den Schnittstellen, die durch das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten entstehen könnten.

#### Konstruktions-FMEA

Die Konstruktions-FMEA (auch K-FMEA) zielt auf die Konstruktion einzelner Produkte oder Bauteile und untersucht diese auf potenzielle Schwachstellen oder Ausfallmöglichkeiten.

#### Prozess-FMEA

Die Prozess-FMEA (auch P-FMEA) stützt sich auf die Ergebnisse der Konstruktions-FMEA und befasst sich mit möglichen Schwachstellen im Fertigungs- oder Leistungsprozess.

Dabei werden die *System-FMEA* und die *Konstruktions-FMEA* zur sogenannten *Produkt-FMEA* zusammengefasst, da das zu betrachtende System meist nicht eindeutig aufgelöst werden kann.

Die System-FMEA Produkt wird innerhalb des Entwicklungsprozesses angewandt. Ihre Aufgabe ist es, das Produkt auf Erfüllung der im Pflichtenheft festgelegten Funktionen hin zu untersuchen. Dabei sind für alle risikobehafteten Teile eines Produktes geeignete Maßnahmen zur Vermeidung oder Entdeckung der potenziellen Fehler zu planen. Die System-FMEA auf Bauteilebene entspricht der bisherigen Definition der Konstruktions-FMEA. Sie dient zur Analyse aller Bauteilmerkmale, die zur Erfüllung der geforderten Bauteilfunktion notwendig sind.

Die System-FMEA Prozess wird noch innerhalb des Produktionsplanungsprozesses angewandt. Sie baut logisch auf den Ergebnissen der Konstruktions-FMEA auf. Ein Fehler der System-FMEA Produkt, dessen Ursache im Herstellungsprozess liegt, wird folgerichtig als Fehler in die Prozess-FMEA übernommen. Aufgabe der System-FMEA Prozess ist es, den gesamten Herstellungsprozess eines Produktes auf die Eignung zur Herstellung des Produktes hin zu untersuchen. Dabei sind für alle Fehler, die bei der Herstellung des Produktes auftreten können, geeignete Maßnahmen zu deren Vermeidung oder Entdeckung zu planen.

## Anwendung

Bei der Anwendung wird zunächst ein Team aus Mitarbeitern verschiedener Unternehmensfunktionen (Interdisziplinäres Team) gebildet. Einzubeziehen sind insbesondere Konstruktion, Entwicklung, Versuch, Fertigungsplanung, Fertigungsausführung, Qualitätsmanagement etc. Der Analyseprozess selbst wird dann mit Hilfe von Formblättern (QS-9000) oder entsprechender Software in formalisierter Weise (VDA 4.2) durchgeführt.

Die FMEA enthält

- eine Eingrenzung des betrachteten Systems,
- eine Strukturierung des betrachteten Systems,
- Definitionen von Funktionen der Strukturelemente,
- eine Analyse auf potenzielle Fehlerursachen, Fehlerarten und Fehlerfolgen, die sich direkt aus den Funktionen der Strukturelemente ableiten,
- eine Risikobeurteilung,
- Maßnahmen- bzw. Lösungsvorschläge zu priorisierten Risiken
- eine Verfolgung vereinbarter Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen und
- eine Restrisikobeurteilung bzw. -bewertung.

Potenzielle Fehler werden analysiert, indem der Fehlerort lokalisiert wird, die Fehlerart bestimmt, die

Fehlerfolge beschrieben und anschließend die Fehlerursache ermittelt wird. Zur Ermittlung denkbarer Fehlerursachen wird häufig ein sogenanntes Ursache-Wirkungs-Diagramm erstellt. Es ist möglich, dass schon aufgrund einer erkannten Fehlerursache unmittelbar Hinweise auf mögliche Maßnahmen zur Fehlervermeidung abgeleitet werden können.

Kennzahlen zur **Bedeutung** (der Fehlerfolge), zur Auftretenswahrscheinlichkeit (der Fehlerursache) und zur **Entdeckungswahrscheinlichkeit** (des Fehlers oder seiner Ursache; ggf. auch der Folge) sind eine Grundlage zur Risikobeurteilung. Die Kennzahlen sind ganzzahlige Zahlenwerte zwischen 1 und 10 und werden unter Zuhilfenahme von Bewertungskatalogen vergeben.

Mit der Berechnung der Risiko-Prioritätszahl (**RPZ**) wird der Versuch gemacht eine Rangfolge der Risiken zu erstellen. Die RPZ entsteht durch Multiplikation der B-, A- und E-Bewertungszahlen ( $RPZ = B * A * E$ ) und kann dementsprechend Werte zwischen 1 und 1000 annehmen. Es besteht der Anspruch, dass die RPZ, mindestens im Vergleich mit anderen RPZ der gleichen FMEA, eine Aussage im Sinne *besser/schlechter* erlaubt.

Das Ziel mit der RPZ, die Bedeutung und den Rang eines Fehlers abzuschätzen, um hieraus Prioritäten für die zu ergreifenden Maßnahmen abzuleiten, wird immer wieder in Frage gestellt. Es gibt Versuche mit der Kenngröße ( $B * A$ ) zusätzlich oder alternativ zu arbeiten. Bei DRBFM, der bei Toyota eingesetzten FMEA-Systematik, unterbleibt die Festlegung von Kennzahlen in Gänze. Maßnahmen werden dort ausschließlich nach dem *gesunden Menschenverstand* bzw. als Ergebnis der Teamdiskussion festgelegt.

In der von Motorola entwickelten und durch General Electric zum Durchbruch gekommenen Qualitäts- und Prozessoptimierungsmethodik Six Sigma ist die FMEA (beziehungsweise PFMEA = Potential FMEA) eines von vielen Werkzeugen einer Kette von Optimierungsschritten in den ersten drei Phasen des Six Sigma Kernprozesses DMAIC.

## Maßnahmen

Maßnahmen sind darauf gerichtet,

- die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Fehlerursache zu reduzieren (z. B. durch den Einbau verbesserter Bauteile).
- die Entdeckungswahrscheinlichkeit für eine potenzielle Fehlerursache zu erhöhen, indem bspw. zusätzlich Prüfungen vorgesehen werden.

Die Risikobewertung findet in der aktuellen FMEA nicht mehr alleine durch die bereits genannte RPZ statt, sondern vielmehr nach folgendem Ablauf:

Höchste Prioritäten haben hohe Bedeutungen (10), danach wird das Produkt aus **Bedeutung** und **Auftretenswahrscheinlichkeit** betrachtet ( $B * A$ ), dieses wird auch als **Kritikalität** oder **Technisches Risiko** bezeichnet (Zu berücksichtigen sind die den Bewertungszahlen hinterlegten Kataloge,  $A = x$  gibt einen Bereich und keine feste ppm-Zahl für die Auftretenswahrscheinlichkeit des Fehlers an).

Erst dann greift zur Priorisierung der restlichen Punkte die RPZ.

## Bewertung

Die Bewertung erfolgt durch interdisziplinäre Teams, die jeweils Punkte von „1“ bis „10“ vergeben.

- Auftretenswahrscheinlichkeit der Ursache (gering = „1“ bis hoch = „10“)

- Entdeckenswahrscheinlichkeit der Ursache (hoch = „1“ bis gering = „10“)
- Bedeutung der Fehlerfolge wird aus der Sicht des Kunden bewertet (gering = „1“ bis hoch = „10“).

Der Kunde kann hierbei sowohl der Endkunde als auch ein (z. B. firmeninterner) Zwischenkunde sein, der die FMEA fordert. Risikoprioritätszahlen können zur Rangfolge für die Vereinbarung von Gegenmaßnahmen im Entwicklungsprozess genutzt werden. Verschiedene Firmen haben verschiedene, an die Normenwerke angelehnte Kataloge zur Bewertung von Risiken und Kriterien für die Ergreifung von Maßnahmen zur Risikoreduzierung. Auch hohe Einzelwerte (8–10) können trotz geringer Risikoprioritätszahl Aktivitäten nach sich ziehen.

Nach der Erstbewertung und abgearbeiteten Maßnahmen erfolgt eine erneute Risikobewertung: Es wird durch nochmalige Ermittlung einer **Risiko-Prioritäts-Zahl RPZ** geprüft, ob die geplanten Maßnahmen ein befriedigendes Ergebnis versprechen (Die Bedeutung der Fehlerfolge bleibt unverändert.). Entspricht das Ergebnis noch nicht den geforderten Qualitätsansprüchen des Kunden, so müssen weitere Vermeidungs- oder Entdeckungsmaßnahmen ergriffen und/oder Lösungsansätze entwickelt werden.

Die FMEA ist des weiteren in der DIN EN 60812 (Ersetzt DIN 25448) \*Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse\* verankert. Die VDA Bände 4, Teil 2 und 3 empfehlen detailliert eine systematische Vorgehensweise.

## Historisches

Erstmals wurde eine Beschreibung zur FMEA-Methode als United States Military Procedure veröffentlicht: MIL-P-1629 – Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis; November 9, 1949. Der flächendeckenden Einsatzes der FMEA im Bereich der Automobilindustrie wurde von Ford initiiert, nachdem es in den 70er Jahren beim Modell Ford Pinto aufsehenerregende Probleme gab [1].

Die Anfang der 1980er Jahre erschienenen Ford Veröffentlichungen zur FMEA bildeten die Grundlage für die QS-9000 FMEA Methodenbeschreibung. 1996 wurde vom Verband der Automobilindustrie (VDA) eine verbesserte FMEA-Systematik veröffentlicht. In der seit 2002 verfügbaren dritten Auflage der QS-9000 FMEA Methodenbeschreibung wurden einige Elemente des VDA-Ansatzes übernommen.

Die Einsatzfelder der FMEA haben sich im Laufe der Zeit ausgeweitet. Ursprünglich im militärischen Bereich angesiedelt hat die FMEA über eine Zwischenstufe „Luft- und Raumfahrt“ die Anerkennung im Automotivebereich gefunden. Da der FMEA ein universelles Methoden-Modell zugrunde liegt, findet sie auch in anderen Bereichen, in denen systematisch gearbeitet wird, ihre Einsatzfelder, z. B. Medizintechnik, Lebensmittelindustrie (als *HACCP-System*), Anlagenbau, Software-Entwicklung.

## Derivate

Von Toyota wurde die auf Änderungen fokussierte FMEA-Methode unter der Bezeichnung Design Review Based on Failure Mode (DRBFM) entwickelt. DRBFM soll die Trennung zwischen Entwicklungs- und Qualitätsprozess aufheben und den Entwicklungs-Ingenieur direkter in den Qualitätsprozess mit einbinden.

Auf Lebensmittel ist das Hazard Analysis and Critical Control Points-Konzept (Abgekürzt: HACCP-Konzept, deutsch: Gefährdungsanalyse und kritische Kontrollpunkte) ausgerichtet. Ursprünglich von der NASA zusammen mit einem Lieferanten entwickelt, um die Sicherheit der Astronautennahrung

zu gewährleisten, wird es heute von der US-amerikanischen National Academy of Sciences sowie von der Food and Agriculture Organization der UNO empfohlen.

## Software

Die FMEA kann mit einem Formblatt als Hilfsmittel durchgeführt werden. Es bietet sich aber an, moderne Hilfsmittel zu nutzen, die die Übersichtlichkeit erhöhen.

## Literatur

- DIN EN 60812: *Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)*, November 2006
- QS-9000: *FMEA – Fehler-Möglichkeiten- und -Einfluss-Analyse*, 3. Aufl. 10.2001, Carwin Ltd.
- VDA: *Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – System-FMEA*, 1. Aufl. 1996, ISSN 0943-9412
- DGQ: Band 13–11 *FMEA – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse*, 3. Aufl. 2004, ISBN 3-410-32962-5
- Dieter H. Müller, Thorsten Tietjen: *FMEA-Praxis*, 2. Aufl. 2003, ISBN 3-446-22322-3
- Otto Eberhard, *Gefährdungsanalyse mit FMEA*, 2003, ISBN 3-816-92061-6
- Bertsche, B. und Lechner, G.: *Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau*, 3. Auflage, 2004, ISBN 3-540-20871-2

## Weblinks

- FMEA Info Centre – Portal zum Thema FMEA
- FMEA Beschreibung der Methode aus betriebswirtschaftlicher Sicht.

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/FMEA>“

Kategorien: Qualitätsmanagement Werkzeuge | Six Sigma | Risikomanagement

Wartungskategorie: Wikipedia:Quellen fehlen

---

- Diese Seite wurde zuletzt am 21. März 2008 um 15:34 Uhr geändert.
- Ihr Text steht unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation.  
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.