

**Ziel:** Reduzierung/Vermeidung von Fehlern beim Entwickeln von Produkt- und Prozesslösungen

**Weg:** Systematische präventive Analyse, Erfassung von potentiellen Risiken, Fehlermöglichkeiten oder Fehlhandlungen, Verbesserung der Funktionssicherheit und Qualität durch Schaffung von Voraussetzungen für fehlerfreies Arbeiten.

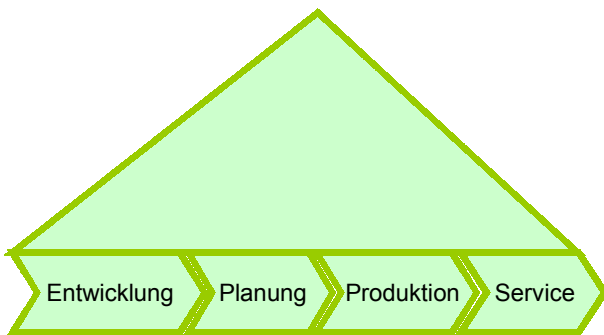
**Vorteile/Chancen**

- Frühzeitige Aufdeckung von potentiellen Schwachstellen
- Förderung der Kommunikation und des Verständnisses bei der Zusammenarbeit

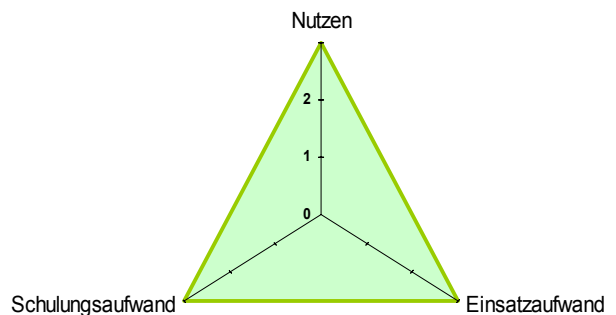
**Nachteile/Risiken:**

- Unterstützung durch das Management
- Hoher Aufwand

**Wirkungsfelder über die Prozesskette**



**Aufwand/Nutzen**



**Einsatzgebiete**

Arbeitsgestaltung	Führung/Motivation	PPS
Auftragsabwicklung	Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz	Qualität
Controlling	Kontinuierliche Verbesserung	Robuste Prozesse
Datenermittlung	Logistik	Standards
Entgeltgestaltung	Personalentwicklung	Teamarbeit
Fabrik-/Prozessplanung	Produktentwicklung	Visuelles Management

**Quantitative Ergebnisse**

- Risikoprofile
- Kosteneinsparung durch Vorbeugung
- Steigerung Funktionssicherheit
- weniger Nacharbeit
- Ausschaltung Wiederholungsfehler

**Qualitative Ergebnisse**

- Verbesserung Produkte und Prozesse
- Vermeidung von Fehlentwicklungen und Doppelarbeit

**Prinzip:** Ermittlung möglicher Fehler während Entwicklung und Prozessplanung, Bewertung der Auswirkungen, Ursachen. Systematische methodische Anwendung durch Untersuchung des Zusammenwirkens der System- und Produktkomponenten und ihrer Verbindungen.

**Vorgehensweise:**

Systementwicklung (Untersuchung des funktionellen Zusammenwirkens der Systemkomponenten), Komponententwicklung (Konstruktive Gestaltung der Bauteile) und Prozessplanung (Verfahren, Reihenfolge, Parameter,...). Bild 1 zeigt den Ablauf.

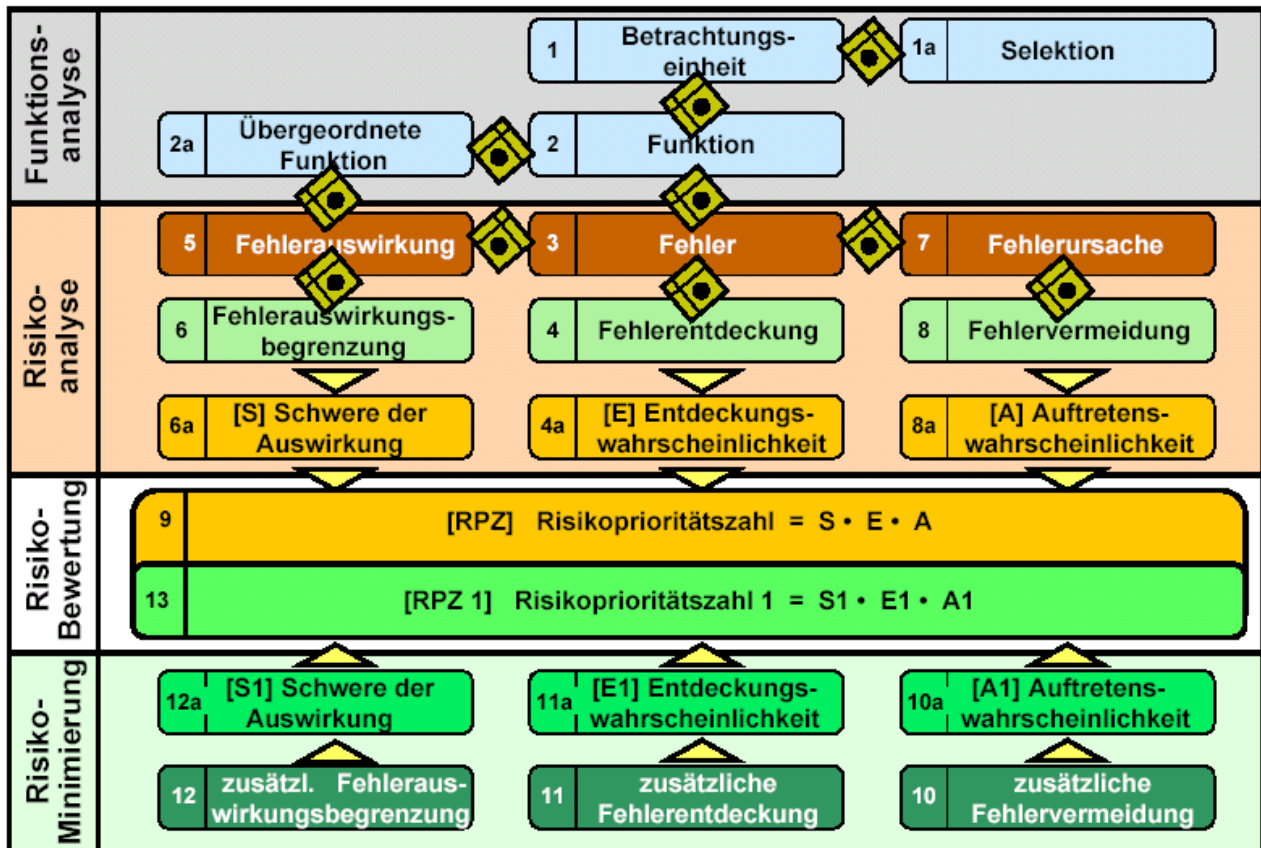


Bild 1: Logik der vollständigen FMEA-Methode (n. Kersten)

**Schritt 1 Systemstrukturierung**

System in einzelne Elemente untergliedern, Beziehungen zwischen ihnen als System- oder Strukturbaum ermitteln.

**Schritt 2 Funktionszuordnung**

Elementen des System- oder Strukturbaumes zugehörigen Funktionen zuordnen. Neben den inneren Funktionen eines Systemelementes sind hierbei auch Funktionen von unter- oder übergeordneten Systemelementen oder über Schnittstellen ein- oder ausgehende Funktionen anzusprechen.

**Schritt 3 Fehler- oder Risikoanalyse**

Potentielle Fehler den Systemelementen bzw. Prozessschritten zuordnen. Als Fehler gelten Nichterfüllung oder eingeschränkte Erfüllung der Systemfunktion die auftreten kann, aber nicht eintreten muss. Auch Fehler, die nur unter Extrembedingungen (Hitze, Kälte, Nässe etc.) auftreten berücksichtigen. Alle möglichen Fehler sind unabhängig von der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens, vom rechtzeitigen Entdecken oder ihren Auswirkungen einzubeziehen.

Ermittlung der Fehlerfolgen (Unterstellung, dass der Fehler am Systemelement oder Prozess aufgetreten ist). Folgen Bauteil- bzw. Prozessbezogen, Systembezogen

beschreiben und Auswirkungen auf Nutzer untersuchen. Bei der Fehlerfolgenbeschreibung dient der Systembaum zur Analyse der Fehlerfortpflanzung. Maßgebend für die spätere Risikobewertung der Fehlerfolgen ist, in welcher Form der Benutzer die Auswirkungen empfinden würde.

Erfassung aller denkbaren Fehlerursachen, die zu dem betrachteten Fehler führen können. Vorgesehene Maßnahmen zur Vermeidung und/oder Entdeckung des Fehlers oder der Fehlerursache und/oder zur Auswirkungsbegrenzung der Fehlerfolge auflisten.

#### **Schritt 4 Risikobewertung**

Bewertung aller potentiellen Fehler, Fehlerfolgen (Fehlerauswirkungen) und Ursachen in bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens, der Auswirkungen auf den Kunden und ihrer Entdeckung.

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer potentiellen Fehlerursache, die Bedeutung (Schwere) der Fehlerfolge und die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung werden jeweils anhand einer von 1 bis 10 reichenden Bewertungsskala ermittelt.

Bei der System-FMEA Produkt ist die Mindestlebensdauer des Produktes oder eines Verschleißteiles der Betrachtungszeitraum. Bei der System-FMEA Prozess dienen prozessorientierte Kriterien wie die Prozessfähigkeit zur Bewertung der Fehlerwahrscheinlichkeit.

Die Risikoprioritätszahl (RPZ) ergibt sich durch Multiplikation. Fehler mit einer  $RPZ > 125$  gelten als kritisch und müssen weiter behandelt werden. Fallweise sind auch geringere Risikoprioritätszahlen weiter zu untersuchen, z.B. bei sicherheitskritischen Fehlern.

#### **Schritt 5 Risikominimierung oder Optimierung**

Aufgrund der Ergebnisse der Risikobewertung wird für besonders risikobehaftete Systeme bzw. Prozesse eine Risikominimierung oder Optimierung durchgeführt. Das Erarbeiten der notwendigen Verbesserungsmaßnahmen einschließlich Kosten, Nutzen und Termine erfolgt in Teamarbeit. Risikominimierung gegebenenfalls wiederholen bis Fehlerrisiko unter vertretbarem Wert.

#### **Schritt 6 Wirksamkeitskontrolle** ob die getroffenen Maßnahmen auch die gewünschte Wirkung haben.

#### **Hilfsmittel (Werkzeuge):**

- Software
- Formblatt VDA 96
- Diagramme (Fischgrät, FAST, Scatter etc.)
- FMEA-Standards für Bauteile mit hohem Wiederholungsgrad
- QS 9000, VDA 4.2, DIN 25448, TS 16949)
- DIN EN ISO 9001-9003, 9004

#### **Ergänzende Methoden:**

- Integrierte Wertanalyse IWA
- Versuchsmethodik n. Shainin u. Taguchi
- Statistische Prozessregelung SPC
- Nutzwertanalyse
- Poka-Yoke
- Fehlerbaumanalyse DIN 25424
- Ereignisablaufanalyse DIN 25419
- Ausfalleffektanalyse DIN 26448
- Kreativitäts- und Problemlösungstechniken

**Demonstrationsbeispiel:** Ein Formblatt zeigt Bild 2.

## Ausgefülltes FMEA-Formblatt


		<b>F M E A</b>				Numer: 1.2		
		System				Seite: 1/5		
Typ/Modell/Fertigung/Charge: Servolenkung		Sach-Nummer: Maßnahmenstand:		Verantwortlich: Firma:		Erstellt: 06.07.01		
FMEA/Systemelement: Hydraulischer Unterbau		Sach-Nummer: Maßnahmenstand:		Verantwortlich: Firma:		Erstellt: 06.07.01 Verändert: 06.07.01		
Mögliche Fehlerfolgen	B	Mögliche Fehler	Mögliche Fehlerursachen	Vermeidungsmaßnahmen	A	Entdeckungsmaßnahmen	E RPZ V/T	
Systemelement: Hydraulischer Unterbau								
Funktion: Definierte axiale Kolbenbewegung gewährleisten								
[Servolenkung] Spurstange nicht nach Vorgabe eingestellt		Translative Bewegung wird nicht umgesetzt	[Antriebsritze] bricht	Maßnahmenstand - Anfang: 30.05.01				
				Auslegung auf Basis bekannter ZHLs.	2		10	Schloske, 210 01.04.02 abgeschlossen
				Maßnahmenstand: 30.05.01				
				Berechnung der Verzahnung Schloske, 210 01.10.01 unbearbeitet	1	Mißbrauchstest (Bordsteinab-druck-versuch) Kühne, 213 01.07.02 unbearbeitet Dauererprobung nach Lastenheit Kühne, 213 01.07.02 unbearbeitet	2	Kühne, 213 Schloske, 210 01.10.01 - 01.07.02 unbearbeitet
			[Antriebsritze] Zahnbruch	Maßnahmenstand - Anfang: 30.05.01				
				Auslegung auf Basis bekannter ZHLs.	2		10	Kühne, 213 01.04.02 abgeschlossen

Bild 2: Formblatt (n. IPA Schloske)

**Gesetzliche Rahmenbedingungen:**

- DIN ISO 9000 ff
- Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG)
- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)

**Tarifliche Rahmenbedingungen:**

**Schulungsanbieter (Beispiele):**

- Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. (DGQ), August-Schanz-Straße 21A, 60433 Frankfurt am Main, Tel.: (069) 9 54 24-0, Telefax (069) 9 54 24-133, e-Mail: [info@dgg.de](mailto:info@dgg.de), Internet: [www.dgg.de](http://www.dgg.de)
- REFA-Verband, Wittichstraße 2, 64295 Darmstadt; Tel.: 0 61 51/88 01-0; e-Mail: [REFA@refa.de](mailto:REFA@refa.de); Internet: [www.refa.de](http://www.refa.de)
- Verein Deutscher Ingenieure, Graf-Recke-Str. 84, 40239 Düsseldorf, Tel.: 0211/62 14-0 e-Mail: [kundencenter@vdi.de](mailto:kundencenter@vdi.de); Internet: [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

**Literatur:**

- VER-96: Verband der Automobilindustrie (Herausgeber): Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz, Teil 4.2, System-FMEA. Frankfurt am Main: Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), 1996
- DEU-01: Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., Arbeitsgruppe 131 „FMEA“, DGQ-Band, 13-11, Beuth, Berlin, 2001
- HEE-94: Heeg, F.-J., Meyer-Dohm, P. (Hrsg.): Methoden der Organisationsgestaltung und Personalentwicklung, München: Hanser, 1994
- KER-00: Kersten, G.: VDI-Bericht NR. 1558 matrix-FMEA / quick-Aid: Eine wichtige Methode zur Planung und Entwicklung erfolgreicher Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2000
- PFE-93: Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement - Strategien, Methoden, Techniken. Wien München: Carl Hanser Verlag, 1993

**Für Ihre Notizen:**

.