

FMEA

Failure Mode and Effects Analysis

Dezember 2013





Die FMEA im Überblick	3
Die Anwendung der FMEA	10
Das FMEA-Team	27
Die Phasen im FMEA-Projekt	32
Die Voranalyse	33
Die FMEA-Erstellung	55
Risiko-Optimierung	78
Beispiel Prozess-FMEA	83
FMEA-Software	89
Anhang	93



Die FMEA im Überblick

Die FMEA im Kontext des Quality Engineering

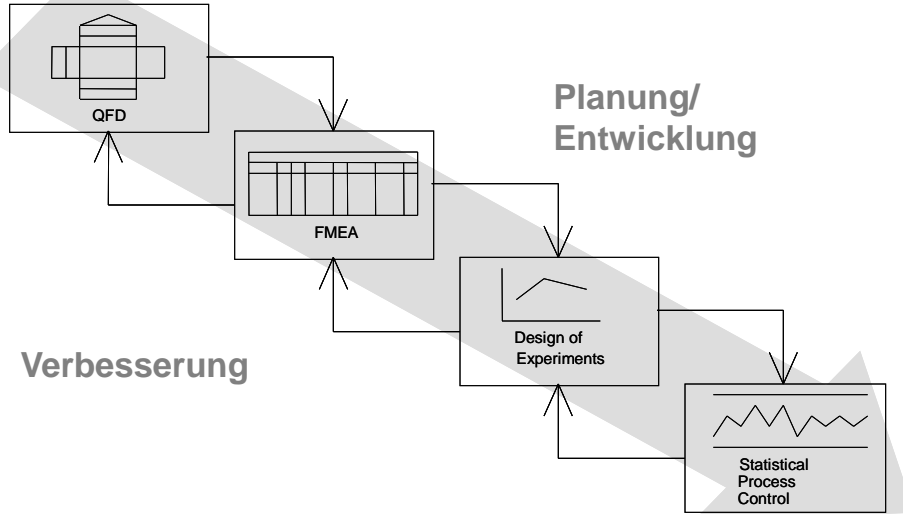
Modell der FMEA

Prinzipielle Vorgehensweise

Das FMEA-Formblatt



Kundenforderungen



Verbesserung

Planung/
Entwicklung

Produkt, Dienstleistung

QFD

Kundenanforderungen in ein Produkt / eine Dienstleistung übersetzen

FMEA

Risikoanalyse hinsichtlich der Erfüllung der (Kunden -) Anforderungen

DOE

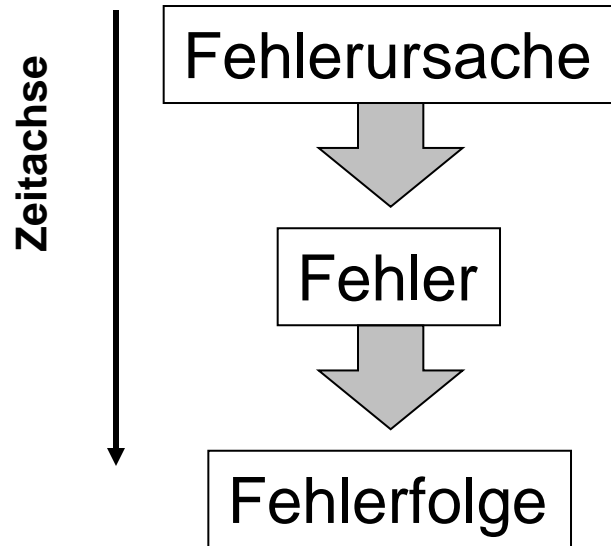
Produkte und Prozesse systematisch im Versuch optimieren

SPC

Prozesse nach statistischen Modellen regeln und verbessern



Verknüpfung eines möglichen Fehlers mit seinen Ursachen und seinen Auswirkungen



Ziele eines FMEA-Projekts

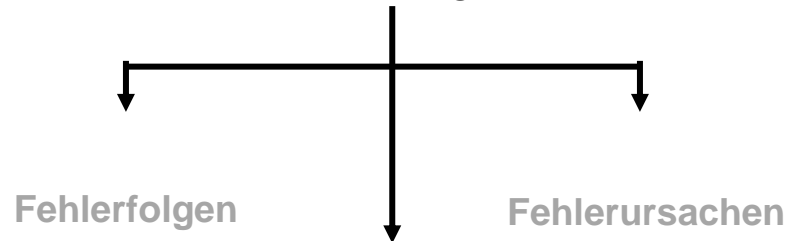
- präventives Erkennen der Zusammenhänge von potentiellen Fehlern, Ursachen und Folgen
- Priorisierung der Ursachen-Wirkungsketten bezüglich ihrem Risiko
- präventives Einleitung von Abstellmaßnahmen für Ursachen-Wirkungsketten mit hohen Risiken



Inhalt Risikoanalyse für Produkte / Prozesse

Start Produkt- / Prozess-Funktion(en)

Fehler Fehl-Funktion (negierte Funktion)



Verhütungs- und Prüfmaßnahmen

(bestehende Maßnahmen der Fehlervermeidung / -entdeckung)

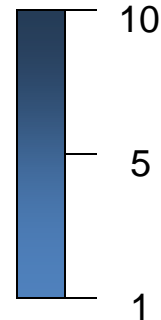


Bewertung

B - Bedeutung der Fehlerfolgen aus Kundensicht
A - Auftretenswahrscheinlichkeit eines Fehlers mit einer bestimmten Fehlerursache

E - Entdeckungswahrscheinlichkeit eines Fehlers mit einer bestimmten Ursache

Die Bewertung erfolgt anhand eines Bewertungskataloges von 1 - 10.



Risikoprioritätszahl

$$RPZ = B \times A \times E$$

Abstellmaßnahmen

Bei einer $RPZ > 100$ ist das Risiko nicht mehr tolerierbar, es müssen Abstellmaßnahmen eingeleitet werden. Diese können sich auf die präventive Vermeidung von Fehlern / Ursachen beziehen oder auf deren Entdeckung.



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand						
	potentielle Fehler	potentielle Folgen	potentielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
Funktion	Fehler 1	Folge 1	Ursache 1	V: P:	↑		↑									
			Ursache 2	V: → P: →	○		○									
	Folge 2	Ursache 1	V: P:													
		Ursache 2	V: P:													
	Fehler 2	Folge 1	Ursache 1	V: P:												
			Ursache 2	V: P:												
		Folge 2	Ursache 1	V: P:												
			Ursache 2	V: P:												



Ziel der FMEA ist es, Risiken vorab zu erkennen und durch Abstellmaßnahmen zu minimieren, d.h. durch präventives Risikomanagement die Unternehmensziele zu unterstützen.

Beispielhaft sind folgende Unternehmensziele aufgeführt, die unterstützt werden können:

- Steigerung der Zuverlässigkeit von Produkten und Prozessen
- Auffinden von Schwachstellen am Produkt / Prozess
- Minimierung von Risiken durch das „Know-how“ aller Fachleute
- störungsarme Serienanläufe
- Reduzierung von Garantiekosten
- Transparenz erhöhen
- bessere Produkte und Dienstleistungen
- wirtschaftliche Fertigung
- Steigerung der innerbetrieblichen Kommunikation
- Wissensaustausch



Anwendung der FMEA

Entwicklung der FMEA

Arten der FMEA

Die FMEA im Entwicklungsablauf

Vorteile und Nutzen der FMEA



Entwicklung der FMEA

Die FMEA wurde in den 60-er Jahren in den USA im Rahmen des Apollo-Projekts der NASA entwickelt und erstmals eingesetzt.

Anwendung der FMEA

Ab den 70-er Jahren wurde die FMEA in militärnahen Branchen wie etwa der Luftfahrt- und Kerntechnik, aber auch im medizinischen Bereich angewandt.

Standardisierung der FMEA

Mitte der 70-er Jahre wurde die FMEA-Anwendung durch die Navy standardisiert (MIL-STD-1629).

Verbreitung der FMEA

Ab den späten 70-er Jahren wird die FMEA in der Automobilindustrie eingesetzt und gehört heute zum Standard in dieser Branche (VDA 6.1, QS-9000, ISO/TS 16949 etc.).

Als Bestandteil des Risikomanagements kommt sie auch in Industriezweigen mit gefährlichen Materialien / Prozessen zum Einsatz.



System-FMEA

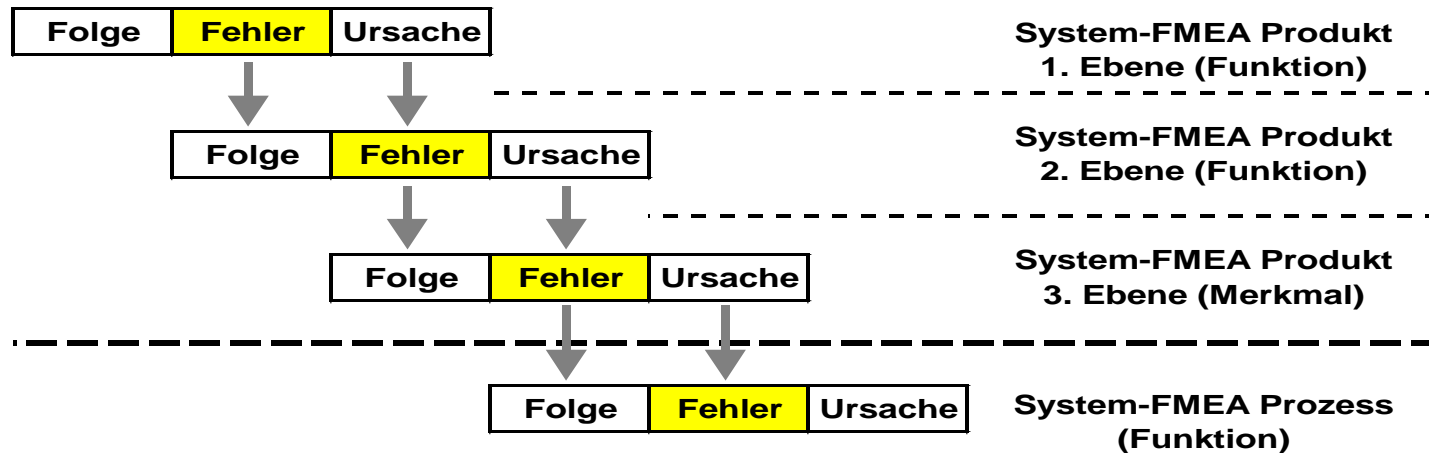
- Risikomanagement für komplexe Systeme und das Zusammenspiel der einzelnen Subsysteme untereinander, d.h. wichtige funktionale Zusammenhänge der System-elemente müssen aufgezeigt werden. Einsatzgebiet sind die Produkt- und Prozess-entwicklung.

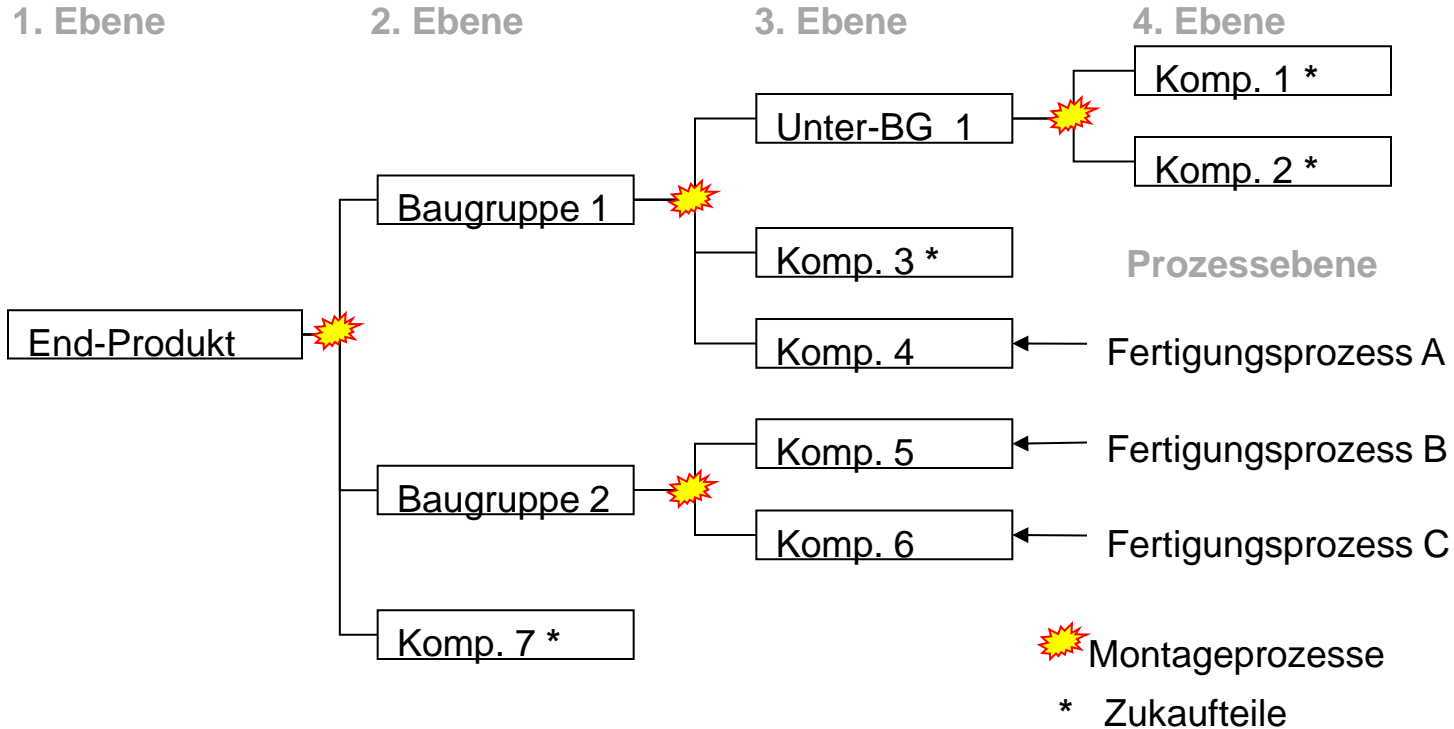
Produkt-FMEA (auch Konstruktions -, Design- oder Entwicklungs-FMEA)

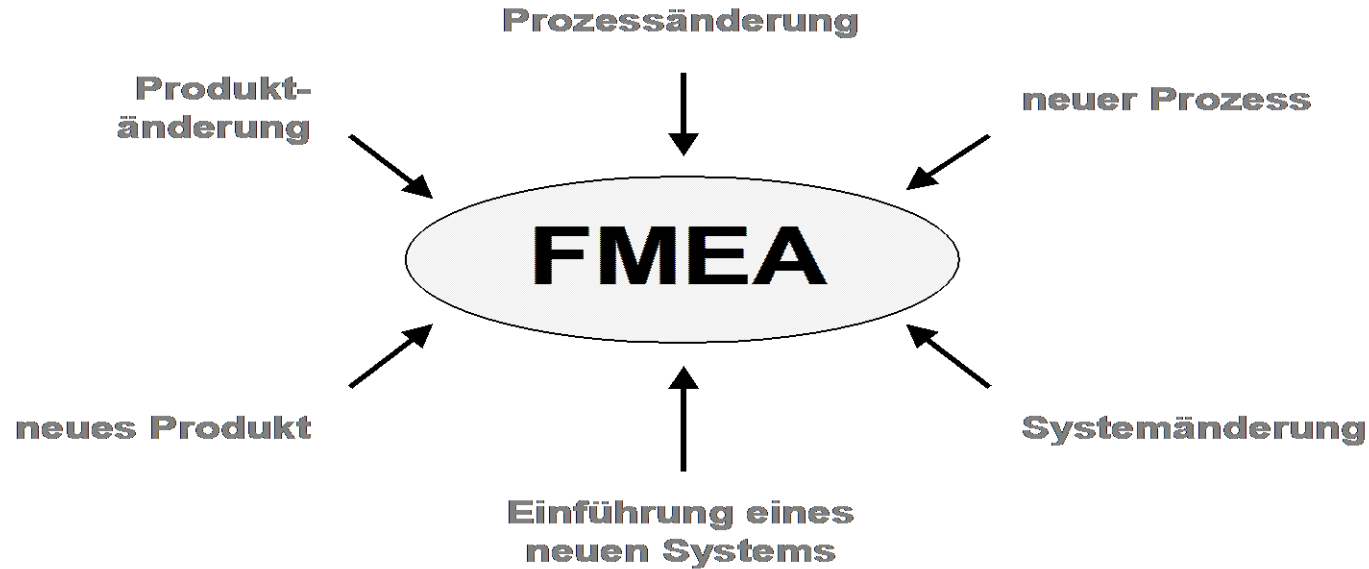
- Risikomanagement für ganze Produkte bzw. einzelne Baugruppen / Komponenten eines Produkts

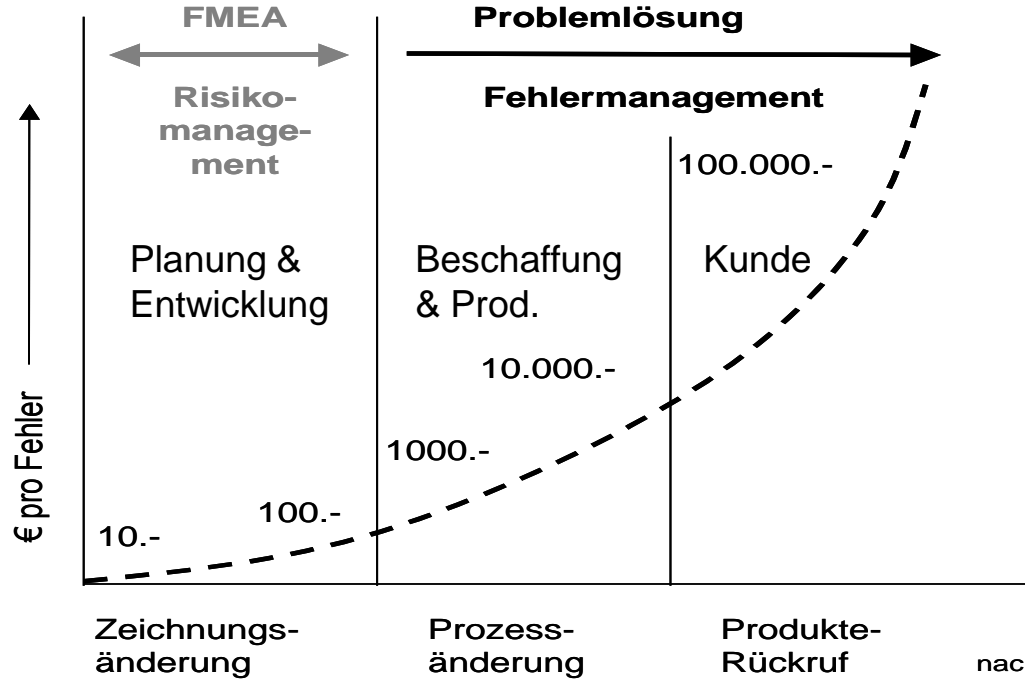
Prozess-FMEA

- Risikomanagement für Produktions- und Montageprozesse, Logistik oder für Geschäftsprozesse im allgemeinen. Die Systemelemente Mensch, Maschine, Material und Mittel bieten Ansatzpunkte für mögliche Fehler.









- Eine **Zeichnungsänderung** in der Konstruktionsphase kostet wenig.
- Eine **Prozessänderung** in der Herstellung kostet ein Vielfaches
- Der **Produkte-Rückruf** ist die teuerste Variante der Fehlerfortpflanzung
- Um möglichen Zeitverzug durch Entwicklungsfehler zu vermeiden und die Zuverlässigkeit eines Produktes zu steigern, setzt die FMEA bereits in der Entwicklungsphase an.



System-FMEA

- nach der Definition der Systemfunktionen (Lastenheft)
- vor der Auswahl spezifischer Hardware

Produkt-FMEA (auch Konstruktions-, Design- oder Entwicklungs-FMEA)

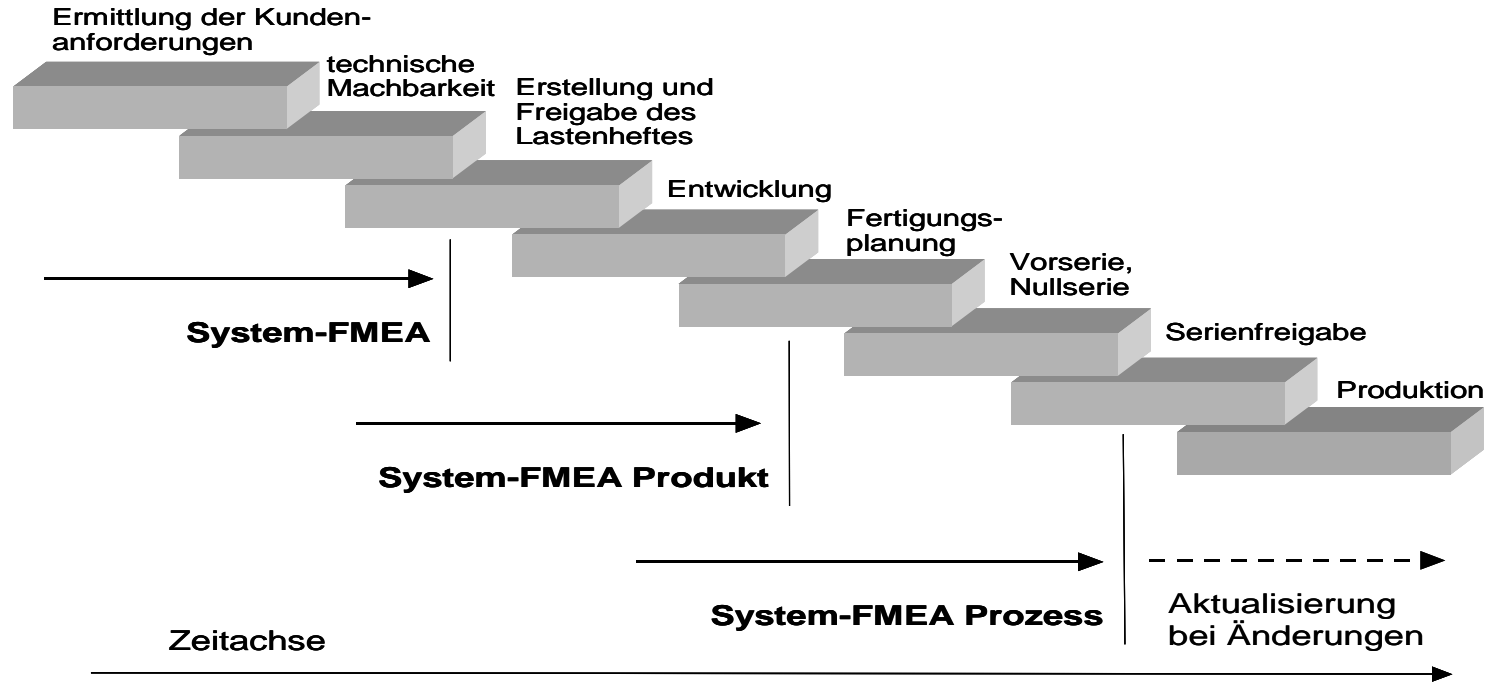
- nach der Definition der Produktfunktionen (Pflichtenheft)
- vor der Fertigungsfreigabe der Konstruktion

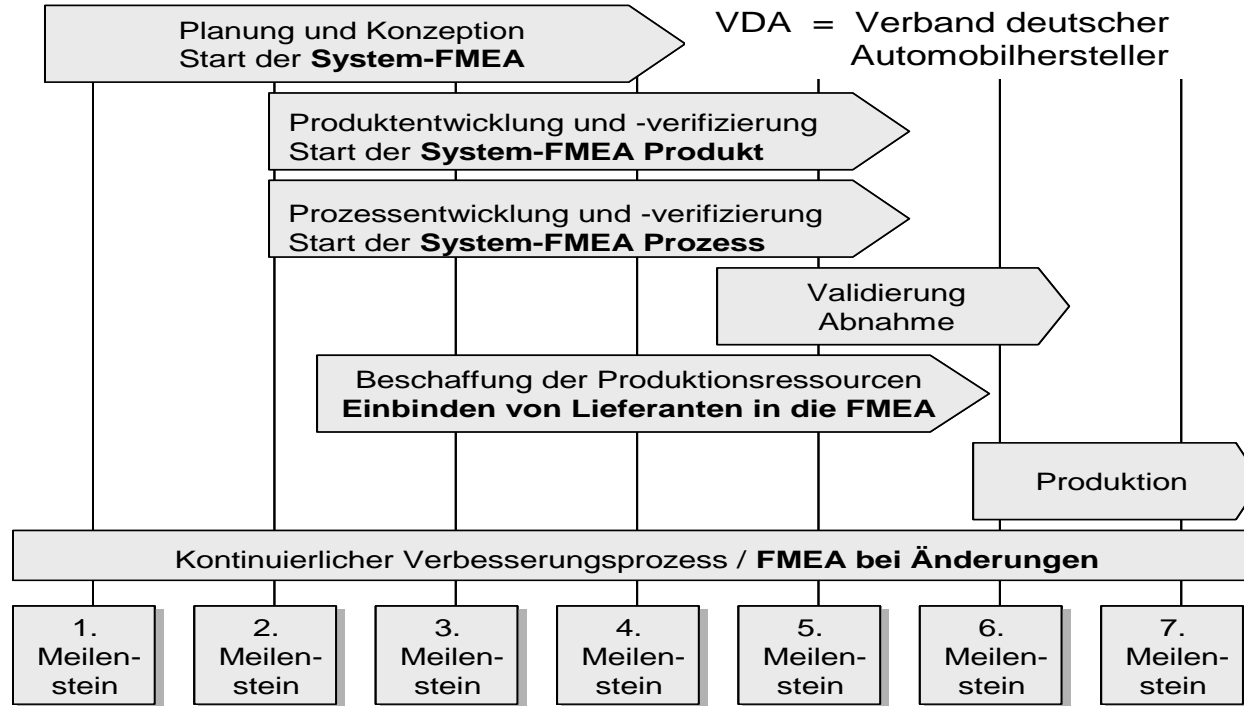
Prozess-FMEA

- nach Erstellung provisorischer Zeichnungen
- vor der Freigabe der Zeichnungen für die Fertigung

Je früher der Zeitpunkt einer FMEA angesetzt wird, desto oberflächlicher und ungenauer die Ergebnisse, welche diese liefern kann. Die FMEA unterstützt dabei vorrangig die Konstruktion oder Produktionsplanung mit einer risikoorientierten Vorgehensweise.

Wird die FMEA kurz vor der Umsetzung gewählt, sind die Ergebnisse zwar genauer, es steigen aber die Änderungskosten und die Bereitschaft für Änderungen sinkt. Deshalb ist es wichtig, dass der Zeitpunkt für die FMEA sorgfältig definiert und ausgewählt wird.







DIN EN ISO 9004:2000 / Absatz 7.1.3.3

- Es sollte eine Risikobewertung stattfinden, um das Potenzial für und die Auswirkungen von möglichen Ausfällen oder Fehlern in Prozessen einzuschätzen.
- Die Ergebnisse sollten verwendet werden, um Vorbeugemassnahmen zur Minderung erkannter Risiken festzulegen und umzusetzen.
- Zu den Hilfsmitteln für die Risikobewertung gehören die FMEA u.a.m.

VDA 6.1

- Die Abteilungen sollten, sofern sinnvoll, für systematische Methoden wie QFD (Quality Function Deployment), Wertanalyse, FMEA, DoE (Design of Experiments) qualifiziert sein.
- Fehlervermeidung muss bei der Prozessplanung Vorrang haben, d.h. FMEA's, Fähigkeitsuntersuchungen etc. müssen bei der Erarbeitung der Prozesse verwendet werden.
- Anweisungen zur praktischen Anwendung der FMEA sind in VDA 4.2 beschrieben.



FMEA und ISO/TS 16949:2002

- Die ISO/TS 16949:2002 ist das aktuellste Regelwerk der Automobilindustrie und definiert die besonderen Anwendungen der ISO 9000:2000 für Automobilzulieferer. Die ISO/TS 16949:2002 deckt die Forderungen von VDA 6.1 und QS-9000 ab.
- In der ISO/TS 16949 wird die Entwicklung sowohl von Design-FMEA's als auch von Prozess-FMEA's, die Ableitung von Maßnahmen zur Reduzierung potentieller Risiken und die Überarbeitung der erstellten FMEA's explizit gefordert.
- Die Ergebnisse der FMEA müssen gemäss ISO/TS 16949 in die Erstellung des Produktionslenkungsplans und dessen Überarbeitung einfließen.
- Die ISO/TS 16949 enthält keine Anweisungen über die praktische Anwendung der FMEA; diese ist in VDA 4.2 beschrieben und mit diesem Seminar abgedeckt.



(vorläufiger) Abschluss von FMEA's

- ✓ System- und Konstruktions-FMEA's gelten als (vorläufig) abgeschlossen, wenn die Konstruktion für die Produktion freigegeben wurde.
- ✓ Prozess-FMEA's sind (vorläufig) abgeschlossen, wenn der betreffende Prozess für die Produktion freigegeben ist.

Aktualisierung von FMEA's

- ✓ FMEA's sind dynamische Produkt- resp. Prozessdokumentationen und in diesem Sinne "lebende" Dokumente.
- ✓ Sie werden aktualisiert, wenn eine Änderung an der Konstruktion, den Anwendungsbedingungen oder dem Material geplant oder Änderungen in den Fertigungs- und / oder Montageprozessen eines Produktes erwogen werden.



- ✓ **systematisches Verfahren**
Die Systematik führt einfach durch das Formblatt und macht FMEA's vergleichbar.
- ✓ **anerkanntes Verfahren**
In vielen Bereichen der Industrie wird die FMEA zur Überprüfung von Systemen, Produkten und Prozessen eingesetzt (z.B. in der Luft- und Raumfahrttechnik, im medizinischen oder im Automobilbereich).
- ✓ **Wissenstransfer über Abteilungsgrenzen**
Das Know-how einzelner Abteilungen wird zusammengeführt und es erhöht sich die Zahl der Perspektiven, aus denen Systeme, Produkte oder Prozesse betrachtet werden.
- ✓ **Risikomanagement statt Krisenmanagement**
Potentielle Risiken werden bewertet und für nicht tolerierbare Risiken werden präventiv Abstellmaßnahmen definiert.
- ✓ **dokumentiertes Fachwissen**
- ✓ **gezielte Fehler-Ursachen-Analyse**



relativ hoher Zeitaufwand

- ✓ FMEA's in Entwicklungsablauf einplanen, Pflegeaufwand beachten
- ✓ Aufwandreduzierung durch Voranalyse
- ✓ keine langen Diskussionen: in der FMEA-Sitzung geht es um die Priorisierung von Risiken und nicht um die Lösung von Problemen
- ✓ Unterstützung des Managements notwendig

Definitionsprobleme / subjektive Einschätzung

- ✓ eindeutige Fehlerdefinition und -spezifikation
- ✓ klare Fragestellung nach Bedeutung, Auftreten und Entdeckung
- ✓ Verwendung eines einheitlichen Bewertungskatalogs

Gesamtzusammenhänge werden nicht betrachtet

- ✓ Durch einen funktionsorientierten Einstieg in die FMEA und einen Top-Down-Ansatz (Produkt – Baugruppen / Komponenten – Prozesse) werden Gesamtzusammenhänge betrachtet und verhindert, dass sich das Team in Details verstrickt.



Entwicklung fühlt sich durch die „Überprüfung“ angegriffen

- ✓ Training der beteiligten Personen mit dem Hinweis auf die Ideen der FMEA.
- ✓ Frühzeitiger Start der FMEA, so dass konstruktive Änderungen noch ohne großen Aufwand möglich sind.
- ✓ Es geht nicht darum, „Schuldige“ zu finden, sondern mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und diesen vorab entgegenzuwirken.

Schwierigkeiten bei der Moderation

- ✓ Gute Vorbereitung des Moderators; aktuelle Unterlagen vor Ort.
- ✓ Der Moderator sollte keine Verantwortung im Projekt tragen, für das er eine FMEA moderiert (Unabhängigkeit des Moderators).
- ✓ Visualisierung der Fragestellungen nach Auftreten, Entdeckung und Bedeutung (z.B. auf Flip-Chart oder Metaplan) erleichtert dem Team die Arbeit.
- ✓ Die Bewertungskataloge sollten standardisiert sein und den Teilnehmern des FMEA-Workshops vorliegen.
- ✓ Moderation durchspielen, nur Übung macht den Meister.

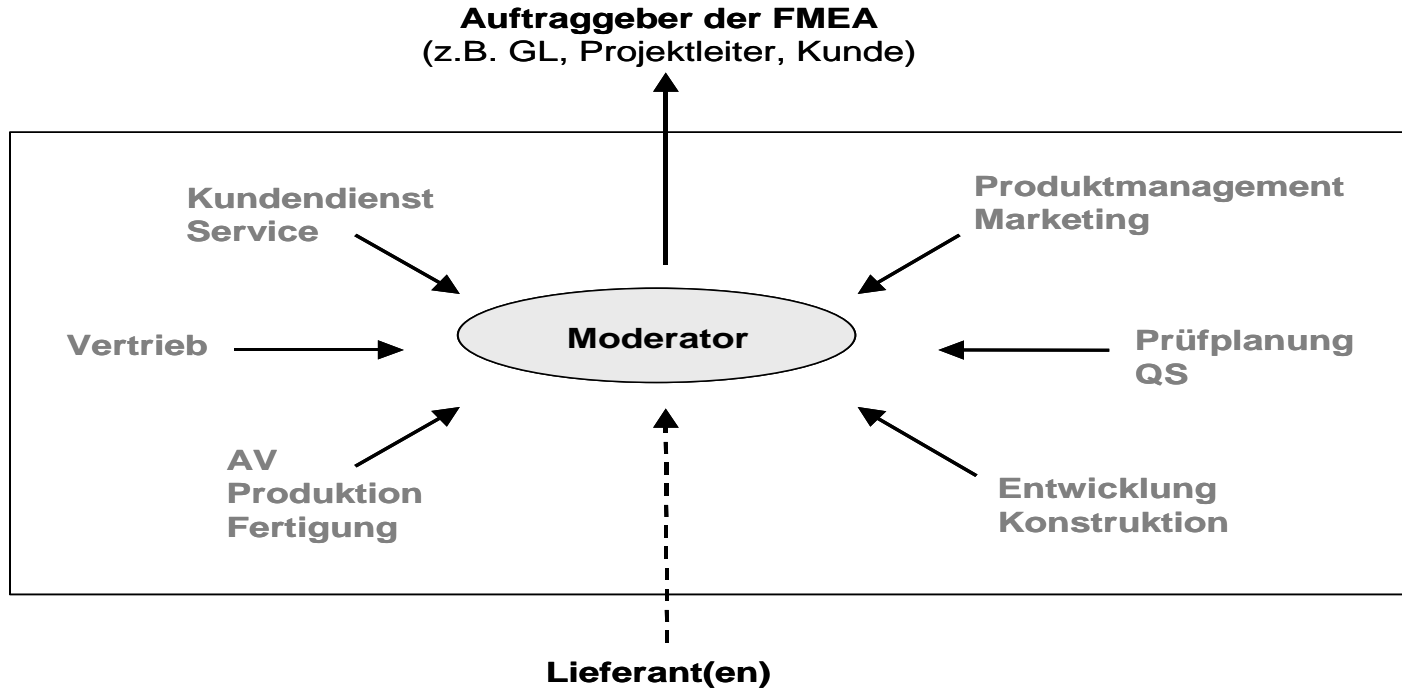


- ✓ Die FMEA „funktioniert“ – Risiken die entdeckt werden, würden andernfalls tatsächlich eintreten!
- ✓ Je früher FMEA's erstellt werden, desto eher unterstützt sie kreativ den Entwicklungsprozess!
- ✓ Je früher FMEA's erstellt werden, desto schwieriger fällt es, das Formblatt auszufüllen. Die FMEA steuert dann das weitere Vorgehen.
- ✓ Werden FMEA's zu spät, d.h. nach der Auslieferung von Produkten erstellt, zeigte sich in vielen Beispielen, dass die Risiken der FMEA tatsächlich bereits eingetreten sind!
- ✓ Je später FMEA's erstellt werden, desto mehr "Verlierer" gibt es!
- ✓ Je später FMEA's erstellt werden, desto einfacher fällt es, das Formblatt auszufüllen. →
Achtung, das ist kein Vorteil!



Das FMEA-Team

Teamzusammensetzung im FMEA-Projekt
Anforderungen an das Projektteam
Anforderungen an den FMEA-Moderator
Mögliche Probleme und Schwierigkeiten





Auftraggeber

- z.B. Geschäftsleitung, Projektleiter oder ein Kunde
- er löst durch die Erteilung seines Auftrages die FMEA aus

Team

- diejenigen Experten der einzelnen Abteilungen, die am besten über das Produkt bzw. den Prozess Bescheid wissen
- auch Personen, die mit dem Kunden und der Anwendung des Produkts vertraut sind

Kunde

- Beteiligung bei mindestens einer FMEA-Sitzung, um die Schnittstellen zu klären und die Bewertung der Fehlerbedeutung aus Sicht des Kunden zu verifizieren

Moderator

- Wichtig ist ein gut geschulter FMEA-Moderator
- Er selbst muss nicht unbedingt Experte des Produkts sein, über welches er die Design-FMEA moderiert



Technische Kenntnis des Produkts / Prozesses

- ✓ Im FMEA-Team sollten diejenigen Personen dabei sein, die am besten über das Produkt / den Prozess Bescheid wissen:
 - Konzeption / Entwicklung des Produkts
 - Herstellung und Prüfung des Produkts
 - Detailkenntnisse über die einzelnen Prozessschritte
 - Kenntnis der aktuellen technischen Unterlagen

Kenntnis des Kunden und der Anwendung des Produkts

- ✓ Im Team sollten auch Personen vertreten sein, die mit dem Kunden und der Anwendung des Produkts vertraut sind:
 - Anforderungen / Erwartungen ans Produkt
 - Anwendung des Produkts
 - Garantiefälle / Reparaturen
 - Kundenreklamationen



Organisation

- ✓ Vorbereitung und Nachbereitung
- ✓ einarbeiten in die aktuellen technischen Unterlagen
- ✓ Formblätter vorbereiten
- ✓ Vorbereitung der Räume, Visualisierung

Teamsteuerung

- ✓ Beherrschung der FMEA-Methode und der Fragestellung
- ✓ Planungs-, Durchführungs-, Auswerte- und Präsentations-techniken anwenden können
- ✓ die Gruppe nicht meinungsbildend beeinflussen
- ✓ thematische Aussagen vermeiden
- ✓ unnötige Diskussionen abbrechen
- ✓ Themenüberblick behalten (roten Faden nicht verlieren)
- ✓ Pausen machen



- ✓ ruhiger Raum
- ✓ keine Störungen
(durch Piepser, Telefon, Besuche, usw.)
- ✓ aktuelle Unterlagen
(Zeichnungen, Prüfpläne, Arbeitspläne, usw.)
- ✓ Versuchsmodelle, falls vorhanden
(Urmuster, Funktionsmuster, Prototypen, usw.)
- ✓ notwendige Arbeitsmittel
(Checklisten, Formblätter, ggf. Software, usw.)
- ✓ Ergebnisse vorangegangener Sitzungen



Personal

- Experten werden vom Management bereit

Raum

- Geeigneter Raum ist bereitgestellt

Zeit

- Integration der FMEA in den Entwicklungsplan mit Meilensteinen

Material

- Datensätze,
- Zeichnungen,
- Muster,
- Prozessbeschreibungen liegen vor



Bedeutung B

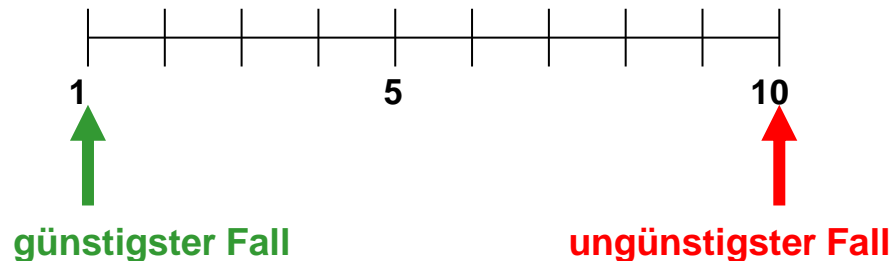
Welche Bedeutung haben die Folgen des potenziellen Fehlers?

Auftretenswahrscheinlichkeit A

Mit welcher Wahrscheinlichkeit tritt ein Fehler in Verbindung mit einer bestimmten Ursache auf?

Entdeckungswahrscheinlichkeit E

Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird ein Fehler mit einer bestimmten Ursache erkannt, bevor er zum Kunden gelangt (bzw. bevor es zur definierten Auswirkung kommt)?





Phasen im FMEA-Projekt

Voranalyse

Erstellung der FMEA

Risiko-Optimierung



Phase I: Voranalyse über Checklisten

- Produkt oder Prozess in seine Elemente zerlegen
(Produktkomponenten bzw. Prozessschritte)
- Kundenanforderungen an das Produkt festlegen
- Festlegen der kritischen Komponenten / Prozessschritte anhand von Matrizen

Phase II: FMEA-Sitzung

- Analyse der Funktionen, Fehler, Ursachen und Folgen
- Beschreibung des Ist-Zustandes und Risikobewertung
- Festhalten von Abstellmaßnahmen mit Verantwortung und Termin

Phase III: Risiko-Optimierung

- Umsetzung der Abstellmaßnahmen
- Überwachung mittels Projektverfolgung
- Risikobewertung des neuen Zustandes

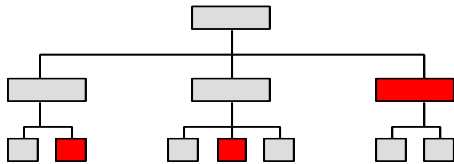
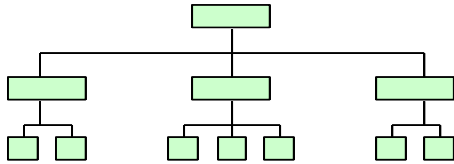


Die Voranalyse

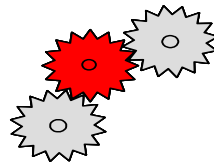
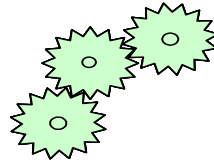
Bestimmung der Struktur
Kunden- und Problemorientierung
Darstellung im Portfolio
Nutzen der Voranalyse
Beispiel Airbag



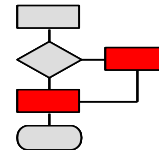
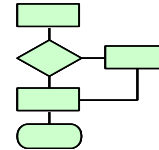
System



Produkt



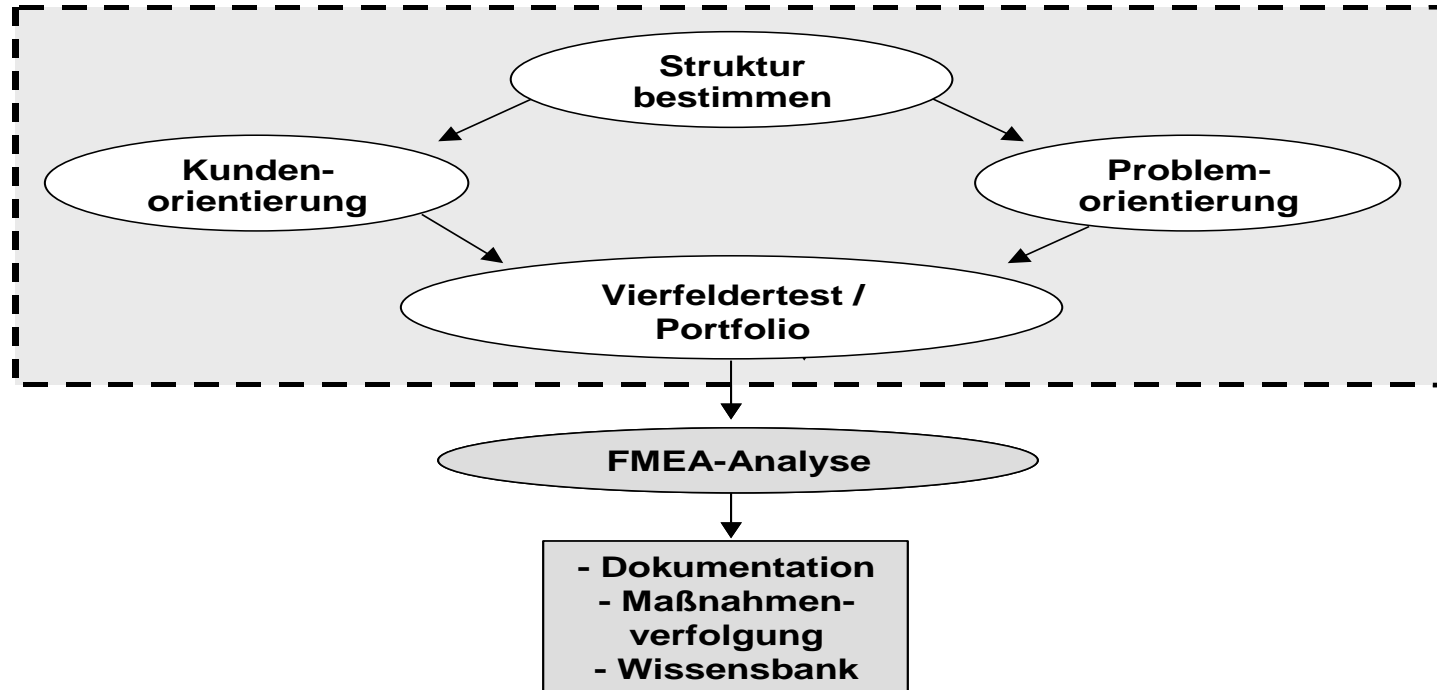
Prozess



komplexe
Zusammenhänge

Voranalyse

Reduzierung auf
wichtige und krit.
Punkte





Ermitteln der Struktur

- Die wichtigsten Unterpunkte des Prozesses, Produktes oder Systems werden durch Zerlegung in kleinere, überschaubarere Einheiten wie z.B. Bauteile, Bau-, Prozess-gruppen oder Systemelemente bestimmt. Anschließend werden diesen Einheiten Funktion und Eigenschaften zugeordnet.

Ermitteln der Kundenanforderungen

- Die Anforderungen an das Produkt werden ermittelt und gegebenenfalls mittels eines paarweisen Vergleichs gewichtet.

Orientierung an den Kundenforderungen

- Mit Hilfe der QFD-Matrix (Quality Function Deployment) werden die Beziehungen zwischen Qualitätsansprüchen oder -anforderungen des internen bzw. externen Kunden und der Struktur des Produktes, Prozesses oder Systems ermittelt.

Orientierung an bekannten Problemen

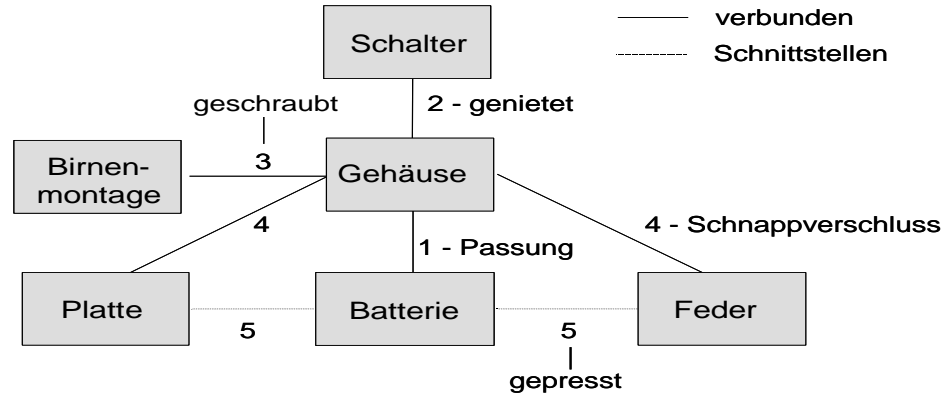
- Mit Hilfe der PO-Matrix (Problemorientierung) werden die Einflüsse zwischen firmeninternen Problemkreisen und technischen Schwierigkeiten sowie der Struktur des Produktes, Prozesses bzw. Systems ermittelt.

Kritische Pfade festlegen

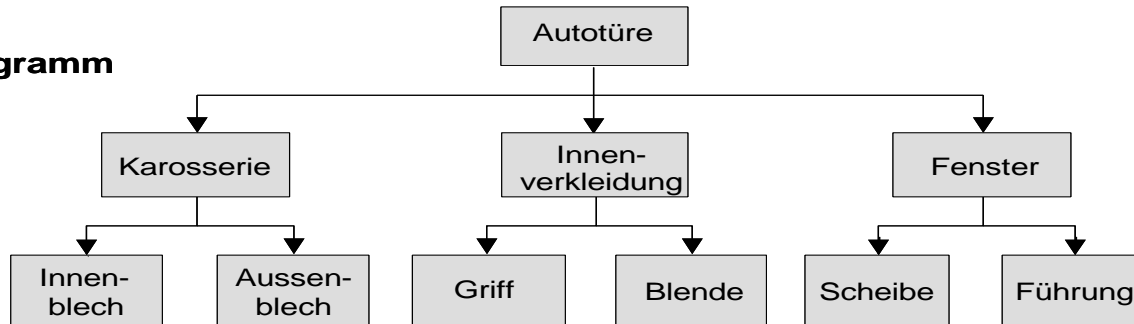
- Die weiteren Bearbeitungsschwerpunkte entlang der kritischen Pfade für die sich anschließende FMEA Analyse werden mit dem Portfolio (Vierfeldertest) selektiert und festgelegt.



Blockdiagramm

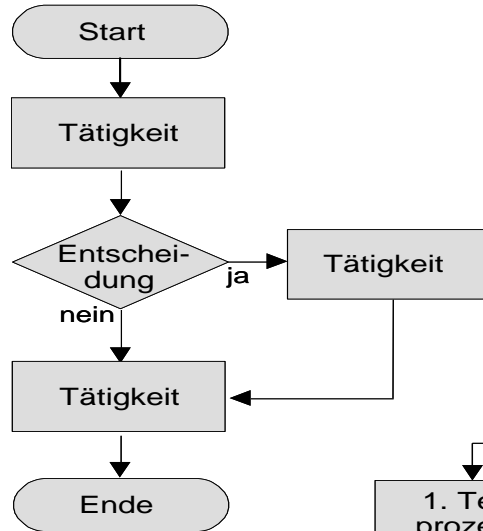


Baumdiagramm

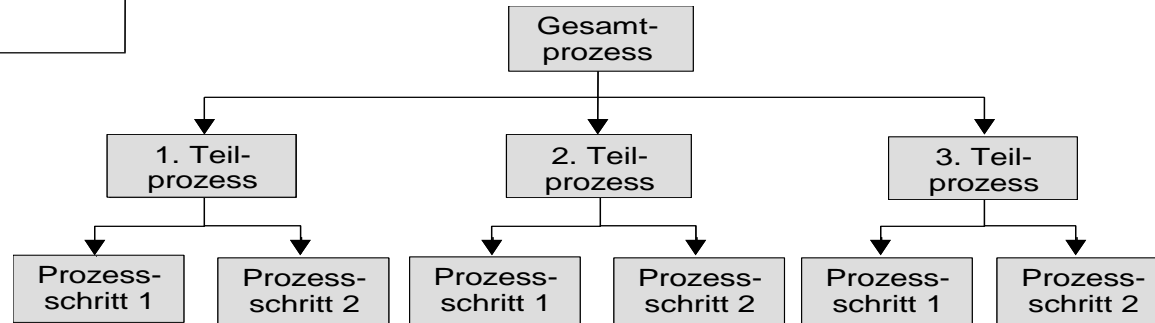




Ablaufdiagramm



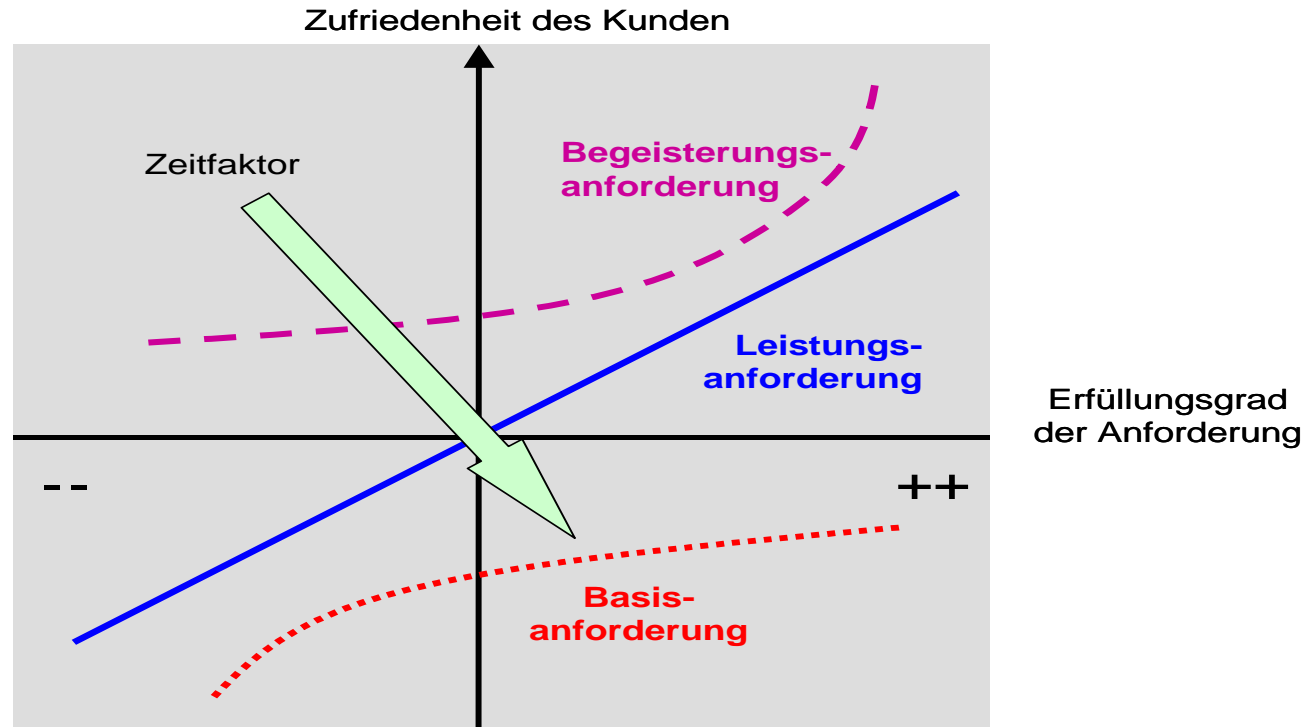
Baumdiagramm





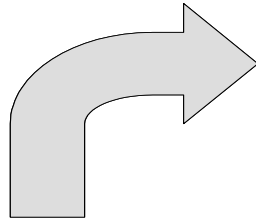
Ermittlung der Kundenanforderungen

- ✓ Kundenanforderungen werden ermittelt, um sie in der QFD-Matrix mit der Struktur eines Produktes oder Prozesses zu verknüpfen.
- ✓ Personen aus Entwicklung und Produktion denken oft in technischen Kategorien der Machbarkeit und sind mit den eigentlichen Anforderungen der Kunden wenig vertraut.
- ✓ Bei der Definition der Kundenanforderungen ist es deshalb wichtig, Personen im FMEA-Team zu haben, welche die Bedürfnisse und Anforderungen der Kunden kennen (z.B. Vertrieb oder Service).
- ✓ Die Kundenanforderungen sollten aus Sicht des Kunden formuliert werden und diejenigen Kriterien umfassen, bei denen er auch Konkurrenzvergleiche anstellt (sog. Leistungsanforderungen).
- ✓ Basisanforderungen sollten nicht mit aufgenommen werden.





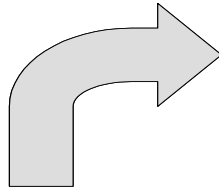
	Basis- anforderungen	Leistungs- anforderungen	Begeisterungs- anforderungen
Ermittlung	schwer zu ermitteln, da vom Kunden nicht mehr explizit erwähnt	leicht zu ermitteln, da vom Kunden speziell erwähnt und erfragt	schwer zu ermitteln, da dem Kunden oft noch nicht bekannt
Wichtigkeit	sehr wichtig, entscheidet über Erfolg oder Misserfolg eines Produkts	sehr wichtig, da der Kunde hier Wettbewerbsvergleiche durchführt	sehr wichtig, wenn Wettbewerber diese Anforderung schon bald erfüllen
Wertigkeit für den Kunden	höchste Wertigkeit	Wertigkeit durch Kunde definiert	Wertigkeit oft nur abschätzbar
Verkaufsargument	selten	nur bei Vorteil gegenüber dem Wettbewerber vorliegt	meistens, wenn Preis-Leistungsverhältnis stimmen



	Kundenanforderung 1	Kundenanforderung 2	Kundenanforderung 3	Kundenanforderung 4	Kundenanforderung 5	Kundenanforderung 6	Summe	Rang (Faktor f)
Kundenanforderung 1		0	1	2	1	1	5	6
Kundenanforderung 2	2		2	2	1	2	9	10
Kundenanforderung 3	1	1		0	0	1	3	4
Kundenanforderung 4	0	0	2		1	1	4	5
Kundenanforderung 5	1	1	2	1		2	7	9
Kundenanforderung 6	1	0	1	1	0		3	4

Bewertung

- 0 weniger wichtig
- 1 gleich wichtig
- 2 wichtiger



	Bau-/Prozessgruppe bzw. Systemelemente												maximales X	maximales Y	
	Faktor f	Unterteilung 1		Unterteilung 2		Unterteilung 3		Unterteilung 4		Unterteilung 5		Unterteilung 6			
		f	x	fx	x	fx	x	fx	x	fx	x	fx			x
Kundenanforderung 1	6			1	6									2	12
Kundenanforderung 2	10			2	20									2	20
Kundenanforderung 3	4			0	0									2	8
Kundenanforderung 4	5			2	10									2	10
Kundenanforderung 5	9			2	18									2	18
Kundenanforderung 6	4			0	0									2	8
Summe der y-Werte					54										86
Kundenorientierung QFD-Wertzahl in %					63%										100%

Bewertung

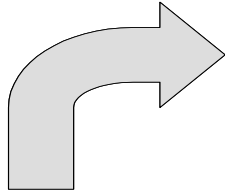
- 0 es besteht kein Zusammenhang
- 1 es besteht ein mäßiger Zusammenhang
- 2 es besteht ein starker Zusammenhang



- ✓ Mögliche Schwierigkeiten werden ermittelt, um sie in der PO-Matrix mit der Struktur eines Produktes oder Prozesses zu verknüpfen.
- ✓ Die nachfolgende Checkliste gibt Anregungen für die Überprüfung der eigenen, firmeninternen Probleme und technischen Schwierigkeiten. Sie ist nicht als vollständig zu betrachten .

Checkliste: mögliche Schwierigkeiten und technische Probleme

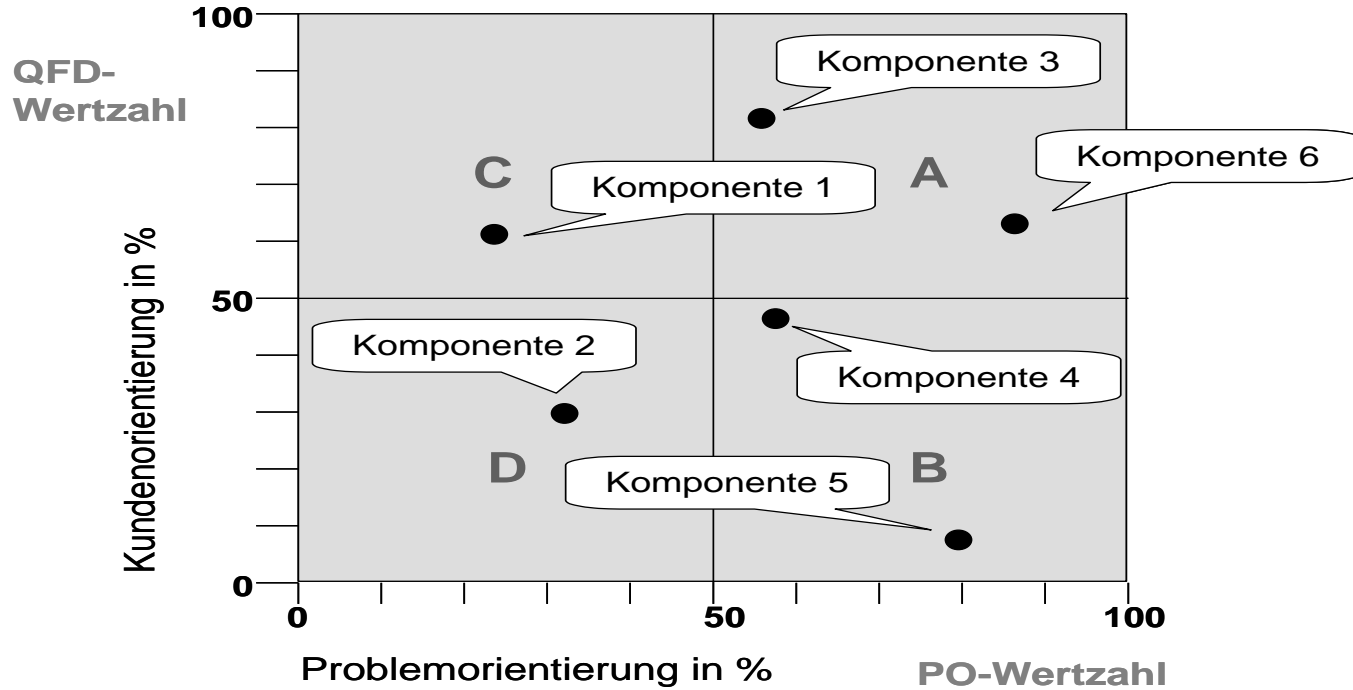
- Reklamationen
- Neuentwicklung
- Umwelt- / Sicherheitsrisiken
- Problemteile
- Zulieferrisiko
- neue Prozesse
- neue Maschinen, Werkzeuge
- neue Werkstoffe
- neue Einsatzgebiete
- neue Mitarbeiter



	Bau-/Prozessgruppe bzw. Systemelemente						Maximum
	Unterteilung 1	Unterteilung 2	Unterteilung 3	Unterteilung 4	Unterteilung 5	Unterteilung 6	
Problem / Schwierigkeit 1		2					2
Problem / Schwierigkeit 2		2					2
Problem / Schwierigkeit 3		0					2
Problem / Schwierigkeit 4		1					2
Problem / Schwierigkeit 5		2					2
Problem / Schwierigkeit 6		2					2
Summe		9					12
Problemorientierung PO-Wertzahl in %		75%					100%

Bewertung

- 0 ... es besteht kein Zusammenhang
- 1 ... es besteht ein mäßiger Zusammenhang
- 2 ... es besteht ein starker Zusammenhang





Grundsatz

Je weiter rechts oben ein Element im Portfolio liegt, umso größere Realisierungsrisiken bestehen.

Feld C <ul style="list-style-type: none">- keine FMEA	Feld A <ul style="list-style-type: none">- hohes Risiko- Funktionen mittels FMEA absichern- Innovationen finden sich in der Regel im Feld A des Portfolios
Feld D <ul style="list-style-type: none">- keine FMEA- Outsourcen	Feld B <ul style="list-style-type: none">- Problemteil bzw. Problemprozess- Probleme sind in der Regel bekannt- Problemlösungstechniken anwenden, z.B. Produkte und Prozesse mit DoE „absichern“- Ansatz zu Kostenreduktion- Outsourcen

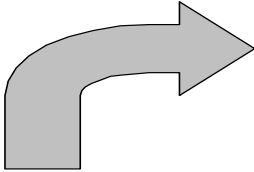


- ✓ priorisierte Vorgehensweise
- ✓ Zeitersparnis bei der FMEA-Erstellung
- ✓ Diskussionen und Einigung darüber, was für den Kunden wirklich wichtig ist
- ✓ Berücksichtigung interner Schwierigkeiten und technischer Herausforderungen
- ✓ starke Verknüpfungen (2) von Kundenanforderungen mit Komponenten / Prozessschritten dienen als Ansatzpunkt für die Definition der Funktion

→ Die Voranalyse macht immer Sinn !



Bewertung der Kundenanforderungen

		1	3	4	5	6	Summe	Faktor f
		Sicherheit im Ruhezustand	Aufblasgeschwindigkeit	auslösen nach definiertem Schock	keine herumfliegenden Teile	halten der Füllung über bestimmte Zeit		
1	Sicherheit im Ruhezustand		2	2	1	2	7	10
3	Aufblasgeschwindigkeit	0		0	0	2	2	3
4	auslösen nach definiertem Schock	0	2		1	2	5	7
5	keine herumfliegenden Teile	1	2	1		2	6	9
6	halten der Füllung über bestimmte Zeit	0	0	0	0		0	1

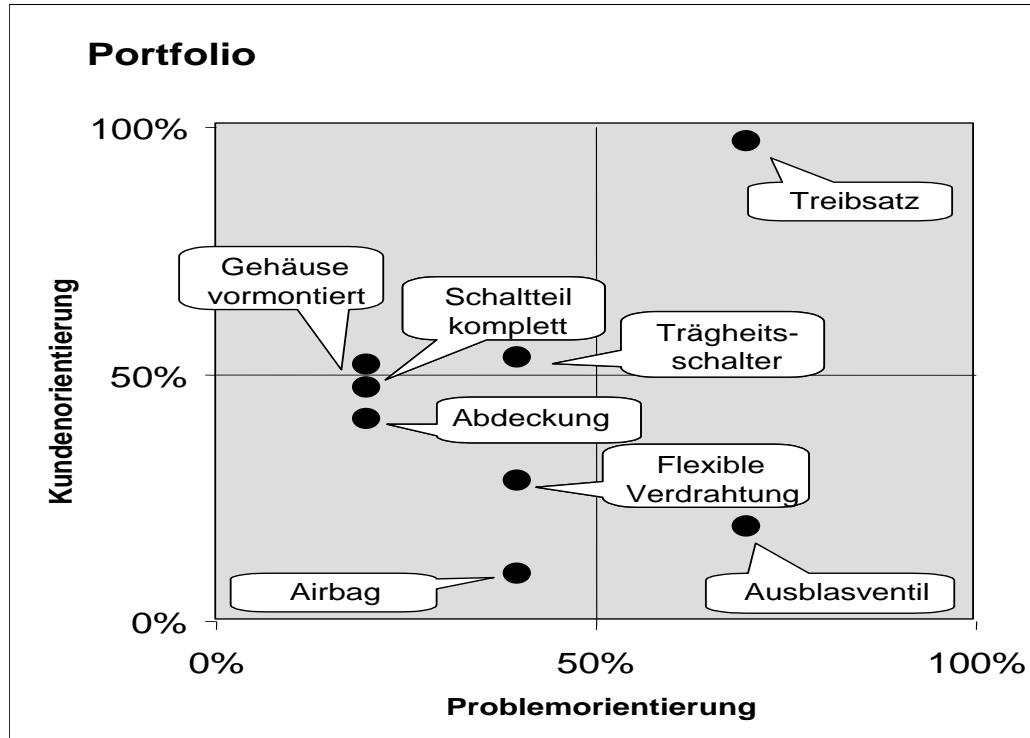
2 wichtiger 1 gleich wichtig 0 weniger wichtig



QFD-Matrix		Faktor	Baugruppen								Maximum = Faktor x 2
			1	2	3	4	5	6	7	8	
			Gehäuse vormontiert	Abdeckung	Schaltteil komplett	Flexible Verdrahtung	Trägheitsschalter	Ausblasventil	Treibsatz	Airbag	
2 - starker Zusammenhang 1 - mässiger Zusammenhang 0 - kein Zusammenhang											
1	Sicherheit im Ruhezustand	10	1	1	2	1	2	0	2	0	20
2	Aufblasgeschwindigkeit	4	0	0	0	0	0	2	2	1	8
3	Auslösen nach definiertem Schock	7	1	0	0	0	2	0	2	0	14
4	keine herumfliegenden Teile	8	2	2	1	1	0	0	2	0	16
5	Halten der Füllung über bestimmte Zeit	2	0	0	0	0	0	2	2	1	4
Bedeutung Kunde			33	26	28	18	34	12	62	6	62
Prozentwert			53%	42%	45%	29%	55%	19%	100%	10%	100%



PO-Matrix 2 - starker Zusammenhang 1 - mäßiger Zusammenhang 0 - kein Zusammenhang		Komponenten, Prozessablauf								Maximum
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Gehäuse vormontiert	Abdeckung	Schaltteil komplett	Flexible Verdrahtung	Trägheitsschalter	Ausblasventil	Treibsatz	Airbag	
1	Neuentwicklung	0	0	0	0	2	2	2	2	2
2	Problemteil	0	0	0	0	0	0	2	0	2
3	neues Einsatzgebiet	0	0	0	2	0	2	0	0	2
4	neue Mitarbeiter	0	0	2	0	0	1	1	0	2
5	Zulieferrisiko	2	2	0	2	2	2	2	2	2
Summe		2	2	2	4	4	7	7	4	10
Problemorientierung		20%	20%	20%	40%	40%	70%	70%	40%	100%





Die FMEA-Erstellung

Bestimmung der Funktionen und Fehler
Analyse der Fehlerfolgen und -ursachen
Bewertung der Ursachen-Wirkungs-Ketten
Definition von Abstellmaßnahmen



Schritt 1: Produktfunktionen definieren

- die verschiedenen Funktionen des Produkts definieren. (Was muss es können? Was sind seine Aufgaben? Was darf es nicht?)

Beispiel Airbag:

- 1 - Sicherheit im Ruhezustand
- 2 - Aufblasgeschwindigkeit
- 3 - auslösen nach definiertem Schock
- 4 - keine herumfliegenden Teile
- 5 - halten der Füllung über bestimmte Zeit

Schritt 2: Produktstruktur bestimmen

- das Produkt anhand der Stückliste in Baugruppen / Komponenten auflösen und ggf. visualisieren. (Komplexe Produkte werden vorerst nicht bis in ihre Einzelteile auf-gelöst, d.h. Baugruppen werden gesamtheitlich betrachtet. Erweisen sich BG in einer ersten Analyse als risikoreich, werden sie in einer separaten FMEA betrachtet.)

Beispiel Airbag:

1 - Gehäuse vormontiert	5 - Trägheitsschalter
2 - Abdeckung	6 - Ausblasventil
3 - Schaltteil komplett	7 - Treibsatz
4 - flexible Verdrahtung	8 - Airbag



Schritt 3: Verknüpfung von Funktionen und Struktur

- Funktionen und Baugruppen / Komponenten in einer Matrix verknüpfen (Welche Baugruppen / Komponenten beeinflussen welche Funktion?)

Beispiel Airbag: Funktionen / Baugruppen-Matrix

BAUGRUPPEN / KOMPONENTEN

	BAUGRUPPEN / KOMPONENTEN							
FKT	1	2	3	4	5	6	7	8
1			X	X	X			
2				X	X	X	X	X
3				X	X			
4	X	X		X		X		X
5				X			X	X



Schritt 4: Funktionen der Baugruppen / Komponenten definieren

- die verschiedenen Funktionen der Baugruppen / Komponenten bzw. die Funktionsbeiträge der Baugruppen / Komponenten zu den Funktionen des Produkts definieren .

	Funktionen	Spezifikation
Treibsatz	Gas generieren Halten der Füllung über bestimmte Zeit	- Volumen pro Zeit - Maximal-Volumen - Haltezeit

Schritt 5: Übertragung ins FMEA-Formblatt

- Baugruppen / Komponenten mit ihren Funktionen in das FMEA-Formblatt übertragen



Schritt 1: Herstellprozesse definieren

- Aufnehmen der einzelnen Prozesse zur Produktherstellung (die Risikobetrachtung kann neben den Fertigungs- und Montageprozessen auch Logistik- oder Transportabläufe umfassen)

Schritt 2: Struktur der Prozesse bestimmen

- Auflösen der Prozesse in einzelne Prozessschritte (ggf. Visualisierung der Arbeitsschritte in einem Ablaufdiagramm)

- Beispiel Gehäusemontage:
- 1 - Montagematerial bereitstellen
 - 2 - Gehäuseboden auf Werkstückträger fixieren
 - 3 - Komponenten auf Baugruppe montieren
 - 4 - Gehäusedeckel mit Dichtung aufsetzen und verschrauben
 - 5 - Werkstückträger abrüsten
 - 6 - montierte Baugruppe prüfen



Schritt 3: Gruppierung der Prozessschritte

- transformative Prozessschritte: da sie zu einer Veränderung am Produkt führen, sind sie der Ansatzpunkt für potenzielle Fehler
- vorbereitende Prozessschritte: führen zu keiner Veränderung am Produkt; da sie aber einen transformativen Arbeitsschritt vorbereiten, kommen sie als potenzielle Fehlerursachen in Frage
- Prüf- und Kontrollschritte: da sie helfen, potentielle Fehler zu finden, sind Prüfungen unter den Entdeckungsmaßnahmen aufzunehmen

Beispiel Gehäusemontage:

transformative Prozessschritte

3 - Komponenten auf Baugruppe montieren

4 - Gehäusedeckel mit Dichtung aufsetzen und verschrauben

vorbereitende Prozessschritte

1 - Montagmaterial bereitstellen

2 - Gehäuseboden auf Werkstückträger fixieren

5 - Werkstückträger abrüsten

Prüf- und Kontrollschritte

6 - montierte Baugruppe prüfen



Schritt 4: Funktionen der transformativen Prozessschritte bestimmen

- Definition der Funktion der transformativen Prozessschritte (nicht beschreiben, was der Mitarbeiter macht, sondern was mit dem Teil geschieht, was über gut / schlecht des Produktes / Prozessschrittes entscheidet)

Beispiel Gehäusemontage: *Funktionen der transformativen Prozessschritte*

Komponenten auf Baugruppe montieren
→ Komponenten müssen halten
Gehäusedeckel mit Dichtung aufsetzen und verschrauben
→ Gehäuse muss dicht sein

Schritt 5: Übertragung ins FMEA-Formblatt

- Übertragen der transformativen Prozessschritte mit ihren Funktionen in das FMEA-Formblatt



- Für die FMEA-Sitzung ist es notwendig, dass die Funktionen der definierten Elemente bekannt sind. Sie werden in den meisten Fällen in den Lasten- oder Pflichtenheften genau definiert.
- Um mögliche Fehler, Folgen und deren Ursache genau bestimmen und ermitteln zu können, ist es notwendig, diese Funktionen genau zu spezifizieren.

	System-FMEA Aufzug	Konstr.-FMEA Dichtungsring	Prozess-FMEA Loch bohren
Funktionen / Q-Merkmale	<ul style="list-style-type: none">• Last heben / senken (500 kg)• Last halten (2000 kg)• Kabine positionieren (+/- 1 cm)	<ul style="list-style-type: none">• innen / aussen abdichten (Spez.)• beständig gegen Säure und Lauge (Spez.)	<ul style="list-style-type: none">• Durchmesser bohren (5 h 7)• Tiefe bohren (9 +/- 0.1 mm)• Oberfläche gestalten (RZ 0.5)



Gesetzliche, Umwelt- und Sicherheitsanforderungen

- Im Prinzip ist es denkbar, auch gesetzliche, Umwelt- und Sicherheitsanforderungen als Funktionen zu definieren und die diesbezüglichen Risiken mittels FMEA zu bewerten.
- In der Regel ist es jedoch einfacher und schneller, solche Risiken anhand von Standard-Checklisten zu beurteilen.
- Nachdem die verschiedenen Gefährdungsarten mit Unterteilungen, Baugruppen oder Komponenten verknüpft sind, werden die Ursachen ermittelt, die zu einer potentiellen Gefährdung führen.
- Das Risiko wird ermittelt, indem die Auftretenswahrscheinlichkeit der Ursachen bewertet wird.

Gefährdungsart	Prozesseinheit	Handlingseinheit	Chemieversorg.
elektrisch	X	X		
mechanisch	X	X	X	
chemisch			X	
.....			X	



Element Funktionen / Q-Merkmale	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung	geänderter Zustand			
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten Bedeutung Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten Bedeutung Entdeckung	Risiko neu	
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)												

In dieser Spalte werden die **wichtigsten Funktionen / Q-Merkmalen** der selektierten Komponenten / Prozessschritte eingetragen.



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand						
	Funktionen / Q-Merkmale	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtigkeit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig															
	massiver Wasserverlust systemseitig															

Potenzielle Fehler sind die *nicht erreichten Qualitätsmerkmale*. Man geht davon aus, daß es Fehler sind, die *auftreten können*, aber *nicht unbedingt müssen*.



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand							
	Funktionen / Q-Merkmale	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtigkeit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Prod.-verzögerung von ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage															
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer Entstehung von Weissdampf															
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Prod.-verzögerung mind. 3h															
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber															

Welche möglichen Folgen stellen sich ein, sollte der potenzielle Fehler auftreten ?



Fehler tritt intern auf

- Wenn der Fehler intern auftritt, so heisst das, dass er intern entdeckt wurde, bevor Das Produkt zum Kunden ausgeliefert wurde. Die Bedeutung des Fehlers ist eine interne, der Kunden wird dadurch in der Regel nicht geschädigt.
- Mögliche Folgen eines intern aufgetretenen Fehlers können sein:
 - Kosten für Nacharbeit am Produkt
 - Kosten für Fehlerbehebung in der Produktion
 - Kosten für Materialverschwendung bei Ausschuss
 - interne Produktionsverzögerung / Lieferterminprobleme

Fehler tritt extern auf

- Wenn der Fehler beim Kunden auftritt, bedeutet dies, dass a.) der Fehler am Produkt nicht bemerkt wurde, dass b.) der Fehler durch den Transport zum Kunden verursacht wurde oder dass c.) der Fehler über die Zeit eingetreten ist (Lebensdauer-problem).
- Mögliche Folgen eines extern aufgetretenen Fehlers können sein:
 - Verärgerung / Verlust des Kunden
 - Minderung des Outputs / h beim Kunden
 - Produktionsverzögerung oder -ausfall mit sofortigem Serviceeinsatz
 - Regressionsforderungen



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand						
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
<p>Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß</p> <p>Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung</p> <p>(Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)</p>	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formabweichung Anschluss													
				Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt												
				Verzug des Dichtrings im Gebrauch												
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	zu geringe Federkraft Klemmring													
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen													
			keine weiteren Ursachen denkbar													
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion													
			Versprödung und Bruch der Dichtung													

Was ist die Ursache dafür, daß der potenzielle Fehler auftritt und zu der definierten Fehlerfolge führt ?



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand		Veränderung		geänderter Zustand				
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten Bedeutung Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten Bedeutung Entdeckung	Risiko neu	
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Abweichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlaufprüfung								
			Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlaufprüfung								
			Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation							
				zu geringe Federkraft bei Klemmring	Spezifikation der Federkraft							
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlaufprüfung								
			keine weiteren Ursachen denkbar	--								
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanweisung								
			Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanweisung								

Welche **Maßnahmen** sind derzeit definiert, um den Fehler / die Ursache zu verhindern oder zu entdecken ?



Bedeutung B

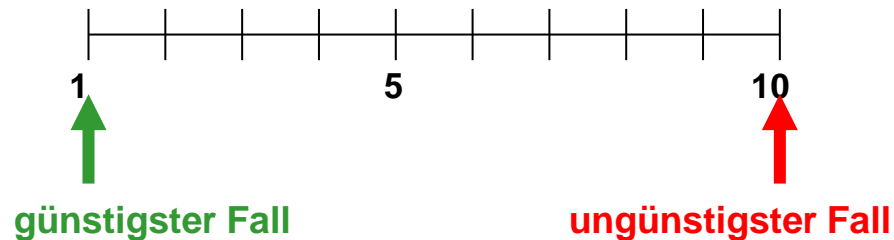
Welche Bedeutung haben die Folgen des potenziellen Fehlers?

Auftretenswahrscheinlichkeit A

Mit welcher Wahrscheinlichkeit tritt ein Fehler in Verbindung mit einer bestimmten Ursache auf?

Entdeckungswahrscheinlichkeit E

Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird ein Fehler mit einer bestimmten Ursache erkannt, bevor er zum Kunden gelangt (bzw. bevor es zur definierten Auswirkung kommt)?





Bedeutung B

1	kaum wahrnehmbare Auswirkungen
2 – 3	geringe Auswirkungen auf den Kunden
4 – 6	mäßige Auswirkungen auf den Kunden
7 – 8	Verärgerung des Kunden
9	Verlust des Kunden
10	Schaden an Leib und Leben

Auftreten A

1	unwahrscheinlich
2 – 3	sehr gering
4 – 5	gering
6 – 7	mäßig
8 – 9	hoch
10	sehr hoch

Entdeckung E

sehr hoch
hoch
mäßig
gering
sehr gering
unwahrscheinlich

Wichtig: Bei Unsicherheit oder Unwissenheit immer auf die sichere Seite, d.h. mit höherer Zahl bewerten.



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand			Veränderung		geänderter Zustand						
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtigkeit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasser-verlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Abweichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlauf-prüfung		5									
		Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlauf-prüfung		5										
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation		7									
		zu geringe Federkraft bei Klemm-ring	Spezifikation der Federkraft		7										
	massiver Wasser-verlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlauf-prüfung		5									
			keine weiteren Ursachen denkbar	--		-									
		Fehler tritt extern auf: Funktions-ausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung		9									
			Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung		9									

1. Bewertung der Bedeutung

1: kaum wahrnehmbare Auswirkung

2 - 3: geringe Auswirkung auf den Kunden

4 - 6: mäßige Auswirkung auf den Kunden

7 - 8: Verärgerung des Kunden

9: Verlust des Kunden

10: Schaden an Leib und Leben



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand				
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung
<p>Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß</p> <p>Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung</p> <p>(Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)</p>	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Weichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlauf-prüfung	3	5	5	<p>2. Auftretens-wahrscheinlichkeit</p> <p>1: unwahrscheinlich</p> <p>2 - 3: sehr gering</p> <p>4 - 5: gering</p> <p>6 - 7: mäßig</p> <p>8 - 9: hoch</p> <p>10: sehr hoch</p> <p>3. Entdeckungs-wahrscheinlichkeit</p> <p>1: hoch</p> <p>2 - 4: mäßig</p> <p>5 - 7: gering</p> <p>8 - 9: sehr gering</p> <p>10: unwahrscheinlich</p>						
			Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlauf-prüfung	6	5	5							
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation	2	7	6							
			zu geringe Federkraft bei Klemm-ring	Spezifikation der Federkraft	2	7	4							
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlauf-prüfung	3	5	2							
			keine weiteren Ursachen denkbar	--	-	-	-							
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	5	9	4							
			Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	2	9	5							



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand				
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluss Dichtigkeit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Weichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlauf-prüfung	3	5	5	75	4. Risikoprioritätszahl $RPZ = A \times B \times E$ Je größer die RPZ, desto größer das Risiko, das der jeweiligen Kette beizumessen ist. Abstellmaßnahmen: RPZ < 40: Risiko tolerierbar, keine Maßnahme RPZ > 100: Risiko nicht tolerierbar, Maßnahme erforderlich 40 < RPZ < 100: Risiko nicht eindeutig, Abstellmaßnahme möglich					
			Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlauf-prüfung	6	5	5	150						
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation	2	7	6	84						
			zu geringe Federkraft bei Klemm-ring	Spezifikation der Federkraft	2	7	4	56						
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlauf-prüfung	3	5	2	30						
			keine weiteren Ursachen denkbar	--	-	-	-	--						
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	5	9	4	180						
			Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	2	9	5	90						



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand					
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	1	2	3	4	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
<p>Mittelteil mit System- und Schlauchanschluss</p> <p>Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung</p> <p>(Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)</p>	andauernder geringer Wasser-verlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manns-tage	Maßnahme: Abwechslung Anschluss												
		Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlauf-prüfung	6	5	5	150	Warmlauf-prüfung (0 / - / -3) neu: 6 / 5 / 2	Prüfplanung mit Fert. / KW 23						
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation	2	7	6	84							
	massiver Wasser-verlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	zu geringe Federkraft bei Klemm-ring	Spezifikation der Federkraft	2	7	4	56							
			Dichtung vergesse												
		Fehler tritt extern auf: Funktions-ausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	5	9	4	180	Materialtests, ggf. -änderung (-2 / - / 0) neu: 3 / 9 / 4	Entwicklung mit Qualitäts-Stelle / KW 20					
		Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	2	9	5	90								

Prüfmaßnahmen
Fehlerentdeckung wird erhöht

Verhütungsmaßnahmen
Fehlerauftreten wird reduziert

Verantwortliche und Termine
zur Durchführung der empfohlenen Abstellmaßnahmen



Prüfmaßnahmen

Prüfmaßnahmen verbessern die Entdeckung eines Fehler und haben somit Einfluss auf die Entdeckungswahrscheinlichkeit E .

Beispiele: Einführen von genaueren Prüfmethode, engeren Prüfungen, SPC, Design Review etc.

Verhütungsmaßnahmen

Durch Verhütungsmaßnahmen wird die Auftretenswahrscheinlichkeit A eines Fehlers reduziert.

Beispiele: konstruktive Änderungen, Änderungen am Design, Änderung von Prozessabläufen, Änderung von Werkzeugen, Poka Yoke Lösung, Toleranzberechnung, Prüfen von Ursachen

Redundanzmaßnahmen

Die Bedeutung eines Fehlers kann nur reduziert werden, wenn Redundanzen geschaffen werden.

Beispiele: Zweiwegbremssystem oder Notprogramm für Motorensteuerung bei Fahrzeugen, Notstromgenerator im Spital



- Das Ziel einer FMEA-Sitzung ist es, potentielle Risiken zu identifizieren und zu priorisieren.
- Obwohl in der FMEA auch mögliche Abstellmaßnahmen definiert werden, ist die FMEA-Sitzung nicht primär dazu da, Lösungen für Probleme zu finden.
- In der FMEA-Sitzung sollte deshalb höchstens 5 Minuten über mögliche Abstellmaßnahmen diskutiert werden. (Dies umso mehr, als in einer FMEA-Sitzung kaum alle Personen anwesend sind, die zur Lösung eines Problems beitragen sollten.)
- Sind nach 5 Minuten noch keine Abstellmaßnahmen definiert worden, sollte der Moderator die Diskussion unterbrechen. Als Maßnahme kann in einem solchen Fall das *“Erarbeiten von Abstellmaßnahmen“* ins FMEA-Formblatt eingetragen werden.

weitere *“spezielle“* Abstellmaßnahmen

- Prozess-FMEA bei schwer abschätzbaren Auftretens- oder Entdeckungswahrscheinlichkeiten bei fertigungsbezogenen Risiken
- Ursachen abklären falls die Ursachen für ein Risiko unbekannt sind und zuerst abgeklärt werden müssen
- Abklären von A / E falls das Auftreten und / oder die Entdeckung eines Fehlers nicht beurteilt werden kann, da man nicht weiss, wie oft ein Fehler auftritt oder ob man ihn entdecken kann



Risiko-Optimierung

Bewertung der empfohlenen Maßnahmen
Neu-Bewertung der Situation



Um Abstellmaßnahmen besser beurteilen zu können, ist es sinnvoll, diese hinsichtlich zeitlicher und technischer Machbarkeit sowie Kosten zu bewerten und Prioritäten zu setzen.

technische Machbarkeit

E – einfach umsetzbar

M – mittelschwer umsetzbar

S – schwer umsetzbar

U – unmöglich, nicht umsetzbar

zeitliche Machbarkeit

K – kurzfristig realisierbar

M – mittelfristig realisierbar

L – langfristig realisierbar

finanzielle Machbarkeit

G – geringe Kosten

M – mittelhohe Kosten

H – hohe Kosten

Priorität

A – höchste Priorität

B – mittlere Priorität

C – untergeordnete Priorität



Nr.	Abstellmassnahme	RPZ	Machbarkeit			Priorität	Verantwortung / Termin
			finanziell	technisch	zeitlich		
11	Lebensdauertest bei der Beschaffung	270	50'000	E	K	A	D. Eiche / KW 32
4	Prüfvorrichtung in der Montage	256	30'000	M	M	B	B. Giger / KW 40

Meistens ergibt es sich erst aus der Bewertung, welche der empfohlenen Maßnahmen tatsächlich realisiert und welche zurückgestellt werden.



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand						
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu	
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluß Dichtigkeit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Abweichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlaufprüfung	3	5	5	75								
		Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlaufprüfung	6	5	5	150	Warmlaufprüfung (0 / - / -3) neu: 6 / 5 / 2	Prüfplanung mit Fert. / KW 23	Warmlaufprüfung eingeführt						
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperaturtest, Materialspezifikation	2	7	6	84								
		zu geringe Federkraft bei Klemmung	Spezifikation der Federkraft	2	7	4	56									
	massiver Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung mind. 3h	Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlaufprüfung	3	5	2	30								
		keine weiteren Ursachen denkbar	--	--	-	-	-	--								
		Fehler tritt extern auf: Funktionsausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmung bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanweisung	5	9	4	180	Materialtests, ggf. -änderung (-2 / - / 0) neu: 3 / 9 / 4)	Entwicklung mit Qualitäts-Stelle / KW 20	Materialspezifikation erweitert					
		Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanweisung	2	9	5	90									

Welche **neuen Maßnahmen** wurden eingeführt ?



Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand					
	potenzielle Fehler	potenzielle Folgen	potenzielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu
Mittelteil mit System- und Schlauchanschluss Dichtheit bei Wasserdruck bis 6 bar und Druckschwankungen; Leichte Montierbarkeit; feste / dichte Schlauchklemmung (Schlauch wird über Klick-System mit Wasserkreislauf verbunden)	andauernder geringer Wasserverlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktionsverzögerung ca. 2h, Nacharbeit 1½ Manntage	Maß- und Formab-Abweichung Anschluss	Werkzeug-abnahme, Kaltlauf-prüfung	3	5	5	75							
			Dichtring nicht maßhaltig oder beschädigt	Prüfung bei Lieferant, Kaltlauf-prüfung	6	5	5	150	Warmlauf-prüfung (0 / - / -3) neu: 6 / 5 / 2	Prüfplanung mit Fert. / KW 23	Warmlauf-prüfung eingeführt	6	5	2	60
		Fehler tritt extern auf: Beeinträchtigung der Lebensdauer, Entstehung von Weissdampf	Verzug des Dichtrings im Gebrauch	Temperatur-test, Material-spezifikation	2	7	6	84							
	massiver Wasser-verlust systemseitig	Fehler tritt intern auf: Produktions-verzögerung mind. 3h	zu geringe Federkraft bei Klemm-ring	Spezifikation der Federkraft	2	7	4	56							
			Dichtung vergessen	Arbeits-Anweisung, Kaltlauf-prüfung	3	5	2	30							
		keine weiteren Ursachen denkbar	--	--	--	--	--								
Fehler tritt extern auf: Funktions-ausfall HZG, Liegenbleiber	Klemmring bricht wegen Korrosion	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	5	9	4	180	Materialtests, ggf. -änderung (-2 / - / 0) neu: 3 / 9 / 4)	Entwicklung mit Qualitäts-Stelle / KW 20	Material-spezifikation erweitert	3	9	4	84	
		Versprödung und Bruch der Dichtung	Material-Spezifikation, Serviceanwei-sung	2	9	5	90								

Welches Risiko verbleibt nach Einführung der Maßnahmen ?



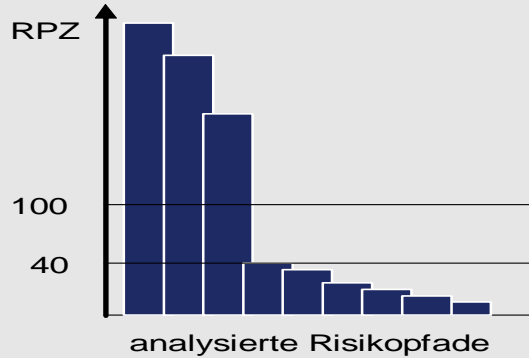
Interpretation der FMEA Ergebnisse

Bewerten anhand der RPZ- Verteilung

Bewerten anhand der Strukturbetrachtung



Charakteristik

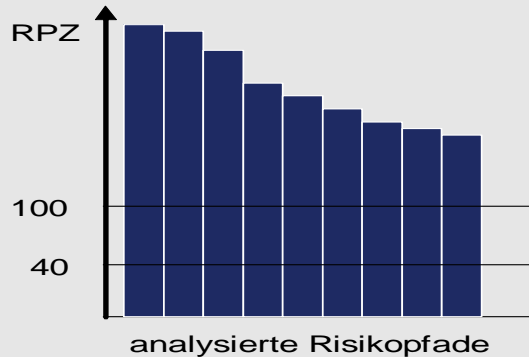


Kennzeichen

Die FMEA-Analyse ist gut gelungen, das Paretoprinzip ist gut erfüllt. Von den untersuchten Risikopfaden sind die mit hohem Risikopotenzial sicher gefunden und von den anderen getrennt.

Was ist zu tun?

Analyse kann weitergeführt werden. Für die Risikopfade mit hohem Risiko können nun zuerst geeignete Abstellmaßnahmen entwickelt werden.

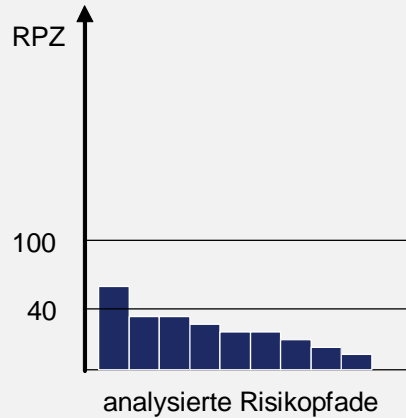


Diese FMEA-Analyse weist überwiegend hohe Risikozahlen auf. Dafür kann es zwei Gründe geben. Es kann ein systematischer Bewertungsfehler (high-scorer) vorliegen. Aber es kann auch sein, dass die selektiven Vorarbeiten nicht gelungen sind.

Prüfen, ob ein Bewertungsfehler vorliegt; wenn ja, korrigieren und nochmals bewerten. Im anderen Fall müssen die Vorarbeiten wiederholt werden, um eine entsprechende risikobezogenen Differenzierung der zu bearbeitenden Baugruppen oder Prozesse zu erreichen.



Charakteristik



Kennzeichen

Diese FMEA-Analyse ist offensichtlich ziemlich daneben gegangen. Entweder hat sich das Team mit Themen beschäftigt, die kein Risiko enthalten, schade um die Zeit. Oder es liegt ein systematischer Bewertungsfehler (low-scorer) vor.

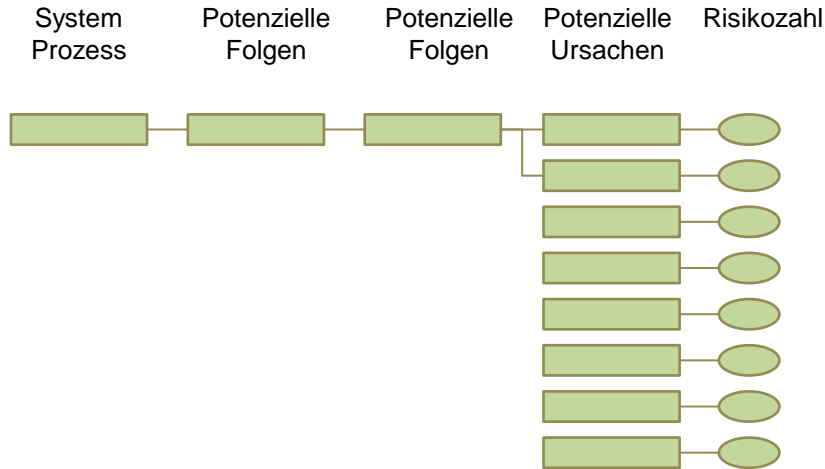
Was ist zu tun?

Testen, ob ein Bewertungsfehler vorliegt. Wenn ja, korrigieren und neu bewerten. Wenn nein, dann noch einmal sorgfältig diesen Leitfaden durcharbeiten.



Charakteristik

Kennzeichen

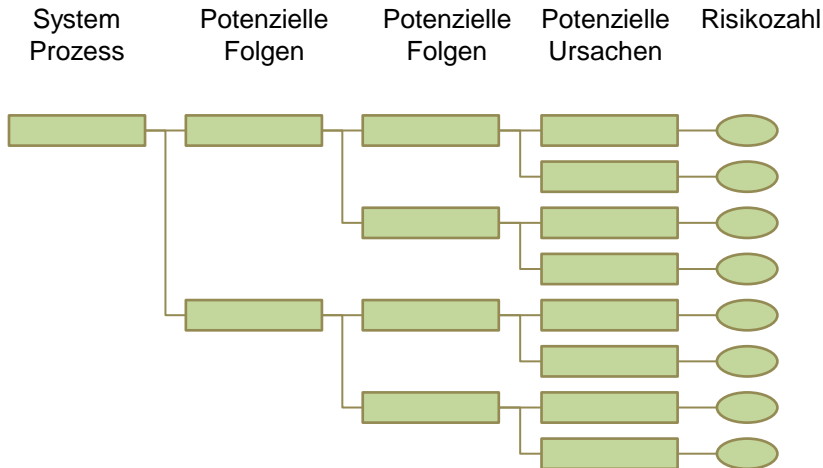


Diese FMEA vermittelt den Eindruck, dass sich hier ein Fachmann (Tieflochbohrer) bemüht hat, allein eine Risikobetrachtung zu machen. So erreicht er nicht, die notwendige Analysebreite, sondern konzentriert sich auf mögliche Ursachen, von denen sicher die meisten zu sehr niedrigen Risikozahlen führen, weil sie nicht wirklich relevant sind. Sieht aus, wie eine typische „Alibi“-FMEA



Charakteristik

Kennzeichen

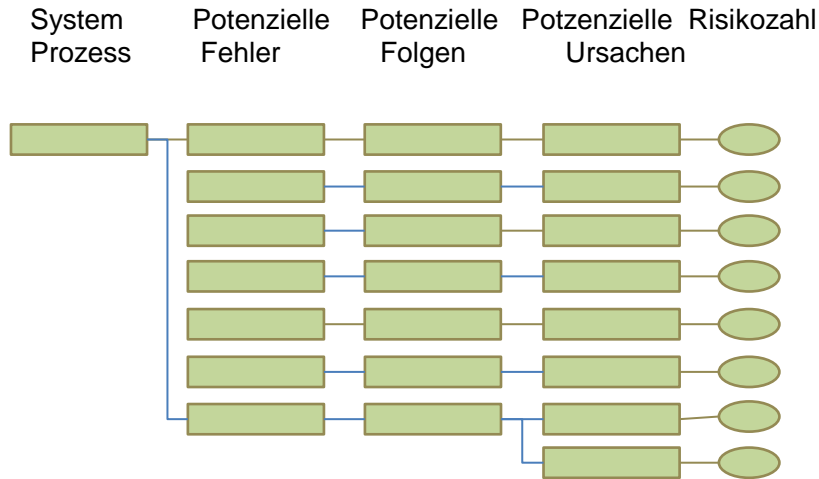


Diese FMEA hat eine sehr gute Struktur (2er Regel). Es werden nur wenige, aber wichtige Fehler verfolgt. Das Ziel der FMEA wird gut erreicht. Es wird ausreichend breit und tief eine überschaubare Anzahl von wichtigen Ursachen erarbeitet. Es ist zu erwarten, dass das Team mit überschaubarem Aufwand zu einem sehr guten Ergebnis gekommen ist.



Charakteristik

Kennzeichen



Diese FMEA startet viel zu breit mit zu vielen potenziellen Fehlern und erreicht dann nicht die notwendige Tiefe, um die Fragen nach den potenziellen Ursachen befriedigend beantworten zu können. Mögliche Ursache für diese Struktur kann sein, dass das Team fleißig, aber fachlich nicht kompetent war und deshalb mit viel Aufwand an der Oberfläche der Risikobetrachtung geblieben ist.



Beispiel Prozess-FMEA

Versand von Kontoauszügen



Bewertung der Kundenanforderungen

		1	2	3	4	5	6	7	Summe	Faktor f (gewählt)
		vertraulich	sauber	unbeschädigt	seine eigenen	Inhalt richtig	vollständig	termingerecht		
1	vertraulich		2	2	1	2	0	0	7	10
2	sauber	0		0	2	2	2	1	7	10
3	unbeschädigt	0	2		2	0	0	0	4	5
4	seine eigenen	1	0	0		2	1	2	6	8
5	Inhalt richtig	0	0	2	0		2	2	6	9
6	vollständig	2	0	2	1	0		1	6	8
7	termingerecht	2	1	2	0	0	1		6	9

2 wichtiger 1 gleich wichtig 0 weniger wichtig



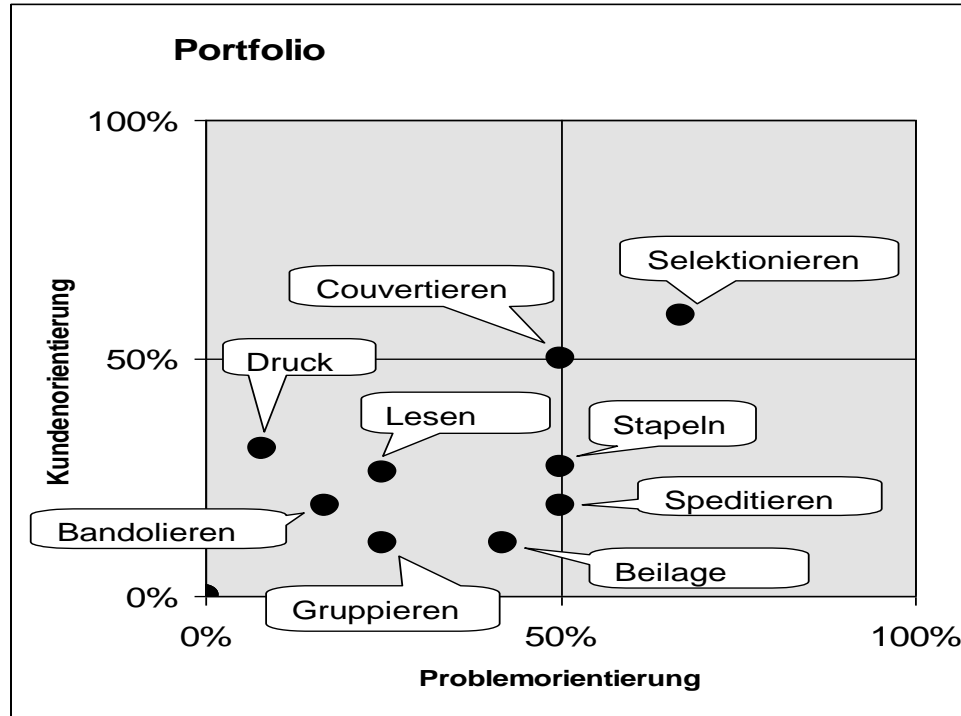
QFD-Matrix

2 - starker Zusammenhang
1 - mässiger Zusammenhang
0 - kein Zusammenhang

		Komponenten, Prozeßablauf										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maximum Faktor X 2	
	Faktor	Selektion	Druck	stapeln	lesen, schneiden	gruppieren	Beilage	couverfieren	bandolieren	speditieren		
1	vertraulich	10	2	0	0	1	0	0	2	0	0	20
2	sauber	10	0	2	1	0	0	0	1	0	0	20
3	unbeschädigt	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	10
4	seine eigenen	8	2	0	0	1	0	0	1	0	0	16
5	inhalt richtig	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18
6	vollständig	8	2	1	1	1	1	1	2	0	0	16
7	termingerecht	9	0	1	1	0	0	0	0	2	2	18
Bedeutung Kunde		70	37	32	31	13	13	59	23	23	118	
Prozentwert		59%	31%	27%	26%	11%	11%	50%	19%	19%	100%	



PO-Matrix		Komponenten, Prozeßablauf									Maximum
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2 - starker Zusammenhang 1 - mässiger Zusammenhang 0 - kein Zusammenhang		Selektion	Druck	stapeln	lesen, schneiden	gruppieren	Beilage	couvertieren	bandolieren	speditieren	
1	Reklamationen	0	1	0	0	0	1	2	0	1	2
2	Entwicklung	2	0	2	1	1	1	2	1	2	2
3	Verfahren	2	0	0	0	1	0	1	1	1	2
4	Problemteile	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2
5	Neue Einsatzgebiete	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2
6	Zulieferrisiko	2	0	2	1	0	2	1	0	0	2
Summe		8	1	6	3	3	5	6	2	6	12
Problemorientierung		67%	8%	50%	25%	25%	42%	50%	17%	50%	100%



Beispiel: Versand von Kontoauszügen



Projekt: Drucken von Bankkontoauszügen									Prozeß-FMEA					Bearbeiter:	
Benennung:														Begonnen:	
Sach-Nr.:									Referenzdokument:					Abgeschlossen:	
Nr	Komponente Prozeß	Funktion Zweck	mögliche Fehler	Fehlerauswirkung	B	Fehlerursache	Fehlervermeidung	A	Fehlerentdeckung	E	RPZ	Maßnahmen	Verantw.		
1	Drucken von Kontoauszügen	Daten übertragen	Daten werden nicht übertragen	Blankopapier, Störung der Produktion	3	kein Toner im Drucker	Fehlermeldung am Printer	2	Nachverarbeitung	1	6				
2					3	leeres File	Input-Validierung	4		1	12				
3					3	Hardware Störung Drucker z. B Laser, Trommel	regelmäßige Wartung	6		1	18				
4			Daten werden falsch übertragen	fehlerhafte Auszüge	10	Softwarestörung (falscher Font)		5	visuelle Stichprobe	10	500	Simulation der Funktionen	D. Eiche		
5					10	falsche File-Struktur		10		8	800	Simulation der Funktionen	D. Eiche		
6			falsche Sprache wird verwendet	Auszüge nicht lesbar	3	falscher Sprachcode verwendet		5	visuelle Stichprobe	10	150	keine weiteren Massnahmen sinnvoll			
7		sauberer Druck	Druck verschmutzt	Kunde verärgert, Neuerstellung notwendig	6	Gerät durch ungenügende Wartung verschmutzt	Wartung	3	visuelle Stichprobe	9	162	keine weiteren Massnahmen sinnvoll			
8					6	Papier verschmutzt	Kontrolle beim Papierwechsel	2	visuelle Stichprobe	9	108				
9				fehlerhafte Zustellung, weil Adresse falsch gelesen wird	8	Gerät durch ungenügende Wartung verschmutzt	Wartung	3	visuelle Stichprobe	9	216	Massnahmen mit Post erarbeiten	B. Giger		



FMEA-Software

**mögliche Anforderungen an FMEA-Software
Anbieter in Deutschland (Auswahl)**



- ✓ relationale Datenbank
- ✓ Unterstützung aller FMEA-Arten (System / Konstruktion / Prozess)
- ✓ Zusammenfassung von FMEA's in übergeordnete Projekte
- ✓ Einsatz von Katalogen und Checklisten während der Bearbeitung
- ✓ Formulareinträge in beliebiger Länge
- ✓ direkte Dateneingabe in das am Bildschirm dargestellte Formular
- ✓ Kommentare zu jedem Eintrag / Notizbuchfunktion
- ✓ FMEA-Druck nach VDA, QS 9000, Bosch oder freies Layout
- ✓ Oberfläche in verschiedenen Sprachen



- ✓ Terminverfolgung, selektierbar nach Zuständigkeit
- ✓ Sortierfunktion nach RPZ, A, B und E getrennt
- ✓ Darstellung der RPZ als Pareto-Diagramm
- ✓ Volltextsuche nach Stichworten
- ✓ Terminologiekontrolle mit ersetzen-Funktion
- ✓ Passwortschutz für einzelne FMEA's
- ✓ Archivierung und Versionsverwaltung
- ✓ integrierter HTML-Konverter für e-Mail-Versand von FMEA's



APIS IQ-FMEA	www.apis.de
FMEA for Medical Devices	www.fmeasoftware.de
CIMOS-FMEA	www.irmler.de
FMEA mit PathMaker	www.noveco.com
I/FMEA	www.imcor.de
SINIC FMEA	www.sinic.de
FMECA-Prozessor	www.ingenieurwerkstatt.de
QUIPSY FMEA	www.quipsy.de
Sycat FMEA	www.sycat.de
IFP	www.iqs.de
FMEA Facilitator	shareit1.element-5.de
CASQ-it 9000 FMEA	www.pickert.de
SCIO FMEA System	www.plato-ag.de



Anhang

- Bewertungskataloge nach VDA 4.2**
- FMEA-Formblatt nach VDA 4.2**
- Maßnahmenverfolgung nach VDA 4.2**
- FMEA-Formblatt nach QS 9000**



	Bedeutung	
sehr hoch	Sicherheitsrisiko; Nichterfüllung gesetzlicher Vorschriften; Liegenbleiber	9-10
hoch	Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs stark eingeschränkt; sofortiger Werkstattaufenthalt zwingend erforderlich; Funktionseinschränkung wichtiger Teilsysteme	7-8
mäßig	Funktionsfähigkeit des Fahrzeug eingeschränkt; sofortiger Werkstattaufenthalt nicht zwingend erforderlich Funktions-einschränkung wichtiger Bedien- und Komfortsysteme	4-6
gering	geringe Funktionsbeeinträchtigung des Fahrzeugs; Be-seitigung beim nächsten planmäßigen Werkstattaufenthalt; Funktionseinschränkung von Bedien- und Komfortsystemen	2-3
sehr gering	sehr geringe Funktionsbeeinträchtigung; nur vom Fachpersonal erkennbar	1



	Auftretenswahrscheinlichkeit	Fehleranteil ppm		
sehr hoch	sehr häufiges Auftreten der Fehlerursache; unbrauchbares, ungeeignetes Konstruktionsprinzip; ungeeigneter Prozess	100.000-500.000	9-10	
hoch	Fehlerursache tritt wiederholt auf; problematische(r), unausgereifte(r) Konstruktion resp. Prozess	10'000-50'00	7-8	
mäßig im Reife grad fortgeschrittene	gelegentlich auftretende Fehlerursache; Konstruktion; mäßig genauer Prozess	500-5.000	4-6	geeignete,
gering konstruktive Auslegung;	Auftreten der Fehlerursache ist gering; genauer Prozess	50-100	2-3	bewährte
sehr gering	Auftreten der Fehlerursache ist unwahrscheinlich	1	1	



	Entdeckungswahrscheinlichkeit	Sicherheit Nachweisverfahren	
sehr gering	Entdeckung der aufgetretenen Fehlerursache ist unwahrscheinlich; die Fehlerursache wird nicht oder kann nicht geprüft werden	90%	9-10
gering	Entdeckung der aufgetretenen Fehlerursache ist wenig wahrscheinlich; unsichere Prüfung	98%	7-8
mäßig	Entdeckung der aufgetretenen Fehlerursache ist wahrscheinlich; Prüfungen sind relativ sicher	99.7%	4-6
hoch	Entdeckung der aufgetretenen Fehlerursache ist sehr wahrscheinlich; Prüfungen sind sicher, z.B. durch mehrere voneinander unabh. Prüfungen	99.9%	2-3
sehr hoch	Auftreten der Fehlerursache wird sicher entdeckt	99.99%	1



Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse									FMEA-Nr.:	
				<input type="radio"/> System-FMEA Produkt <input type="radio"/> System-FMEA Prozess					Seite	von
Typ/Modell/Fertigung/Charge:				Sach-Nr.:		Verantw.:			Abt.:	
				Änderungsstand:		Firma:			Datum:	
System-Nr./ Systemelement:				Sach-Nr.:		Verantw.:			Abt.:	
Funktion/Aufgabe:				Änderungsstand:		Firma:			Datum:	
mögliche Fehlerfolge	B	möglicher Fehler	mögliche Ursache	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	Verantwortlicher / Termin	



		Maßnahmenverfolgung					FMEA-Nr.:				
		Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse					Seite von				
Typ/Modell/Fertigung/Charge:		Sach-Nr.:		Verantw.:			Abt.:				
System-Nr./ Systemelement:		Änderungsstand:		Firma:			Datum:				
Funktion/Aufgabe:		Sach-Nr.:		Verantw.:			Abt.:				
		Änderungsstand:		Firma:			Datum:				
mögliche Fehlerursachen mit zugehörigem Fehler und Fehlerfolge	RPZ	Vermeidungsmaßnahmen	Entdeckungsmaßnahmen	Verantwortlicher / Termin	Erledigungsstand in %					Bemerkung / Status	
					20	40	60	80	100		



Design FMEA System _____ Verantwortlicher Design _____ FMEA-Nummer _____ Subsystem _____ Seite _____ von _____ Komponente _____ Model, Jahr, Fahrzeug _____ Datum _____ Durchgeführt: _____ Team-Teilnehmer _____ FMEA Datum (orig) _____ Revision _____																
											Nachbetrachtung					
Punkt/Funktion	möglicher Fehler	mögliche Folge	Bedeutung	Klasse	Ursache	Auftreten	bisherige Maßnahmen	Entdeckung	RPZ	Abstellmaßnahmen	Verantwortung/Termin	durchgeführte Maßnahmen	B	A	E	RPZ