

DGQ Regionalkreis Darmstadt
 FMEA "Training on the job"

Was man als Teammitglied über
FMEA
 wissen sollte

21.09.2010
 Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

DKI, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGQ Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

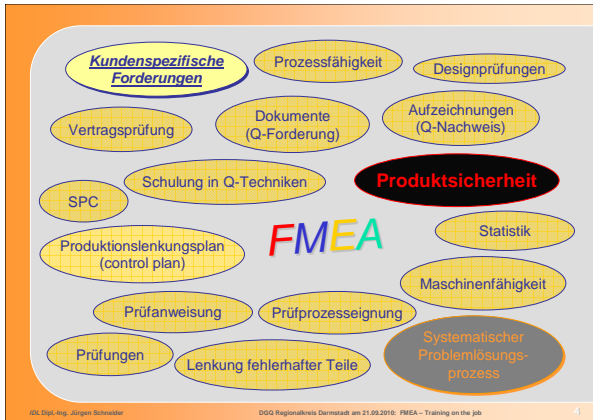
Produkthaftung

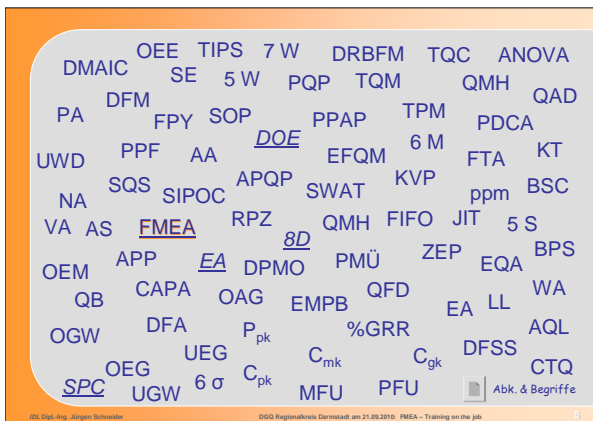
DKI, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

FMEA

Verschuldensabhängige Produkthaftung		Verschuldensunabhängige Produkthaftung
Vertragliche Haftung	Außervertragliche Haftung	
Haftung nach §§ 459 ff. BGB	Haftung aus unerlaubter Handlung nach § 823 BGB (deliktische Produkthaftung) (§ 823 Abs. 1 BGB)	Haftung nach Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) (§ 1 Abs. 1 ProdHaftG)
Der Verkäufer haftet beim Fehlen zugesicherter Eigenschaften der verkauften Sache oder bei positiver Vertragsverletzung	„Wer vorsätzlich oder fahrlässig das Leben, den Körper, die Gesundheit, die Freiheit, das Eigentum oder ein sonstiges Recht eines anderen widerrechtlich verletzt, ist dem anderen zum Ersatz des daraus resultierenden Schadens verpflichtet.“	„Wird durch den Fehler eines Produktes jemand getötet, sein Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt, so ist der Hersteller des Produktes verpflichtet, den daraus entstandenen Schaden zu ersetzen.“

DKI, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGQ Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job





Was bedeutet FMEA?

FMEA

Fehler-
Möglichkeits- und
Einfluss-
Analyse


Failure Mode and Effects Analysis

Was ist eine FMEA?

FMEA ist ein QM-Werkzeug zur systematischen Risikobetrachtung¹⁾ um ...

- ... potenzielle Fehler,
- ... potenzielle FehlerFolgen und
- ... potenzielle FehlerUrsachen ...

... aufzuzeigen, zu bewerten und Maßnahmen zur Vermeidung und zur Entdeckung festzulegen.



¹⁾ Risikomanagement (RM): ONR 49000:2010 ff., ISO 31000:2009

©DL, Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

Welche Arten von FMEAn gibt es?

- System-FMEA
- Konstruktions-FMEA
- Prozess-FMEA
- Logistik-FMEA
- Human-FMEA
- Maschinen-FMEA



Fundstelle: <http://www.fmeainfocentre.com/foreign%20language/Human-FMEA.pdf>

©DL, Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

Wie ist der grundsätzliche Ablauf einer P-FMEA?

- Festlegen der Grundregeln für die FMEA einschließlich Planung und Terminierung
- Durchführung der FMEA unter Verwendung des Formblattes oder einer FMEA-Software
- Zusammenfassung und Bericht erstellen, der alle Schlussfolgerungen und Empfehlungen enthält
- Fortschreiben der FMEA entsprechend dem Entwicklungsfortschritt

FMEA ist ein lebendes Dokument!

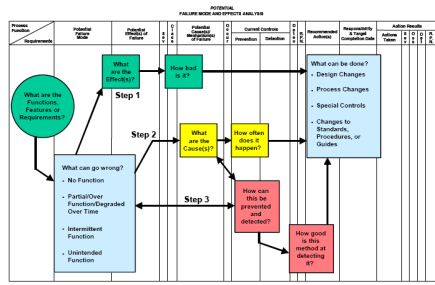
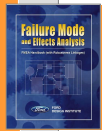
©DL, Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

Wie wird die P-FMEA durchgeführt?

- Erfassung der zu analysierenden Prozessschritte
- Ermittlung der wichtigen Prozessfunktionen und der Produktmerkmale
- Ableitung aller potenzieller Prozessfehler
- Ableitung aller potenzieller Fehlerfolgen (System-FMEA-Prozess)
- Ermittlung aller potenzieller Fehlerursachen
- Bewertung der Risiken
- Erstellung von Maßnahmenplänen zur **Fehlervermeidung** und zur Fehlerentdeckung

Quelle: Ford FMEA Handbook Version 4.1

Ford FMEA Working Model The FMEA Methodology is not "form driven" but model driven. Note how the Ford FMEA Model components relate to the column headings on this FMEA form.



Welche Inputs sind für die Vorbereitung hilfreich?

- Lasten-/Pflichtenheft,
- Kundenspezifikationen, -normen,
- Zeichnungen und Stücklisten,
- P-FMEA von vergleichbaren Prozessen,
- Prozessablaufdiagramme,
- Arbeits- und Prüfpläne,
- Prozessenkungspläne (control plans),
- sonstige Prozessbeschreibungen,
- Musterteile
- NA-/AS-Statistiken vergleichbarer Prozesse,
- Kundenreklamationen (0-Km, Feldausfall)

Checkliste Vorbereitung

Wie werden die Risiken bewertet?

Risiken werden mit RisikoPrioritätsZahlen abgeschätzt!

RPZ = B x A x E

B = Bedeutung des Fehlers
 A = Auftretenswahrscheinlichkeit des Fehlers bzw. der Fehlerursache
 E = Entdeckungswahrscheinlichkeit¹⁾ des Fehlers bzw. der Fehlerursache

**) vor dem Wirksamwerden des Fehlers!!!*

DDG, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 13

Wie groß kann die RPZ werden?

1 ≤ RPZ ≤ 1000

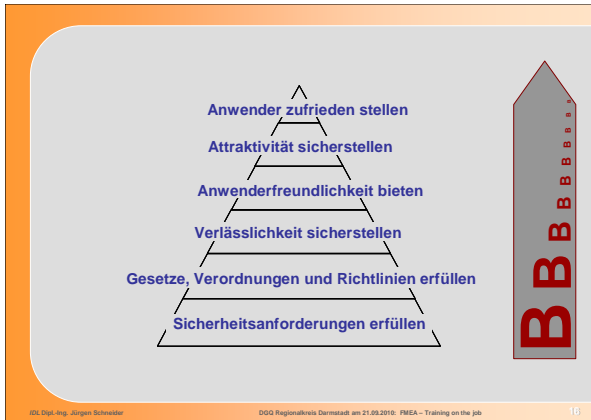
Die Faktoren B, A und E können jeweils Werte zwischen 1 und 10 einnehmen!

DDG, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 14

Wie werden die Bewertungszahlen für B abgeschätzt?

10	Sicherheitsrisiko, Nichterfüllung gesetzlicher Vorschriften, Liegenbleiber	sehr hoch
8	Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs stark eingeschränkt, sofortiger Werkstattaufenthalt zwingend erforderlich	hoch
7	Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs eingeschränkt, sofortiger Werkstattaufenthalt nicht erforderlich, Funktionseinschränkung wichtiger Bedien-/Komfortsysteme	mäßig
6	Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs eingeschränkt, sofortiger Werkstattaufenthalt nicht erforderlich, Funktionseinschränkung wichtiger Bedien-/Komfortsysteme	mäßig
5	Geringe Funktionsbeeinträchtigung, Beseitigung beim nächsten Werkstattaufenthalt, Funktionseinschränkung von Bedien-/Komfortsystemen	gering
4	Geringe Funktionsbeeinträchtigung, Beseitigung beim nächsten Werkstattaufenthalt, Funktionseinschränkung von Bedien-/Komfortsystemen	gering
3	sehr geringe Funktionsbeeinträchtigung, nur vom Fachpersonal erkennbar	sehr gering
2	sehr geringe Funktionsbeeinträchtigung, nur vom Fachpersonal erkennbar	sehr gering

DDG, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 15



Schätzen Sie bitte ab!

	Auftretenswahrscheinlichkeit [ppm]	Entdeckungswahrscheinlichkeit [%]
sehr hoch		
hoch		
mäßig		
gering		
sehr gering		

Wie werden die Bewertungszahlen für A abgeschätzt?

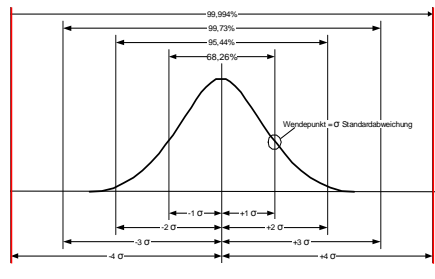
Hinweis: AIAG macht andere Vorgaben (Empfehlungen)!

Ausfallraten!

10	Sehr häufiges Auftreten	500.000 ppm	sehr hoch
9	unbrauchbarer ungeeigneter Prozess	100.000 ppm	hoch
8	Fehlerursache tritt wiederholt auf	30.000 ppm	hoch
7	ungenauer Prozess	10.000 ppm	hoch
6	gelegentlich auftretende Fehlerursache,	5.000 ppm	
5	weniger genauer Prozess	2.000 ppm	mäßig
4		500 ppm	mäßig
3	Fehlerursache tritt gering auf	100 ppm	gering
2	genauer Prozess	10 ppm	gering
1	Fehlerursache ist unwahrscheinlich	1 ppm	sehr gering

VDA 4 Kap 3 (2006)

Grafische Darstellung der Überschreitungsteile bei der Normalverteilung



DL Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

19

Überschreitungsteile

DIN ISO 21747:2007
Statist. Verfahren – Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen für kontinuierliche Qualitätsmerkmale

A	n * s	C_{pk}	P [%]	beidseitiger Überschreitungsteil [ppm]
9	+/- 1	$> 0,33$	68,26	317.400
7	+/- 2	$\geq 0,67$	95,44	45.600
5	+/- 3	$\geq 1,0$	99,73	2.700
3	+/- 4	$> 1,33$	99,994	64
1	+/- 5	$\geq 1,67$	99,99994	0,6
	+/- 6	$\geq 2,0$	99,9999998	0,002

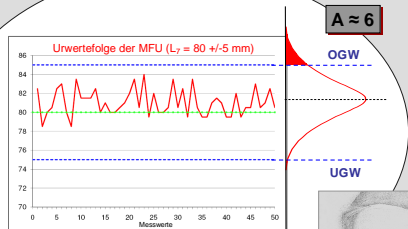
Zuordnung A-C_{pk} zur Orientierung!

DL Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

20

Statistik



Soll: $C_{mk} > 1,66$

Ist: $C_m = 1,20$
 $C_{mk} = 0,95$



DL Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

21

Wie werden die Bewertungszahlen für E abgeschätzt?

10	Entdeckung der Fehler ist unwahrscheinlich, die Fehlerursache wird oder kann nicht geprüft werden	sehr gering 90 %
8	Entdeckung ist weniger wahrscheinlich, nicht zu entdeckender Fehler, unsichere Prüfungen	gering 98 %
6	Entdeckung der Fehler ist wahrscheinlich, Prüfungen sind relativ sicher	mäßig 99,7 %
5		
4		
3	Entdeckung der Fehler ist sehr wahrscheinlich, Prüfungen sind sicher, z. B. mehrere von einander unabhängige Prüfungen	hoch 99,9 %
2		
1	Aufgetretene Fehler werden sicher entdeckt	sehr hoch 99,99 %

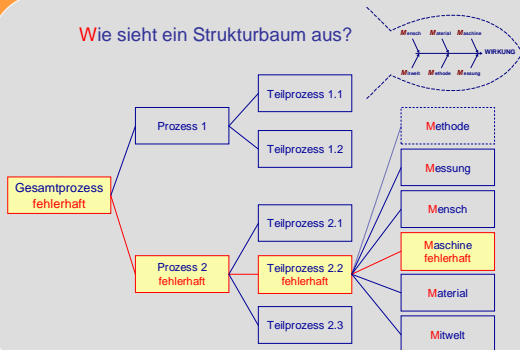
Hier: relative Häufigkeit

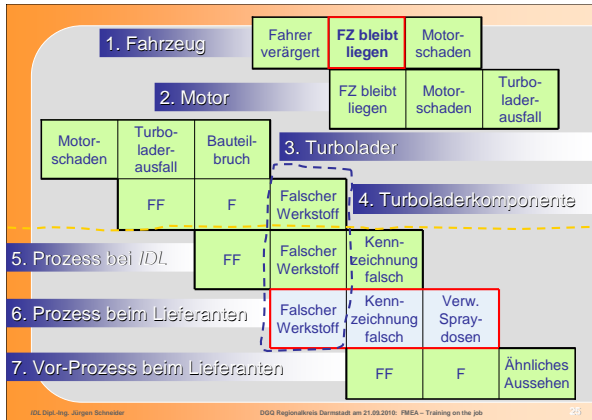


"... Wahrscheinlichkeit, dass ein Satz von Prozessüberwachungsmaßnahmen, der zurzeit eingesetzt wird, in der Lage ist, einen Ausfall zu erkennen und auszusondern, bevor er dem nachfolgenden Prozess oder dem endgültigen Produktausstoß übergeben wird."

EN 60812:2006

Wie sieht ein Strukturbaum aus?





Wie kommt man zur wahren Fehlerursache?

Frage 7 Mal ‚Warum?‘ und du erhältst die wahre Ursache des Problems!

Chinesisches Sprichwort

IDL Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDD Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 26



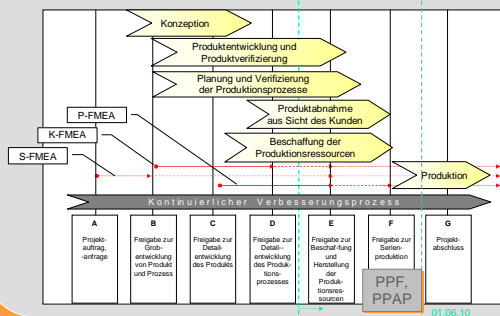
Warum werden FMEAn im Team erstellt?

- ... frühestmöglich paralleles statt serielles Arbeiten
- ... größeres Wissens- und Erfahrungspotenzial
- ... offener Umgang mit verfügbaren Informationen
- ... Steigerung der Kreativität
- ... schnellere, abgestimmte Entscheidungen
- ... Konsensbildung und gesteigerte Akzeptanz für die gemeinsamen Ergebnisse
- ... Förderung der Bereich übergreifenden Zusammenarbeit

Wie sollten die Teams zusammengesetzt sein?

	K-FMEA	P-FMEA
Konstruktion/Entw.	V	M
Produktionsvorbereitung	M	V
Techn. Vertrieb, Applikation	M	(M)
Versuch/Labor	M	(M)
Produktion	(M)	M
Qualitätswesen	M	M
Einkauf	(M)	(M)
Moderator	M	M

Wie sind die FMEAn im Projektplan eingebunden?



Welche Problemschwerpunkte kann es geben?

- ... Verständnis der (Geschäfts-) Führung ist nicht vorhanden
- ... je nach Komplexität ist ein nicht unerheblicher Arbeitsaufwand erforderlich, der sich über Monate erstreckt
- ... Mitarbeiter sind der Meinung, dass sie schon immer Fehlervermeidung betrieben haben


Fehlervermeidung ja, **aber**...

- ... nur mehr oder weniger methodisch bzw. systematisch
- ... nicht quantifizierbar
- ... nur mehr oder weniger oder gar nicht dokumentiert

DDG Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 31

weitere Probleme ...

- ... FMEAn werden als Kontrollinstrument zur Überwachung der Arbeit angesehen
- ... häufig fehlt das Wissen zur FMEA-Methode
- ... Führungskräfte sind nicht im erforderlichen Maße eingebunden
- ... FMEA wird als SPC eingesetzt

 [Show Program for Customers](#)

Wie ist das in ihrem Unternehmen?

DDG Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 32

Welche Kriterien lösen FMEAn aus?

- ... Kundenforderung
 - ... potenzielle Gefährdung
 - ... geänderte Einsatzbedingungen
 - ... hoher Wertverlust bei Ausfall
 - ... grundsätzliche Neuentwicklung
 - ... funktionswichtige Teile

DDG Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DDG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 33

Weitere Kriterien ...

- ... Änderung an Teilen mit Wechselbeziehungen
- ... Anwendung neuer Stoffe und Verfahren
- ... Wiederverwendung von Problemtteilen
- ... Kritische Zielsetzung
- ... Produktionsverlagerung

IDS, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 34

Wie erfolgt die Dokumentation?

Es existieren vom VDA und von der AIAG offizielle Formblätter zur einheitlichen Darstellung.

... oder es gibt kundenspezifische Formblätter

VDA Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. AIAG automotive industry action group

IDS, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 35

Welche Kriterien gelten für die Festlegung von Maßnahmen ?

In der Literatur gibt es **keine** einheitlichen RPZ-Werte als „Eingriffsgrenze“. Abhängig vom Detaillierungsgrad der FMEA sollte die Grenze für die Einführung von Maßnahmen festgelegt werden.

Das FMEA-Team (die Organisation!) sollte Grenzwerte für RPZ, B, A und E so festlegen, dass die festgelegten Q-Ziele erreicht werden bzw. nur ein „vertretbares“ Restrisiko bestehen bleibt.

Für **sicherheitsrelevante Teile** ist A = 1 anzustreben. Ist dies nicht erreichbar, sind geeignete Entdeckungsmaßnahmen einzuführen

IDS, Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 36

Welche Faustformeln gelten für die Festlegung von Maßnahmen ? **FMEA**

Für $B \geq 8$ oder 9

Für $RPZ \geq 125$

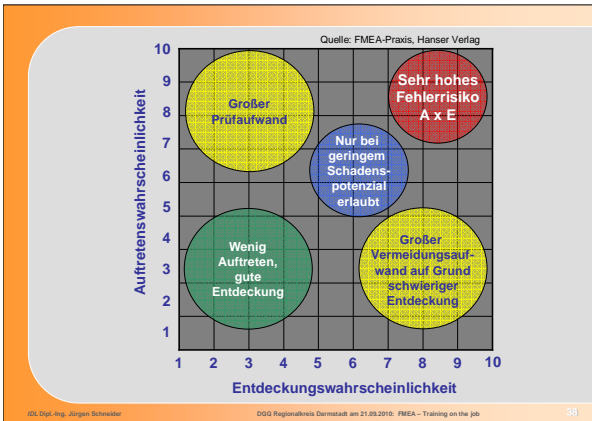
Für $50 \leq RPZ < 125$

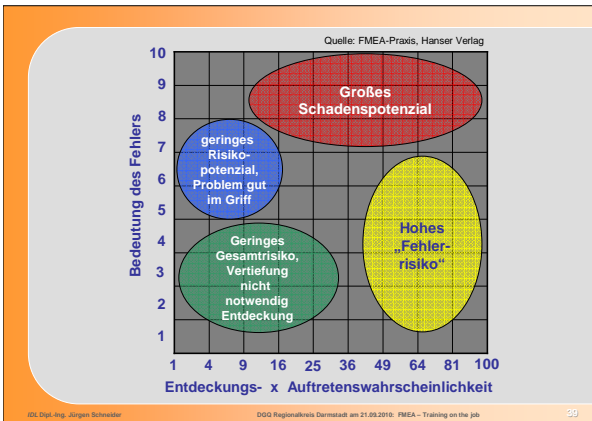
Siehe hierzu Artikel in QZ: „Vom Risiko zum Restrisiko“ QZ Jahrgang 51 (2006) 10

Hinweis: Zusammenhänge zwischen P-FMEA und Produktionslenkungsplan müssen für besondere Merkmale transparent sein!

Hinweis: FMEA und Produktionslenkungsplan sollen nicht an den Kunden herausgegeben werden (VDA Bd2-Spielregel) ≠ PPAP-Forderung!

©31 Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DGG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 37





Eine Klassifizierung in Risikoklassen kann durch individuelle Festlegungen erfolgen, die unternehmensspezifische oder auch produktspezifische Belange berücksichtigt.

Eine Risikomatrix ermöglicht die Ermittlung des Handlungsbedarfes für Maßnahmen oder auch die Freigabebedingungen.

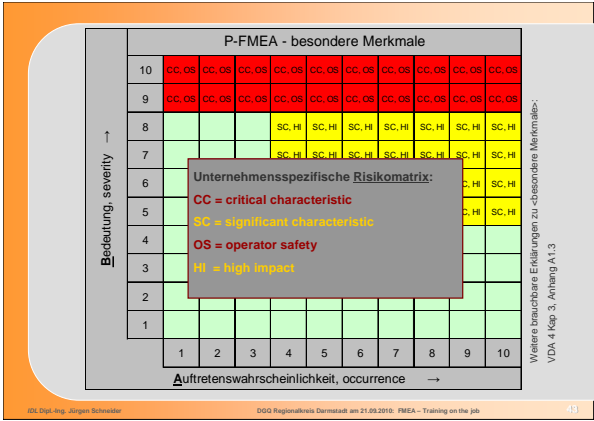
Risiko-/Kritizitätsmatrix

Quelle: EN 60812:2006

Eintrittshäufigkeit der Ausfallwirkung	Schwereniveau			
	1 unbedeutend	2 geringfügig	3 kritisch	4 katastrophal
5 häufig	unerwünscht	nicht akzeptabel	nicht akzeptabel	nicht akzeptabel
4 wahrscheinlich	akzeptabel	unerwünscht	nicht akzeptabel	nicht akzeptabel
3 gelegentlich	akzeptabel	unerwünscht	unerwünscht	nicht akzeptabel
2 gering	Vernachlässigbar	akzeptabel	unerwünscht	unerwünscht
1 unwahrscheinlich	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	akzeptabel	akzeptabel

Risikomatrix nach Nohl

↑ Eintrittswahrscheinlichkeit	hoch	4	5	6	7
	mittel	3	4	5	6
	gering	2	3	4	5
	sehr gering	1	2	3	4
		leichte Verletzungen oder Erkrankungen	mittel- schwere	schwere	katastro- phal (Tod)
		Schwere der Auswirkung →			



Was sind die Schwächen der RPZ ?

Lücken im Bereich von 1 ... 1000

88% des Bereiches ist leer
(es werden nur 120 aus 1000 Zahlen erzeugt)

RPZ treten doppelt auf.

Für einige Kombinationen treten bei unterschiedlichen Faktoren selbe RPZn auf

©31 Dipl.-Ing. Jürgen Schwäger DGD Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 44

Empfindlichkeit gegenüber kleinen Änderungen

Ein kleine Änderung in einem Faktor hat eine viel größere Auswirkung, wenn die anderen Faktoren größer sind, als wenn sie klein sind.

Beispiel:

RPZ = B x A x E = 9 x 9 x 3 = 243

= 9 x 9 x 4 = 324

RPZ = B x A x E = 3 x 4 x 3 = 36

= 3 x 4 x 4 = 48

©31 Dipl.-Ing. Jürgen Schwäger DGD Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2019: FMEA - Training on the job 45

Skala für RPZ ist ungeeignet

Unterschiede in RPZ-Werten können vernachlässigbar erscheinen, obwohl diese tatsächlich signifikant sind.

Beispiel:

$$RPZ_1 = B \times A \times E = 6 \times 4 \times 2 = 48$$

$$RPZ_2 = B \times A \times E = 6 \times 5 \times 2 = 60$$

RPZ₂ ist nicht doppelt so groß wie RPZ₁, obwohl tatsächlich die doppelte Auftretenswahrscheinlichkeit besteht.

DLI Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDU Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 46

Alle Fehler (Fehlfunktionen) werden als voneinander unabhängig angesehen.
Die FMEA ist daher ungeeignet für die Betrachtung abhängiger Fehler, die sich aus einer Folge von Ereignissen ergeben.

Markoff-Analyse (ISO 61165)
Fehlerbaumanalyse (FTA) (ISO 61025)

DLI Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDU Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 47

Was sollte die Zusammenfassung beinhalten?

- Mögliche Fehler, die schwere Fehlerfolgen haben
- Empfehlungen für Konstrukteure, Planer, Instandhalter und Anwender
- Änderungen des Entwurfs, die als Ergebnis der FMEA bereits eingeführt worden sind
- Auswirkungen, die durch die eingeführten Änderungen gemildert worden sind

DLI Dipl.-Ing. Jürgen Schneider DDU Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 48

Welcher Zusammenhang besteht mit der 8D-Methode?

Absichern gegen Wiederholfehler

FO-FMEA

Ziele:

Lessons learnt!

Die eingeführten Abstellmaßnahmen sind gegen Störungen abgesichert

Das Auftreten des Fehlers wird auch bei verwandten Prozessen und Erzeugnissen verhindert

FMEAs, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen etc. sind überarbeitet

D1 D2 D3 D4 D5 D6 **D7** D8

©31, Daimler-AG, Jürgen Schwab

52

Wo können sie sich weiter informieren?

- ↪ VDA Band 4.2 System-FMEA
- ↪ VDA Band 4 Kap. 3 Produkt- und Prozess-FMEA
- ↪ AIAG QS-9000 FMEA Handbuch
- ↪ DGQ Band 13 - 11 FMEA
- ↪ Leitfaden Ford FTEP FMEA Trainingshandbuch
- ↪ Qualitätssicherung in der Bosch-Gruppe, Schriftenreihe Heft 14: FMEA
- ↪ DIN EN 60812:2006 Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und auswirkungsanalyse (FMEA)

©31, Daimler-AG, Jürgen Schwab

©31 Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

53

Quelle: VDA 4 Kap 3

2.10 Risiken

- mangelhafte Abstimmung zwischen Produkt und Prozess oder Kunde und Lieferant
- keine Vorgabe des Kunden für die Bedeutung
- Terminplan der FMEA passt nicht zum Projektplan
- Bearbeitungsumfänge nicht zum erforderlichen Meilenstein abgeschlossen
- Verantwortlichkeiten nicht eindeutig festgelegt
- unvollständige oder fehlerhafte Spezifikationen
- unerwartete Versuchs- bzw. Prüfergebnisse
- mangelhafte Entscheidungs- oder Eskalationsvorbereitung
- fehlerhafte Entscheidung der Maßnahmen
- Verfügbarkeitsprobleme der FMEA-Teammitglieder
- unzureichende Planung (u. a. erhöhter Kapazitätsbedarf für FMEA-Durchführung).

©31, Daimler-AG, Jürgen Schwab

©31 Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job

54

Ausblick: METHODEN

Artikel in QZ:

Vom Risiko zum Restrisiko
 QZ Jahrgang 51 (2006) 10

Zitat: Die FMEA ist in der Automobilindustrie die Standardmethode zur Risikobewertung. Allerdings weist sie eine mangelhafte Aussagefähigkeit bei der Risikoquantifizierung auf. Ein Bosch-Werk hat die Auswertemethodik der FMEA grundlegend modifiziert. Die neu eingeführte Restrisikozahl eröffnet einen einfacheren und effizienteren Weg, Risiken quantitativ zu bewerten.

©DL Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DQG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 55

**Ihre Fragen,
 ihre Hinweise und
 ihre kritische Meinung
 zum QM-Werkzeug**

FMEA
 und zum Vortrag

©DL Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DQG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 56

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

FMEA

©DL Dipl.-Ing. Jürgen Schwedler DQG Regionalkreis Darmstadt am 21.09.2010: FMEA - Training on the job 57

IngenieurDienstLeistungen

Dipl.-Ing. Jürgen Schneider

Am Weiherberg 8
66564 Ottweiler-Lautenbach



Telefon: 068 58 – 698 00 54
Fax: 068 58 – 698 00 55
Mobil: 0151 – 14 04 79 21
Email: juergen.schneider@vdi.de

Kontakt als Arbeitskreisleiter <Qualitätsmanagement>
im VDI Bezirksverein Saar e.V.: www.vdi-saar.de
