

Einige wichtige Punkte zur

Fehler-Möglichkeiten & Einfluß-Analyse

Design- und Prozeß-FMEA

Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an uns.
Wir helfen Ihnen gerne.

Heribert Nuhn

QMS

Qualitäts-Management-Systeme

Dahlienweg 2

D-56587 Strassenhaus

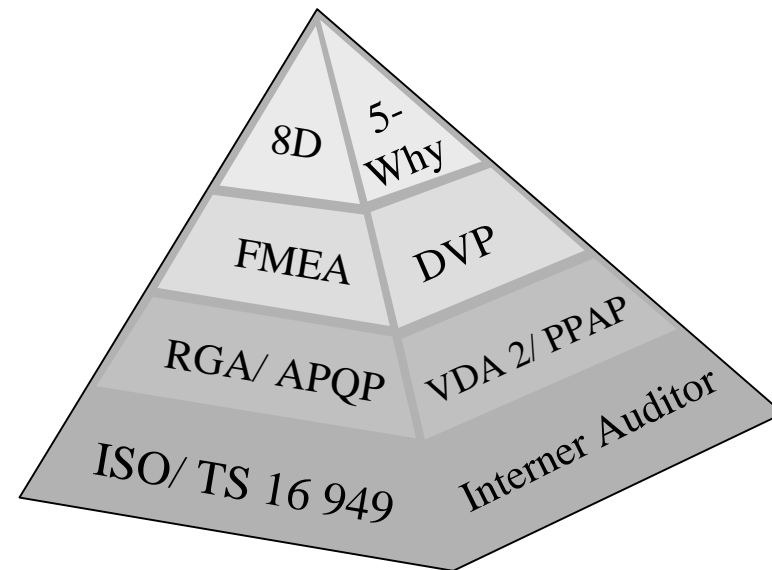
Deutschland

Tel.: ++ 49 2634 9560 71

Fax.: ++ 49 2634 9560 72

Mobil: + 49 171 315 7768

eMail: Heribert.Nuhn@Nuhn-QMS.de



Reference Material

- Fehler-Möglichkeit und Einfluß-Analyse Anwender-Handbuch (4. Ausgabe, Juni 2008, Übersetzung nach der engl. Ausgabe)
- VDA 4.2 (2. Ausgabe, 2009/ 2010)
- APQP & KP Anwender-Handbuch (2. Ausgabe, 2008)
- APQP Status Reporting Process (Ford, Checkliste)
- PPAP 4. Ausgabe (2006)

FMEA

Geschichte

- Mitte der 60er Jahre in den USA
- für das Apollo-Programm entwickelt

Heute

- methodischer Bestandteil von QM-Systemen
in
 - Luft- und Raumfahrt
 - Kerntechnologie
 - Automobilindustrie

Einleitung

Dieses Handbuch stellt die Thematik der Fehler-Möglichkeit und Einfluß-Analyse (Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)) vor und gibt eine allgemeine Anleitung für die Anwendung dieser Technik.

Einleitung

Der FMEA-Prozeß (1)

- Definition nach APQP: Die FMEA ist eine analytische Methode, die eingesetzt wird, um sicherzustellen, daß mögliche Probleme in den Prozessen der Produkt- und Prozeßentwicklung beachtet und angegangen werden.
- Das sichtbarste Ergebnis des FMEA-Prozesses besteht in der Dokumentation des gemeinsamen Wissens eines bereichsübergreifenden Teams.

Einleitung

Der FMEA-Prozeß (2)

- bewerten und analysieren, um Risiken einzuschätzen
- Diskussionen durchführen bezüglich
 - Produkt- und Prozeßentwicklung
 - Bewertung der Funktionen
 - Änderungen bezüglich der Anwendung
 - sich ergebender Risiken bei möglichen Fehlern

Einleitung

Der FMEA-Prozeß (3)

- Beachtung findet jedes Bauteil innerhalb eines Produkts oder einer Baugruppe
- kritische oder sicherheitsrelevante Bauteile oder Prozesse sollten eine höhere Priorität erhalten
- eine Bedeutung kommt der rechtzeitigen Durchführung des FMEA-Prozesses zu
 - "vor dem Ereignis"
 - nicht "nachdem die Tatsachen auf dem Tisch liegen"

Einleitung

Der FMEA-Prozeß (4)

- Durchführung der Design-FMEA in den Anfangsphasen der Entwicklung
- Durchführung der Prozeß-FMEA bevor Werkzeuge oder Anlagen entwickelt oder gekauft werden
- die FMEA entwickelt sich während allen Phasen des Produkt- und Prozeßentwicklungsprozesses
- die FMEA kann bei der Problemlösung eingesetzt werden

Einleitung

Zweck des Handbuchs (1)

- beschreibt grundlegende Prinzipien und Anwendungen des FMEA-Prozesses
- berücksichtigt die FMECA: Failure Mode Effects **Criticality** Analysis durch Quantifizierung der Risiken
- zeigt die Einbeziehung in den Zyklus der Produkt- und Prozeßentwicklung
- schließt die Dokumentation des Prozesses ein

Einleitung

Zweck des Handbuchs (4)

Es gibt drei grundlegende Fälle, bei denen der FMEA-Prozeß anzuwenden ist:

- Neues bei Entwicklung, Technologie oder Prozeß
- Änderungen am bestehenden Design oder Prozeß
- Einsatz eines bestehenden Designs oder Prozesses in einem neuen Umfeld, Standort, Anwendung oder Arbeitszyklus

Einleitung

Anwendungsbereich des Handbuchs

- die in diesem Handbuch vorgestellten analytischen Methoden sind für jedes Produkt oder jeden Prozeß anwendbar
- allerdings konzentriert sich dieses Handbuch auf die in der Automobilindustrie und bei ihren Lieferanten vorherrschenden Anwendungen

Auswirkung auf Organisation & Mgmt.

Die FMEA

- ist ein wichtiger Tätigkeitsbereich in jeder Organisation
- als bereichsübergreifende Tätigkeit muß sie gut vorbereitet und geplant sein
- muß einen Prozeßeigner haben und
- muß die Unterstützung durch die oberste Leitung haben

Auswirkung auf Organisation & Mgmt.

Umfassendes Trainingsprogramm einschließlich

- Überblick für das Management
- Training für
 - Anwender
 - Lieferanten
 - Moderatoren



Letztendlich ist das Management für die FMEA der Prozeßeigner und trägt die Verantwortung für die Entwicklung und Aktualisierung der FMEAs

Nachverfolgung & Ständige Verbesserung

Wirksame Vorbeugungs- und Korrekturmaßnahmen ergreifen

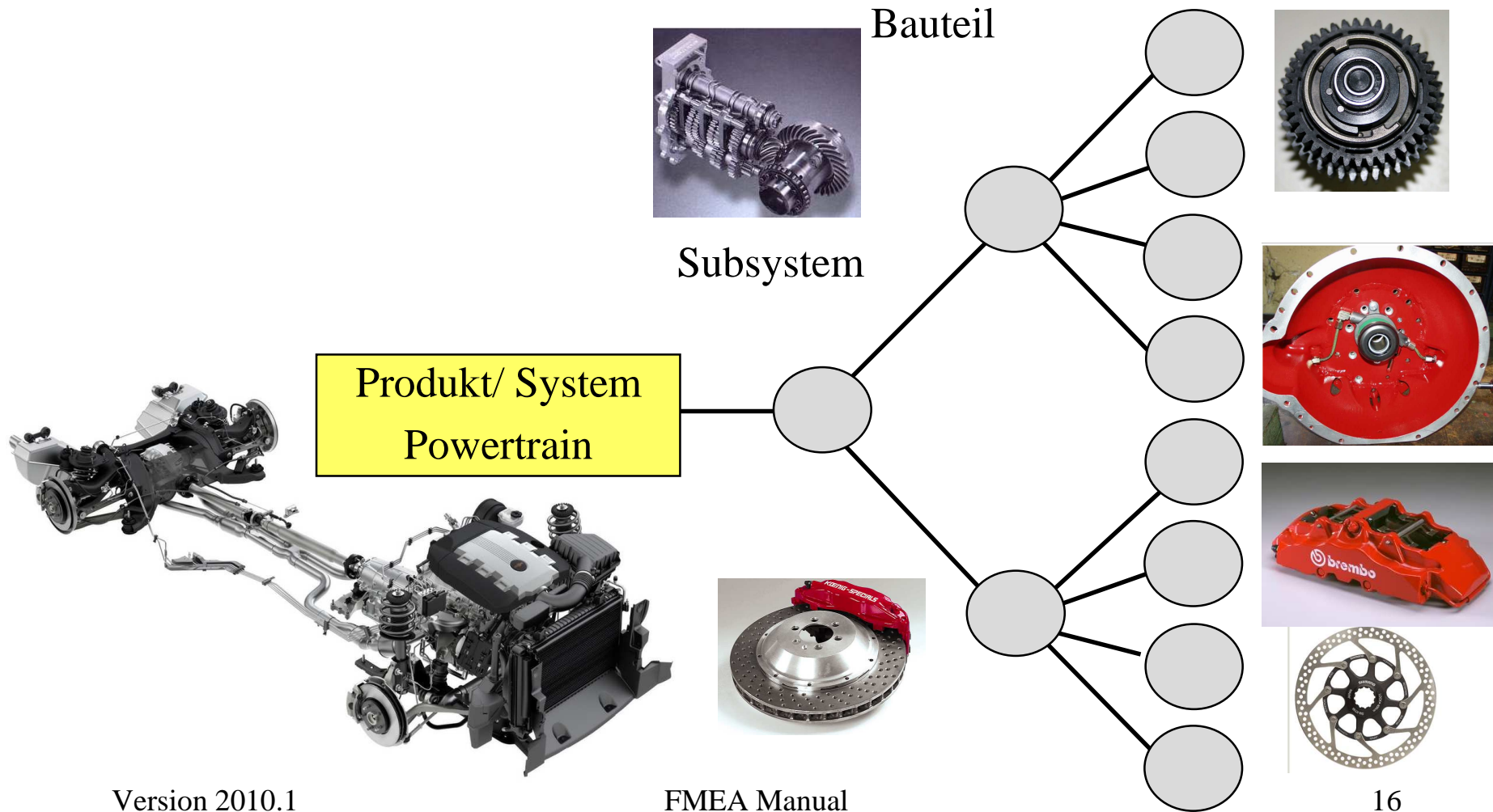
- Maßnahmen sollten allen Beteiligten mitgeteilt werden
- der Teamleiter ist verantwortlich dafür, daß empfohlene Maßnahmen angegangen werden
- als lebendes Dokument stellt die FMEA den letzten Stand dar
- der Teamleiter sollte geeignete Mittel einsetzen, um die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen sicherzustellen (Bewertungen, Kontrollpläne usw.)

Strategie, Planung, Umsetzung

Ansatz (1)

- es gibt nicht den einen, ausschließlichen Prozeß für FMEAs, jedoch gemeinsame Elemente
- stelle das Team zusammen
 - ein bereichsübergreifendes Team
 - zuständig für den Aufgabenbereich
 - Fähigkeiten zur Moderation einer FMEA und Kenntnisse zum FMEA-Prozeß
 - Erfahrung und
 - notwendige Autorität

Strategie, Planung, Umsetzung



Strategie, Planung, Umsetzung

Ansatz (3)

- definiere den Kunden, es gibt vier (4) Hauptkunden
 - Endverbraucher
 - OEM, Montagewerke und Produktionsstätten
 - Hersteller in der Lieferkette
 - Behörden/ Regierungsstellen
- lege Funktionen, Anforderungen und Spezifikationen fest
 - kläre die Entwicklungsvorgaben oder
 - den Prozeßzweck ab

Strategie, Planung, Umsetzung

Ansatz (6)

- lege mögliche Ursachen fest
 - die mögliche Ursache eines Fehlers ist definiert als ein Hinweis darauf, wie der Fehler auftreten könnte, beschrieben als etwas, das korrigiert oder gesteuert werden kann
 - mögliche Ursachen von Fehlern können ein Hinweis auf eine Schwäche des Designs sein, in deren Folge der Fehler auftritt

Strategie, Planung, Umsetzung

Ansatz (10)

- Empfohlene Maßnahmen und Ergebnisse
 - Zweck der empfohlenen Maßnahmen ist die Reduzierung des Gesamtrisikos und der Wahrscheinlichkeit, daß die Fehlerart auftritt
 - die empfohlenen Maßnahmen werden die Bedeutung und das Auftreten reduzieren und
 - die Entdeckung verbessern
 - Verantwortlichkeit und Termin der empfohlenen Maßnahmen sollten aufgezeichnet werden
 - sobald die Maßnahmen abgeschlossen sind, sollten aktuelle Bewertungen vorgenommen werden

Strategie, Planung, Umsetzung

Verantwortung des Managements



- Management ist der Prozeßeigner des FMEA-Prozesses
- Management ist letztendlich verantwortlich für
 - auswählen und bereitstellen der Ressourcen
 - sichern eines wirksamen Risikomanagements und
 - sichern angemessener Zeitvorgaben
- zur Verantwortung des Managements gehört auch die direkte Unterstützung des Teams durch
 - begleitende Bewertungen
 - beseitigen von Hindernissen und
 - einbeziehen von Lessons Learned

Vorbemerkungen zur Design-FMEA

Die D-FMEA unterstützt den Entwicklungs- (1)
prozeß bei der Reduzierung der Risiken durch:

- objektive Bewertung des Designs, funktionaler Anforderungen und alternativer Designs
- Bewertung der ursprünglichen Entwicklungsanforderungen für
 - Herstellung
 - Montage
 - Kundendienst
 - Recycling

Vorbemerkungen zur Design-FMEA

Die D-FMEA ist ein lebendes Dokument, sie

- wird begonnen vor Abschluß des Entwicklungskonzepts
- wird überarbeitet
 - wenn Änderungen auftreten oder
 - wenn im Laufe der Produktentwicklungsphasen weitere Informationen gewonnen werden
- wird im Wesentlichen vor Freigabe zur Produktionsprozeßentwicklung abgeschlossen
- ist eine Quelle für Lessons Learned bei zukünftigen Entwicklungsschritten

Vorbemerkungen zur Design-FMEA

Hinweise Produktion, Montage, Kundendienst (1)

- die D-FMEA sollte auf alle möglichen Fehlerarten und Ursachen eingehen, die als Folge der Designtätigkeit bei Prozessen auftreten können

- Herstellung
- Montage
- Einsatz beim Endverbraucher oder **Prozesse**
- Kundendienst und Recycling

- Fehlerarten können entschärft werden (Entwicklungsänderung, Fehlervermeidung) oder
- weitergeleitet (Aktionsplan) und in der P-FMEA berücksichtigt werden

Vorbemerkungen zur Design-FMEA

Hinweise Produktion, Montage, Kundendienst (3)

- die D-FMEA kann auch technische und physikalische Beschränkungen des Produkts bei Kundendienst und Recycling berücksichtigen wie
 - Einsetzbarkeit von Werkzeugen
 - diagnostische Möglichkeiten
 - Symbole zur Klassifizierung der Materialien
 - Materialien und Chemikalien, die im Herstellprozeß benutzt werden

Entwicklung einer Design-FMEA

Voraussetzungen (2)

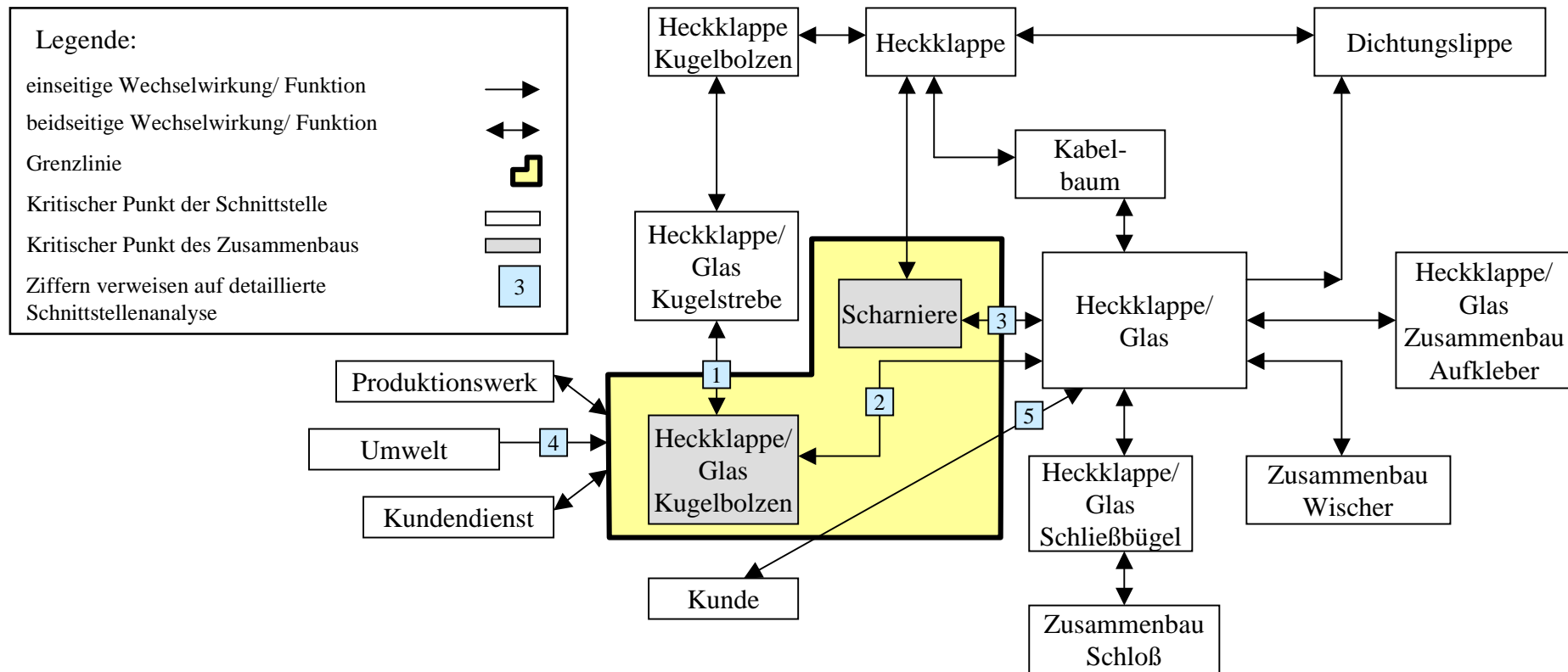
- System, Subsystem oder Bauteil verstehen
 - Mit welchen Prozessen, angrenzenden Bauteilen oder Systemen wirkt das Produkt zusammen?
 - Gibt es am Produkt Funktionen oder Besonderheiten, die auf andere Bauteile oder Systeme einwirken?
 - Werden Eingaben von anderen Bauteilen oder Subsystemen zur Verfügung gestellt, die für die Erbringung der geforderten Funktionen des Produkts benötigt werden?
 - Schließen die Funktionen des Produkts die Vermeidung oder Entdeckung möglicher Fehlerarten in einem verbundenen Bauteil oder System ein?



- Werkzeuge: Block-Diagramm oder Parameter-Diagramm

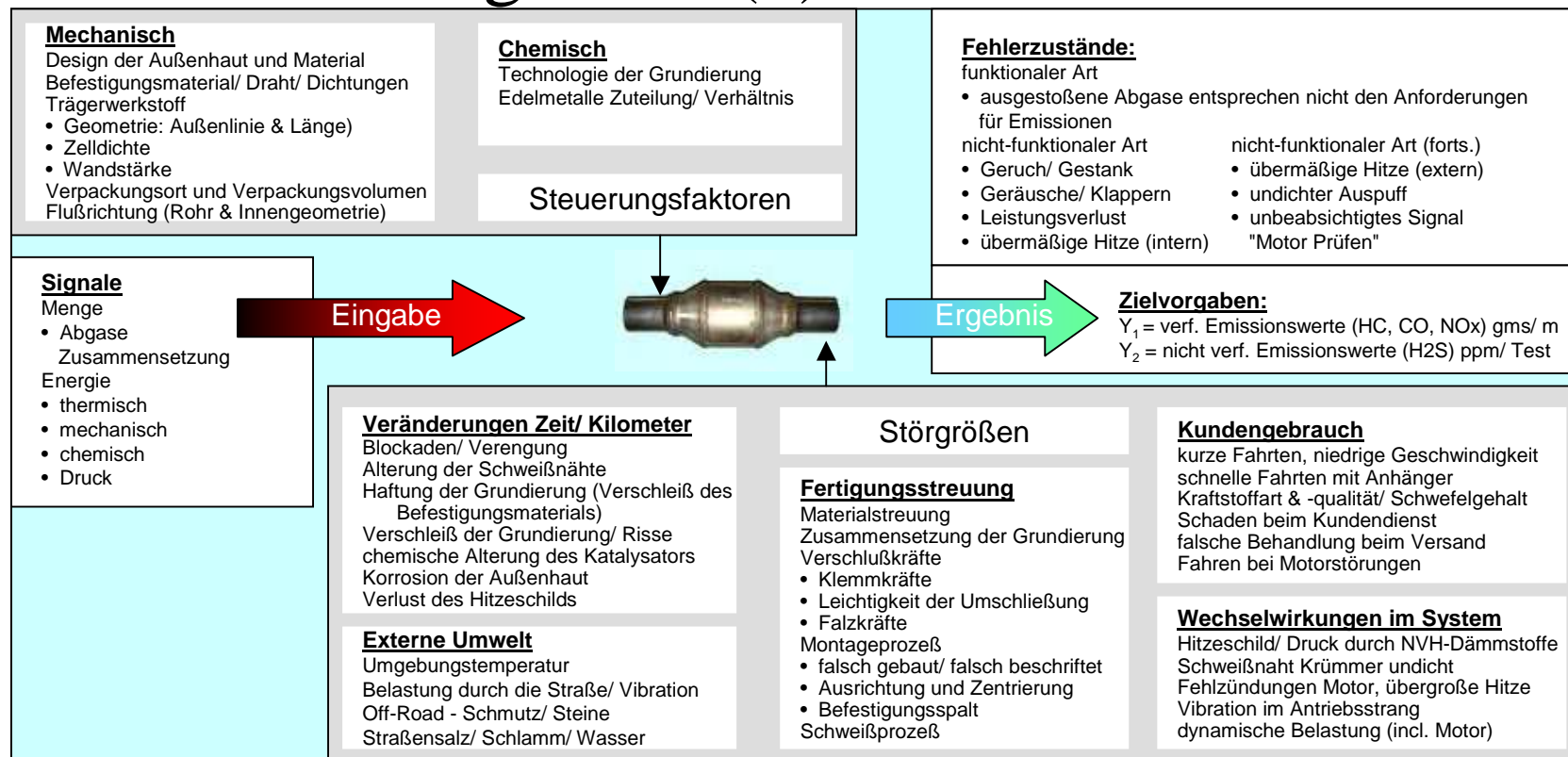
Entwicklung einer Design-FMEA

Block-Diagramm (2)



Entwicklung einer Design-FMEA

Parameter-Diagramm (3)



In der FMEA und den unterstützenden Werkzeugen sind einheitliche Begriffe zu benutzen!

Design-FMEA

Alphanumerische Kennung der FMEA zur Lenkung der Dokumente

System:		Fehler-Möglichkeit und Einfluß-Analyse				FMEA-Number:	
Subsystem:		Design-FMEA				Seite: von:	
Bauteil:		Designverantwortlich:				Erstellt von:	
Modelljahr/ Programm:		Termin:				FMEA-Datum (Status):	
Kernteam:							
Teil	Information	Möglicher Fehler	Ursache	C	Derzeitige Design-Methode	Ergebnisse	Maßnahmen
Funktion					R P Z	Getroffene Maßnahmen und Datum	B E R P Z
Name, Organisation weitere Kontaktinformationen zu den Teammitgliedern.		Einzutragen ist der erste Fälligkeitstermin für die Entwicklung, dies darf nicht nach der Freigabe zur Produktionsentwicklung sein.		Fertigstellungs- oder Überarbeitungsdatum		Verantwortlicher Ingenieur: Name und Kontaktdaten	
Stelle fest, was analysiert werden soll! Lege den Anwendungsbereich der FMEA für System, Subsystem oder Bauteil fest!		Eintragen, wer für das Design verantwortlich ist: OEM, die Organisation mit Abteilung und Gruppe oder Lieferant.					

In der FMEA und den unterstützenden Werkzeugen sind einheitliche Begriffe zu benutzen!

Design-FMEA

Alle Funktionen eintragen, die zur Erfüllung der Kundenanforderungen benötigt werden!

Trage zu jeder Anforderung die Funktionen ein. Wenn eine Funktion mehr als eine Anforderung mit unterschiedlichen möglichen Fehlerarten hat, müssen alle Anforderungen und Fehlerarten getrennt aufgeführt werden!

Festgestellte Schnittstellen oder Teile eintragen!

Mögliche Fehlerfolgen sind definiert als Folgen wie sie der interne oder externe Kunde erfährt.

Die Information über mögliche Fehlerursachen oder Fehlermechanismen können in mehrere Spalten aufgeteilt werden. Ein Fehlermechanismus ist der physikalische, chemische, elektrische, thermische oder sonstige Prozeß, der zu der Fehlerart führt. Die Fehlerart ist die "beobachtete" oder "externe" Wirkung.

Die mögliche Fehlerart ist definiert als die Art und Weise, wie möglicherweise ein Bauteil, ein Subsystem oder ein Teil versagen könnte, die vorgegebene Funktion zu erfüllen. Mögliche Fehlerarten sollten in technischen Begriffen beschrieben werden und nicht als Symptome, wie sie der Kunde wahrnimmt.

Diese Spalte kann benutzt werden, um Fehlerarten mit hoher Priorität zu markieren

Die Bedeutung (B) ist ein Wert, der mit der schwerwiegendsten Auswirkung einer gegebenen Fehlerart in Verbindung steht. Es wird nicht empfohlen, die Bewertungen für 9 und 10 zu verändern. Fehlerarten mit der Bedeutung 1 sollten nicht weiter analysiert werden.

lyse

FMEA-Number:

FMEA Datum / Status:

Bauteil:

Modelljahr/ Programm:

Kernteam:

Teil	Anforderung	Möglicher Fehler	Mögliche Fehlerfolgen	B	Class	Mögliche Fehlerursache	Derzeitige Design Methoden
Funktion							

Festlegen der Prioritäten bei Risiken

Risikobewertung

- zunächst sollte das Augenmerk auf Fehlerarten mit der höchsten Einstufung bei der Bedeutung gerichtet werden
- bei einer Bedeutung von 9 oder 10 muß daß Risiko durch Methoden der Designlenkung oder empfohlene Maßnahmen angegangen werden
- bei Fehlern mit einer Bedeutung von 8 oder weniger, sollten Ursachen mit den höchsten Bewertungen für Auftreten und Entdecken zuerst bearbeitet werden
- der Einsatz von RPZ-Grenzwerten wird nicht empfohlen. Beispiel:

Teil	Bedeutung	Auftreten	Entdecken	RPZ
A	9	2	5	90
C	2	9	7	126
B	7	4	4	112

Bewertungskriterien für Design-FMEA

Heribert Nuhn
QMS
 Qualitäts-Management-Systeme

Bedeutung (B)	Auftreten (A)			Entdecken (E)		Wert
	Fehlerrate	VDA	AIAG	AIAG	VDA	
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften ohne Warnung.	Sehr hoch	500.000 ppm	≥ 100 je 1.000 100.000 ppm	Praktisch unmöglich	90%	10
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften mit Warnung.	Hoch	100.000 ppm	50 je 1.000 50.000 ppm	Sehr unwahrscheinlich	90%	9
Verlust der Primärfunktion (Fahrzeug ist nicht funktionsfähig, hat aber keine Auswirkung auf den sicheren Betrieb des Fahrzeugs).		50.000 ppm	20 je 1.000 20.000 ppm	Unwahrscheinlich	98%	8
Einschränkung der Primärfunktion (Fahrzeug/ Teil ist funktionsfähig, aber auf einem geringeren Leistungsniveau).		10.000 ppm	10 je 1.000 10.000 ppm	Sehr gering	99,7%	7
Verlust der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit sind nicht funktionsfähig).	Mäßig	5.000 ppm	2 je 1.000 2.000 ppm	Gering	99,7%	6
Einschränkung der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Reduzierung der Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit).		1.000 ppm	0,5 je 1.000 500 ppm	Mäßig	99,7%	5
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den meisten Kunden bemerkt (> 75%).		500 ppm	0,1 je 1.000 100 ppm	Mäßig hoch	99,9%	4
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den vielen Kunden bemerkt (> 50%).	Gering	100 ppm	0,01 je 1.000 10 ppm	Hoch	99,9%	3
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den kritischen Kunden bemerkt (> 25%).		50 ppm	0,001 je 1.000 1 ppm	Sehr hoch	99,9%	2
Keine erkennbaren Folgen	Sehr Gering	1 ppm	Fehler durch vermeidende Steuerung. ausgeschlossen	Praktisch sicher	99,99%	1

Besondere Merkmale D-FMEA

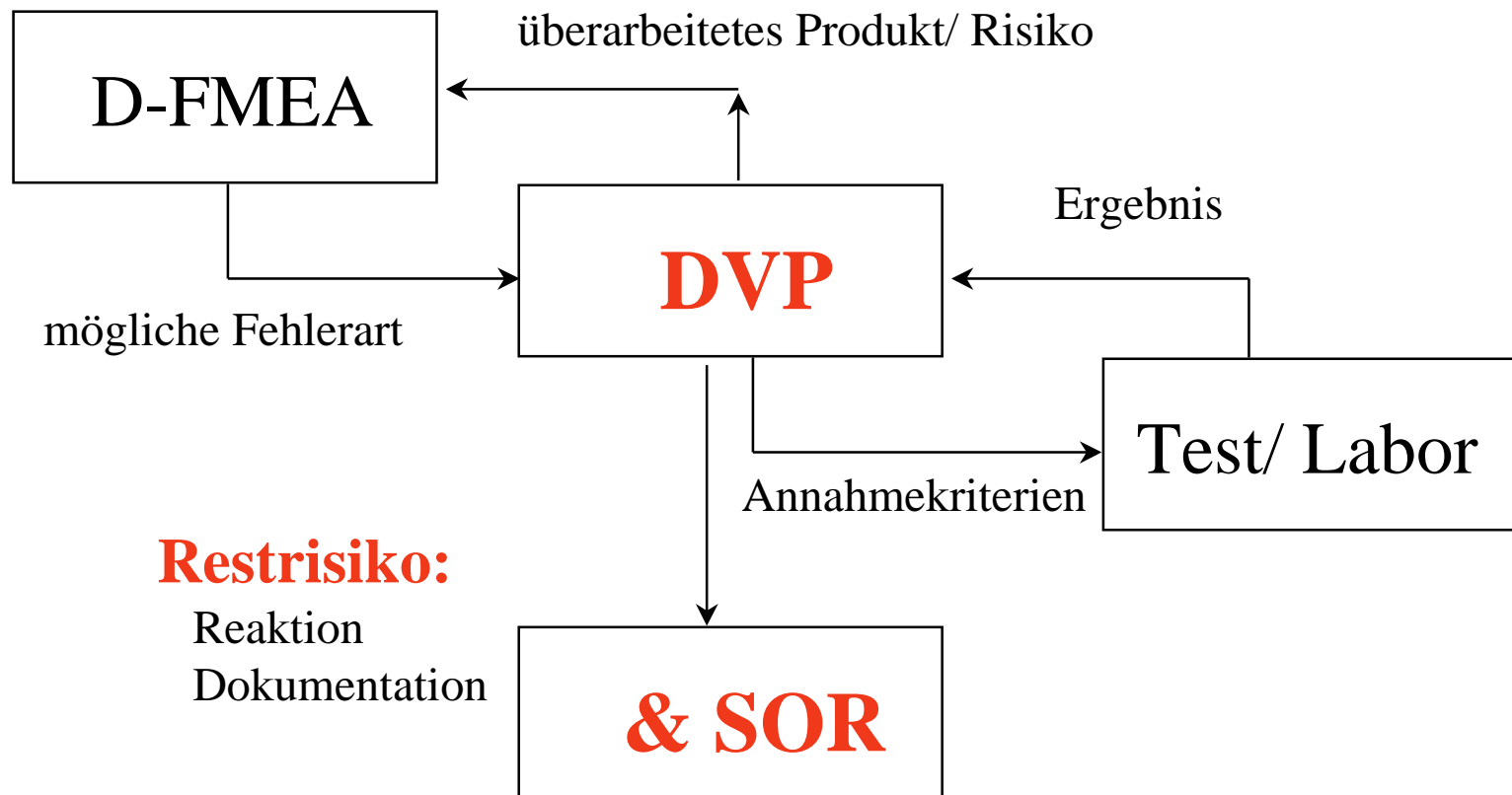
Klassifizierung	Memo	Wert	Steuerung/ Maßnahme
YC	mögliches CC in P-FMEA	B: 9 oder 10	n.a.
YS	mögliches SC in P-FMEA	B: 5 - 8 A: 4 - 10	n.a.
keine	CC oder SC	B: < 5	n.a.

Pflegen von Design-FMEAs

Die D-FMEA ist ein lebendes Dokument

- sollte bei jeder Designänderung überarbeitet werden und
- entsprechend auf den neuesten Stand gebracht werden
- neueste Inhalte von empfohlenen Maßnahmen sollten in nachfolgende FMEAs eingearbeitet werden
- zusammen mit abschließenden Ergebnissen zu den durchgeführten Maßnahmen
- periodische Neubewertungen der benutzten Werte in der FMEA, besonders bezüglich der Einstufung bei Auftreten (A) und Entdecken (E)
- dies sollte widerspiegeln
 - Produktänderungen
 - Verbesserungen bei Designmethoden und Designsteuerungen
 - Rückmeldungen bei Feldausfällen

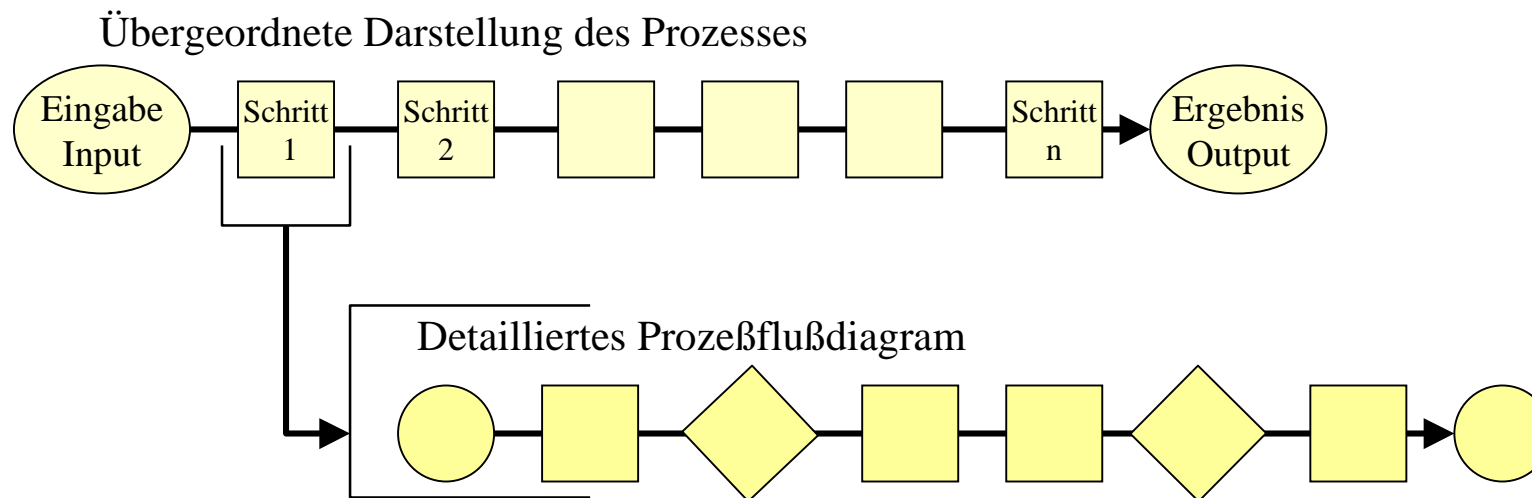
Design Verification Plan



Restrisiko:
Reaktion
Dokumentation

Entwicklung einer Prozeß-FMEA

Prozeßflußdiagramm (2)



Entwicklung einer Prozeß-FMEA

Prozeßflußdiagramm (3)

Abteilung: _____

Seite: _____ von _____

Produkt/ Dienstleistung: _____

Ident-Nummer: _____

Datum: _____

Quellen der Streuung	Prozeßfluß	Zielvorgaben
verschütten, stoßartige Behandlung Materialhärte, Materialstruktur und Maße Verunreinigung bei Kühlmittel Druck Werkzeugaufbau bei Vorbereitung schmutzige/ ölige Teile	<p>Bohren & Fräsen 20.3 Schleifen 40.1 Prüfen 50.2</p>	keine Beschädigung LD1, ID5 Mittellinie festlegen OD1, RO1, MI1 keine Beschädigung der OF alle fehlerhaften Teile
<p> Arbeitsgang 100%-Prüfung Lagerung Arbeitsgang mit Prüfung Transport ☢ Werker Einmaschinenbed. ☢ Werker Mehrmaschinenb. </p>		

Entwicklung einer Prozeß-FMEA

Produktmerkmalsmatrix (1)

- beschreibt Zusammenhänge von Produkt und Prozeß sowie von Produkt zu Produkt
- zu ermitteln sind alle Prozeßschritte, die einen Einfluß auf die Erzielung der Produktmerkmale haben können

Legende		
X	-	Merkmal wird erzeugt oder verändert
C	-	Merkmal wird zum Einspannen verwendet
L	-	Merkmal wird zum Positionieren verwendet
T	-	ein gemeinsames Werkzeug erzeugt mehr als nur ein Merkmal
M	-	Merkmal wird automatisch überwacht
A	-	ein Endproduktmerkmal hat eine starke Auswirkung auf ein anderes

Entwicklung einer Prozeß-FMEA

Produktmerkmalsmatrix (2)

	Arbeitsgang			
Produktmerkmale	20.3	30.1	40.1	50.2
korrekte Orientierung des Werkstücks	A			
Positionieren des Werkstücks	A			
Bohren	X			
Nut fräsen		C		
Einspannen			A	
Schleifen			X	
prüfen mit Lehre				M

In der FMEA und den unterstützenden Werkzeugen sind einheitliche Begriffe zu benutzen!

Prozeß-FMEA

Alphanumerische Kennung der FMEA zur Lenkung der Dokumente

Fehler-Möglichkeit und Einfluß-Analyse

Prozeß-FMEA

FMEA-Number: _____

Seite: _____ von: _____

Erstellt von: _____

FMEA-Datum (Status): _____

Teil: _____ Prozeßverantwortlich: _____

Modelljahr/ Programm: _____ Termin: _____

Kernteam: _____

Prozeß-Schritt	Anforderung	Mögl. Fehlerart	Mögl. Folgen des Fehlers	Prozeßschritt	Fähigkeitstermin	Fertigstellungs- oder Überarbeitungsdatum	Ergebnis-Maßnahmen	Offene Maßnahmen und Datum	E	RPZ

Name, Organisation und weitere Kontaktinformationen zu den Teammitgliedern

Einzutragen ist der erste Fälligkeitstermin für die Prozeß-FMEA, dies darf nicht nach dem geplanten Datum für den Produktionsstart sein

Trage die Nummer für das System, Subsystem oder Bauteil ein, für das der Prozeß analysiert wird!

Fertigstellungs- oder Überarbeitungsdatum

verantwortlicher Ingenieur: Name und Kontaktdaten

Eintragen, wer für Prozeßentwicklung verantwortlich ist: OEM, die Organisation mit Abteilung und Gruppe oder Lieferant

Festlegen Prioritäten bei Risiken

Risikobewertungen

- zunächst sollte der Schwerpunkt auf Fehlerarten mit der höchsten Einstufung bei Bedeutung gesetzt werden
- bei einer Bedeutung von 9 oder 10 muß das Risiko durch Entwicklungsmethoden oder empfohlene Maßnahmen angegangen werden
- bei Fehlerarten mit einer Bedeutung von 8 oder darunter, sollten Ursachen mit den höchsten Bewertungen für Auftreten oder Entdecken berücksichtigt werden
- starre Grenzwerte bei der RPZ sind keine empfohlene Praxis, Bsp.:

Teil	Bedeutung	Auftreten	Entdecken	RPZ
A	9	2	5	90
C	2	9	7	126
B	7	4	4	112

Bewertungskriterien für Prozeß-FMEA

Heribert Nuhn
QMS
 Qualitäts-Management-Systeme

Bedeutung (B)	Auftreten (A)			Entdecken (E)		Wert
	Fehlerrate	VDA	AIAG	AIAG	VDA	
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften ohne Warnung.	Sehr hoch	500.000 ppm	≥ 100 je 1.000 100.000 ppm	Praktisch unmöglich	90%	10
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften mit Warnung.	Hoch	100.000 ppm	50 je 1.000 50.000 ppm	Sehr unwahrscheinlich	90%	9
Verlust der Primärfunktion (Fahrzeug ist nicht funktionsfähig, hat aber keine Auswirkung auf den sicheren Betrieb des Fahrzeugs).		50.000 ppm	20 je 1.000 20.000 ppm	Unwahrscheinlich	98%	8
Einschränkung der Primärfunktion (Fahrzeug/ Teil ist funktionsfähig, aber auf einem geringeren Leistungsniveau).		10.000 ppm	10 je 1.000 10.000 ppm	Sehr gering	99,7%	7
Verlust der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit sind nicht funktionsfähig).	Mäßig	5.000 ppm	2 je 1.000 2.000 ppm	Gering	99,7%	6
Einschränkung der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Reduzierung der Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit).		1.000 ppm	0,5 je 1.000 500 ppm	Mäßig	99,7%	5
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den meisten Kunden bemerkt (> 75%).		500 ppm	0,1 je 1.000 100 ppm	Mäßig hoch	99,9%	4
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den vielen Kunden bemerkt (> 50%).	Gering	100 ppm	0,01 je 1.000 10 ppm	Hoch	99,9%	3
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den kritischen Kunden bemerkt (> 25%).		50 ppm	0,001 je 1.000 1 ppm	Sehr hoch	99,9%	2
Keine erkennbaren Folgen	Sehr Gering	1 ppm	Fehler durch vermeidende Steuerung. ausgeschlossen	Praktisch sicher	99,99%	1

Bewertungskriterien für Prozeß-FMEA

Heribert Nuhn
QMS
 Qualitäts-Management-Systeme

Bedeutung (B)	Auftreten (A)			Entdecken (E)	Prüfmethode		W
	Fehlerrate	Cpk	Ereignisse		Fehlervermeidung	Lehre/ Man. Prüfung	
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften ohne Warnung.	Sehr hoch	< 0,33	≥ 100 je 1.000 100.000 ppm	Praktisch unmöglich		kann/ wird nicht geprüft	10
Die mögliche Fehlerart beeinträchtigt die Fahrzeugsicherheit und/ oder die Nichteinhaltung gesetzlicher Vorschriften mit Warnung.	Hoch	≥ 0,33	50 je 1.000 50.000 ppm	Sehr unwahrscheinlich		indirekte/ gelegentliche Prüfung	9
Verlust der Primärfunktion (Fahrzeug ist nicht funktionsfähig, hat aber keine Auswirkung auf den sicheren Betrieb des Fahrzeugs).		≥ 0,51	20 je 1.000 20.000 ppm	Unwahrscheinlich		Sichtprüfung	8
Einschränkung der Primärfunktion (Fahrzeug/ Teil ist funktionsfähig, aber auf einem geringeren Leistungsniveau).		≥ 0,67	10 je 1.000 10.000 ppm	Sehr gering		zweifache Sichtprüfung	7
Verlust der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit sind nicht funktionsfähig).		≥ 0,83	2 je 1.000 2.000 ppm	Gering		Charts (SPC)	6
Einschränkung der Sekundärfunktion (Fahrzeug ist funktionsfähig, aber Reduzierung der Funktionen für Komfort und Bequemlichkeit).	Mäßig	≥ 1,00	0,5 je 1.000 500 ppm	Mäßig		100% Gut/ Schlechtlehre	5
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den meisten Kunden bemerkt (> 75%).		≥ 1,17	0,1 je 1.000 100 ppm	Mäßig hoch	Fehlerentdeckung in Folgestat.	Einricht-/ Erstteil-Prüfung	4
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den vielen Kunden bemerkt (> 50%).		≥ 1,33	0,01 je 1.000 10 ppm	Hoch	mehrere Akzeptanzebenen	Auswahl Installation Verifizierung	3
Aussehen, hörbare Geräusche. Das Fahrzeug ist einsatzfähig, Mängel am Teil, Defekt wird von den kritischen Kunden bemerkt (> 25%).	Gering	≥ 1,50	0,001 je 1.000 1 ppm	Sehr hoch	automatische Entdeckung Stop-Fkt.	n.i.O Teil kann nicht akzeptiert werden	2
Keine erkennbaren Folgen		Sehr Gering	≥ 1,67	Fehler durch verm. Steuerung. ausgeschlossen	Praktisch sicher	Fehlervermeidung d. Design	1

Besondere Merkmale P-FMEA

Klassifikation	Memo	Wert	Steuerung/ Maßnahme
CC	kritisches Merkmal	B: 9 oder 10	Kontrollplan
SC	signifikantes Merkmal	B: 5 - 8; A: 4 - 10	Kontrollplan
HI	starke Wirkung (Prozeßfähigkeit)	B: 5 - 8; A: 4 - 10	besondere Aufmerk- samkeit

Besondere Merkmale P-FMEA

Klassifikation	Memo	Wert	Steuerung/ Maßnahme
OS	Werker- sicherheit	B: 9 oder 10	Freigabe durch Sicherheits- ingenieur
keine	weder CC oder SC noch HI oder OS	sonstige	n.a.

Besondere Merkmale

- Anmerkung:
 - Besondere Merkmale werden nach der Fertigstellung der D-FMEA und P-FMEA bestätigt
 - Besondere Merkmale einzuschließen in die Entwicklungsbewertung (ISO TS 16 949 und kundenspezifische Anforderungen)
 - Kontrollplan und FMEAs müssen ggf. vom Kunden unterschrieben werden (Ford: CC, d.h. für alle Control Item Parts (∇))

Pflegen von Prozeß-FMEAs

Die P-FMEA ist ein lebendes Dokument

- sollte bei jeder Designänderung überarbeitet werden und
- entsprechend auf den neuesten Stand gebracht werden
- neueste Inhalte von empfohlenen Maßnahmen sollten in nachfolgende FMEAs eingearbeitet werden
- zusammen mit abschließenden Ergebnissen durchgeführten Maßnahmen
- periodische Neubewertungen der benutzten Werte in der FMEA, besonders bei Auftreten (A) und Entdecken (E)
- dies sollte widerspiegeln
 - Produktänderungen
 - Verbesserungen bei Designmethoden und Designsteuerungen
 - Rückmeldungen bei Feldausfällen

Festlegen der Prioritäten bei Risiken

Alternativer Ansatz (Anhang C)

- der erste Ansatz könnte sich auf die Bewertungen bei Bedeutung und Auftreten konzentrieren (B und A, nicht-arithmetisch)
- abhängig von der Organisation und Produkt oder Prozeß kann ein Ansatz über Bedeutung und Entdecken gewählt werden (B und E)
- die häufigste Risikoeinstufung erfolgt über die RPZ: $B \times A \times E$
- jeder Ansatz ergibt unterschiedliche Prioritäten bei den Risiken, zum Beispiel:

Teil	Bedeutung	Auftreten	Entdecken	RPZ	BAE	BE
A	7	7	3	147	773	73
B	7	3	7	147	737	77
C	3	7	7	147	377	37