

# QM – Neuerungen und Trends

---

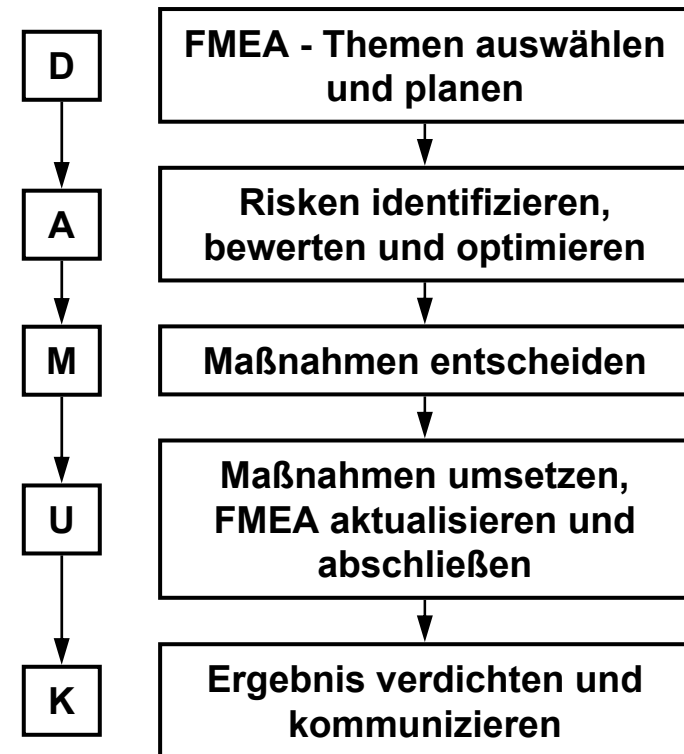
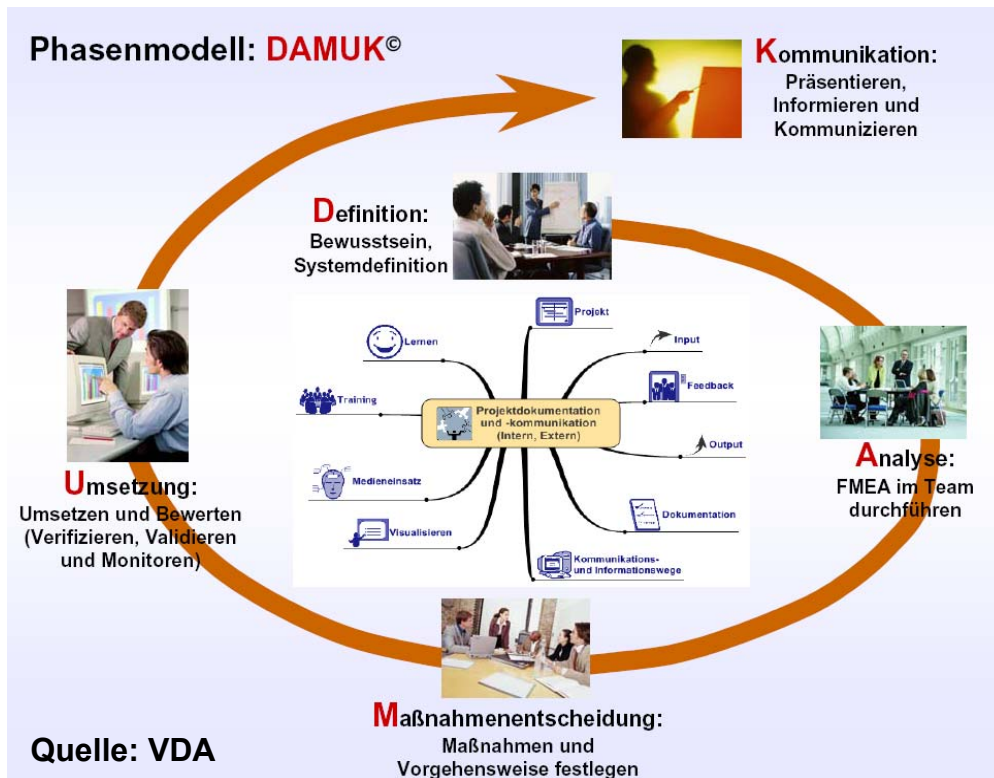
## Neue Forderungen der VDA zum FMEA-Prozess.

### VDA 4 Produkt- und Prozess-FMEA.

26. Juni 2008, Ing. Peter Gritsch, Merten Management GmbH

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# VDA „neu“ - FMEA-Ablauf nach „DAMUK“



VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Risikomatrix (Themenauswahl & Priorisierung)

Projekt Motor	Produktentwicklung			Prozess		Kundenrelevanz			Summe	Priorität
	Neuheitsgrad	Komplexitätsgrad	Zeitfaktor	Herstellbarkeit	Montierbarkeit	Betriebskosten	Sicherheitsanforderung	Komfort		
Abgassystem	3	3	9	0	3	3	9	3	33	2
E-Gas-System	9	9	3	3	9	1	9	3	46	1
Kühlsystem	1	3	1	1	9	0	3	9	27	3
Kurbeltrieb	0	1	3	0	0	0	1	0	5	5
Ventiltrieb	3	9	3	3	1	0	1	1	21	4

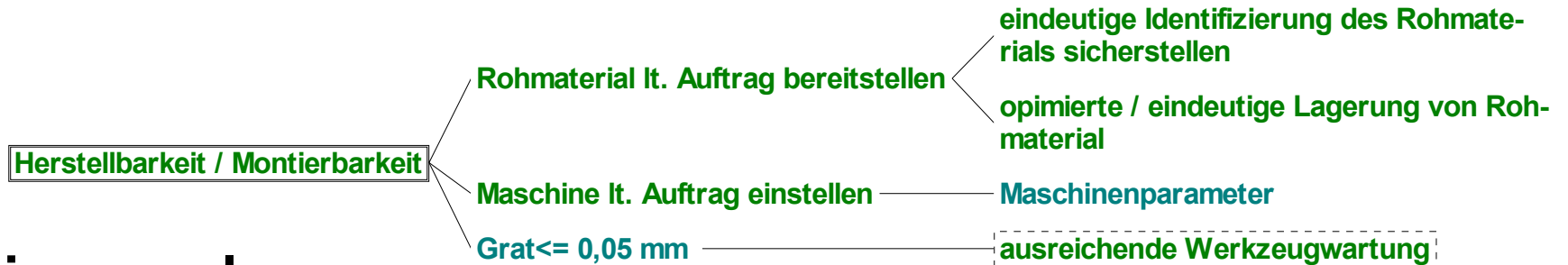
Produktion E-Gassteller	Prozessentwicklung			Wirtschaftlichkeit		Kundenrelevanz			Summe	Priorität
	Neuheitsgrad	Komplexitätsgrad	Zeitfaktor	Prozesskosten	Ausbringung	Betriebskosten	Sicherheitsanforderung	Komfort		
Fertigung Gehäuse	0	3	1	3	0	3	9	9	28	4
Fertigung Getriebeeinheit	9	3	3	9	9	3	9	9	54	1
Fertigung Kabelsatz	0	3	1	1	9	1	3	9	27	5
Vormontage Getriebeeinheit	1	3	3	3	9	3	9	9	40	2
Komplettmontage E-Gassteller	9	1	3	1	3	3	9	9	38	3

Quelle: VDA

<b>0</b>	<b>Risiko trifft nicht zu</b>
<b>1</b>	<b>Risiko trifft im geringen Maße zu</b>
<b>3</b>	<b>Risiko trifft zu</b>
<b>9</b>	<b>Risiko trifft im besonderen Maße zu</b>

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Funktions- & Fehleranalyse



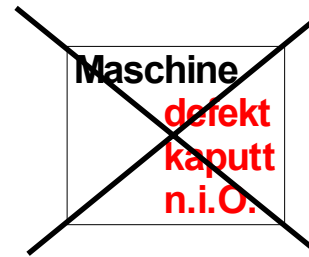
## ◆ Funktionsanalyse

- Das Zusammenwirken von Funktionen muss dargestellt werden (z.B. Funktionsnetz/-struktur/-baum, Fluss-/ Ablaufdiagramme)

## ◆ Fehlerfolgen und Fehlerursachen müssen eindeutig beschrieben sein

- Formulierungen wie:

- ✓ Nichterfüllung
- ✓ defekt, kaputt
- ✓ n.i.O.



werden nicht mehr akzeptiert

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Bewertung

## ◆ Produktgruppenspezifische Bewertungskataloge sind zu erstellen und abzustimmen

- Die Bewertung der Fehlerfolge ist mit dem Kunden abzustimmen
- Wenn die Fehlerfolge nicht bekannt ist, ist B mit 10 zu bewerten!

## ◆ Wenn keine Vermeidungs- oder Entdeckungsmaßnahmen definiert sind:

- muss A/E jeweils mit 10 bewertet werden

## ◆ Eine „starre RPZ“ als Eingriffsgrenze ist nicht sinnvoll

- Bewertungsmaßstäbe können unterschiedlich sein
- Zusammensetzung ist zu berücksichtigen

### Bewertungstabelle (Auftreten - A)

- ◆ 10 - Fehler tritt sehr häufig auf - bei mehr als 70% der Produktion
- ◆ 9 - Fehler tritt sehr häufig auf - bei mehr als 50% der Produktion
- ◆ 8 - Fehler tritt sehr oft auf - bei mehr als 30% der Produktion
- ◆ 7 - Fehler tritt sehr oft auf - bei mehr als 10% der Produktion
- ◆ 6 - Fehler tritt oft auf - bei mehr als 5% der Produktion
- ◆ 5 - Fehler tritt hin und wieder auf - bei mehr als 2,5% der Produktion
- ◆ 4 - Fehler selten auf - bei weniger als 2,5% der Produktion
- ◆ 3 - Fehler tritt relativ selten auf - bei ca. 1% der Produktion
- ◆ 2 - Fehler tritt fast nie auf - bei weniger als 1% der Produktion
- ◆ 1 - Fehler tritt nie auf - unwahrscheinlich

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Maßnahmenstatus

- ◆ Jeder Maßnahme ist ein Verantwortlicher / Termin zuzuordnen,
  - oder die entsprechenden Dokumente anzuführen (DVP&R, CP,...)
- ◆ Der Status der Maßnahmen ist festzuschreiben (Beispiel)
  - a) unbearbeitet, in Planung
  - b) in Entscheidung
  - c) in Umsetzung
  - d) abgeschlossen
  - e) verworfen



Funktion: Erststückprüfung durchführen						
[Stanzen] Probleme bei nachfolgenden Arbeitsschritten - Ausschuß	8		Erststückprüfung nicht vollständig	[Prüfmittel] keine geeigneten Prüfmittel vorhanden	Maßnahmenstand - Anfang: 28.08.2003	
					8	vorläufig nur Vorse- rienprüfplan vorhanden
					10	640
					Maßnahmenstand: 28.08.2003	
				Serienprüfmittel beschaffen	2	Serienprüfplan erstellen (Pinbreite, Breite der Schlüsselöcher,...)
					2	(32) Produktionsplanung KW 52, 2003 in Bearbeitung

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt



# Know-how-Schutz & MmbB

---

- ◆ **Produkt- und Prozess-FMEAs sind grundsätzlich nicht an den Kunden zu übergeben, sofern nicht vereinbart**
  - **Achtung: Amerikanische Automobilindustrie sieht es anders**  
→ PPAP Fourth Edition
- ◆ **Wesentliche Ergebnisse müssen jederzeit präsentiert werden können**
- ◆ **Merkmale mit besonderer Bedeutung (MmbB) sind zu definieren, zu kennzeichnen und zu analysieren**
- ◆ **Kennzeichnung entsprechend IATF wird empfohlen**
  - **sicherheitsrelevant:** 
  - **funktionsrelevant:** 

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Zusammenhang zu anderen Methoden / Ergänzungen

vorgelagert	FMEA (DRBFM, FMEDA)	ergänzend
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Quality Funktion Deployment (QFD)</li> <li>◆ Funktionsanalyse (FktA)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Fehlerbaumanalyse (FTA)</li> <li>◆ Ereignisbaumanalyse (ETA)</li> <li>◆ Statistische Prozessregelung (SPC)</li> <li>◆ Wertanalyse (WA)</li> <li>◆ Statistische Versuchsplanung (DoE)</li> </ul>

DRBFM: Design Review Based on Failure Mode  
FMEDA: Failure Mode, Effect and Diagnostics Analysis

## ◆ Weitere Ergänzungen im VDA-Heft

- **Besondere Regelungen / Ergänzungen gibt es für**
  - ✓ mechatronische Systeme (Umgang mit Scheinfehlern, Notlaufbetrieb, Fehlersuche im Kundenbetrieb, Fahrerinformation,...)
  - ✓ Software (Betrachtungsschwerpunkt: Gesamtsystem)
  - ✓ Maschinen (= Produkt-FMEA)
- **Neue Bewertungskataloge**
- **Checkliste für die Beurteilung einer FMEA**

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# DRBFM (Design Review Based on Failure Mode)

APIS Informationstechnologien GmbH		DRBFM Formblatt													
Modell:		D:\Eigene Dateien\3 Produktgruppen\2 Produkt- und Prozessoptimierung\F M E A\Musterlösungen\Software\Version 5\Stanzen 51.fme										Nummer:			
System:		DR Mitglieder:										Erstellt: 26.04.2007			
Komponente:												Verändert: 26.04.2007			
Autor:															
Komponente	Funktion	Fehlermöglichkeiten bezogen auf die Änderungen		Wann und in welcher Form können Fehler auftreten?		Auswirkung beim Kunden	K	Derzeitige konstruktive Maßnahmen zur Vermeidung der Fehler	Empfohlene Maßnahmen						Überprüfung der Maßnahmen
		Potenzielle Fehlermöglichkeiten aufgrund der Änderung	Zusätzliche Fehlermöglichkeiten?	Tatsächliche Fehlerursache	Zusätzliche Betrachtung bez. Fehlerursache				Punkte, die im Design betrachtet werden müssen	V/T	Punkte, die beim Testen betrachtet werden müssen	V/T	Punkte, die bei der Fertigung betrachtet werden müssen	V/T	
Serienproduktion	Werkzeugstandzeit	Stempel-/Schnittplattenbruch		unzureichende Wartung (Verschleiß, Ermüdung) vorgesehen		kurzzeitige Produktionsunterbrechung		V: Stempel form optimiert							
				Schmiermangel aufgrund falsch nachgefüllten Schmiermittel				V: automatische zentrale Schmierung							
				Abfall wird mithochgezogen				V: Gegenkonische Schnittplatte vorgesehen							

MEA.ppt

# FMEDA (Failure Mode, Effect and Diagnostics Analysis)

- ◆ **Beurteilung der „Funktionalen Sicherheit“ nach IEC 61508 / IEC 61511 mit dem Ziel**
  - **Schutz von Mensch/Lebewesen**
  - **Schutz der Umwelt**
- ◆ **Klassifizierung des „Sicherheitsrisikos“ in 4 Stufen**
  - **SIL: SicherheitsIntegritätsLevel**
  - **PFD: Probability of Failure on Demand / gefährliche Versagenswahrscheinlichkeit**

SIL	PFD average (Ausfallwahrscheinlichkeit/Jahr)
SIL 1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$
SIL 2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
SIL 3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
SIL 4	$\geq 10^{-6} \dots < 10^{-4}$

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# FMEA für mechatronische Systeme

## Systeme, die aus Hard- und Software bestehen

---

- ◆ Die durch Diagnose- und Überwachungsfunktionen erhaltenen Funktionen sollen genutzt werden, um
  - Fehlerfolgen abzumildern (Notlaufbetrieb)
  - den Fahrer zu informieren
  - im Service die Fehlersuche und –behebung zu erleichtern
- ◆ Bei der Fehleranalyse wird zwischen folgenden Fehlerarten unterschieden:

„Scheinfehler“:	es werden Fehler erkannt, die gar nicht vorliegen
„Ausfall im Anforderungsfall“:	Fehler wird bei Vorliegen nicht erkannt
„Schlafender Fehler“:	es kommt zur Fehlerüberlagerung, die sich gegenseitig beeinflussen (eher FTA)

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Maßnahmengruppen bei mechatronischen Systemen

- ◆ Es wird empfohlen, zwischen folgenden Maßnahmengruppen zu unterscheiden:

Vermeidungsmaßnahmen	Entdeckungsmaßnahmen
<b>Entwicklung</b>	
Bauteilauslegung aufgrund Erfahrung / Berechnung, Verwendete Materialien,	Tests und Erprobungen (Softwaretests, Prüfstandtests, Fahrzeugdauerläufe,...)
<b>Kundenbetrieb</b>	
Notlaufbetrieb, Bereitstellung von Ersatzwerten, Warnmeldungen	Watchdogs, Plausibilitätsprüfungen, Prüfsummen (CRC), Vergleichsfunktion
<b>Service</b>	
Reparaturanleitung (Bewertung kann mit Reparaturaufwand korrespondieren)	Diagnosefunktionen, Fehlerspeicher, Auslesen durch Testgeräte in Werkstatt

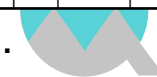
VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# Beispiel „Scheinfehler“

Typ/Modell/Fertigung/Charge: <b>Strukturvariante: Scheinfehler</b>		Sachnummer:	Verantwortlich: <b>Projektleiter</b>	Erstellt: <b>03.06.2008</b>						
		Maßnahmenstand:	Firma:							
FMEA/Systemelement: <b>Motorsteuergerät</b>		Sachnummer:	Verantwortlich Anfangsstand: <b>VIT sind im DVPR definiert</b>	Erstellt: <b>03.06.2008</b>						
		Maßnahmenstand:	Firma:	Verändert: <b>03.06.2008</b>						
<b>Fehlerfolge</b>	<b>B</b>	<b>K</b>	<b>Fehlerart</b>	<b>Fehlerursache</b>	<b>Vermeidungsmaßnahme</b>	<b>A</b>	<b>Entdeckungsmaßnahme</b>	<b>E</b>	<b>RPZ</b>	<b>VIT</b>
<b>Systemelement: Motorsteuergerät</b>										
<b>Funktion: Drosselklappe richtig ansteuern</b>										
[E-Gas System] Motor geht ungewollt auf Leerlaufregelung	9		<b>Drosselklappe wird falsch angesteuert</b>	[Überwachungs SW] "Soll-/Ist-Vergleich" erkennt Differenz, obwohl keine vorliegt da ein Sensor ausfällt  Scheinfehler	Maßnahmenstand - Anfang: 03.06.2008					
					Entwicklung					
					Softwareentwicklung nach interner Richtlinie	2	Modultest	6	108	
							Integrationstests			
							Fahrzeugaufnahme			
					Maßnahmenstand: 03.06.2008					
					Entwicklung					
	2	Fehlersimulation mit abgeschalteten Sensor	3	(54)	Maier B-Freigabe in Bearbeitung					
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Kundenbetrieb										
Ersatzwertausgabe bei Sensorausfall	2	Plausibilitätsprüfung	3	54	Müller B-Freigabe abgeschlossen					
vermeidet ursprüngliche Fehlerfolge		Watchdog								
Warnmeldung an Fahrer										
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Service										
Sensor wechseln entsprechend Reparaturanleitung	2	Fehlerspeichereintrag mit Motortester auslesen	2	36	Huber PVS abgeschlossen					

# Beispiel „Ausfall im Anforderungsfall“

Typ/Modell/Fertigung/Charge: <b>Strukturvariante: Ausfall im Anwendungsfall</b>				Sachnummer:	Verantwortlich:	Erstellt:	03.06.2008			
				Maßnahmenstand:	Firma:					
FMEA/Systemelement: <b>Motorsteuergerät</b>				Sachnummer:	Verantwortlich Anfangsstand:	Erstellt:	03.06.2008			
				Maßnahmenstand:	Firma:	Verändert:	03.06.2008			
Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	Fehlerursache	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	V/T
<b>Systemelement: Motorsteuergerät</b>										
<b>Funktion: Im Fehlerfall auf Leerlaufregelung gehen</b>										
[E-Gas System] Motor geht im Fehlerfall nicht auf Leerlaufregelung	10		Im Fehlerfall wird Motor nicht mit Leerlaufregelung angesteuert	[Überwachungs SW] "Soll-Ist-Vergleich" erkennt Differenz unzureichend Ausfall im Anforderungsfall	Maßnahmenstand - Anfang: 03.06.2008					
					Entwicklung					
					Softwareentwicklung nach interner Richtlinie	2	Modultest	6	120	
							Integrationstests			
							Fahrzeugdauerlauf			
					Maßnahmenstand: 03.06.2008					
					Entwicklung					
	2	Fehlersimulation mit abgeschalteten Sensor	3	(60)	Maier B-Freigabe in Bearbeitung					
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Kundenbetrieb										
Umschalten in einen Notlaufbetrieb	2	Plausibilitätsprüfung	3	60	Müller B-Freigabe abgeschlossen					
vermeidet ursprüngliche Fehlerfolge		Prüfsumme								
Warnmeldung an Fahrer										
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Service										
Sensor wechseln entsprechend Reparaturanleitung	2	Fehlerspeichereintrag mit Motortester auslesbar	2	40	Huber PVS abgeschlossen					



# Beispiel „Schlafender Fehler“

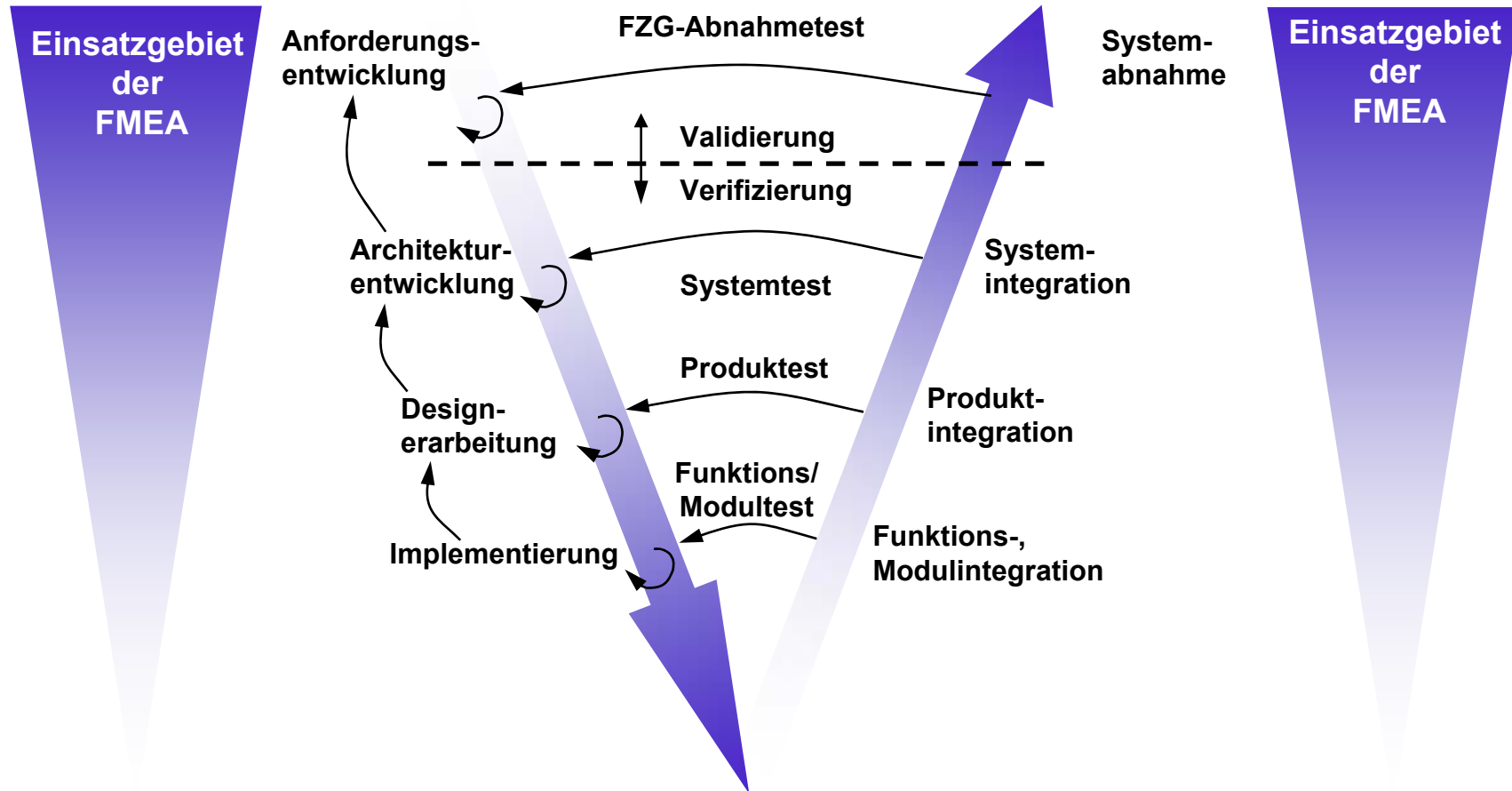
Typ/Modell/Fertigung/Charge: <b>Strukturvariante: schlafender Fehler</b>		Sachnummer:		Verantwortlich:		Erstellt: <b>03.06.2008</b>				
		Maßnahmenstand:		Firma:						
FMEA/Systemelement: <b>Motorsteuergerät</b>		Sachnummer:		Verantwortlich Anfangsstand:		Erstellt: <b>03.06.2008</b>				
		Maßnahmenstand:		Firma:		Verändert: <b>03.06.2008</b>				
<b>Fehlerfolge</b>	<b>B</b>	<b>K</b>	<b>Fehlerart</b>	<b>Fehlerursache</b>	<b>Vermeidungsmaßnahme</b>	<b>A</b>	<b>Entdeckungsmaßnahme</b>	<b>E</b>	<b>RPZ</b>	<b>V/T</b>
<b>Systemelement: Motorsteuergerät</b>										
<b>Funktion: Im Fehlerfall auf Leerlaufregelung gehen</b>										
[E-Gas System] Motor geht im Fehlerfall nicht auf Leerlaufregelung	10		<b>Im Fehlerfall wird Motor nicht mit Leerlaufregelung angesteuert</b>	[Überwachungs SW] "Soll-/Ist-Vergleich" gibt zu rasch Ersatzwerte aus und schaltet nicht auf Notlaufbetrieb  Schlafender Fehler	Maßnahmenstand - Anfang: 03.06.2008					
					Entwicklung					
					Softwareentwicklung nach interner Richtlinie	2	Modultest	6	120	
							Integrationstests			
							Fahrzeugdauerlauf			
					Maßnahmenstand: 03.06.2008					
Entwicklung										
		2	Fehlersimulation mit abgeschalteten Sensor	3	(60)	Maier B-Freigabe in Bearbeitung				
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Kundenbetrieb										
Umschalten in einen Notlaufbetrieb	2	Plausibilitätsprüfung	3	60	Müller B-Freigabe abgeschlossen					
vermeidet ursprüngliche Fehlerfolge		Watchdog durch Prüfsumme overrulen								
Warnmeldung an Fahrer										
Maßnahmenstand: 03.06.2008										
Service										
Sensor wechseln entsprechend Reparaturanleitung	2	Fehlerspeichereintrag mit Motortester ausleser	2	40	Huber PVS abgeschlossen					

# Software FMEA

---

- ◆ Einsatzgebiet der FMEA bei Softwareentwicklungen liegt bei der **Validierung** der Anforderungen bei der Systemabnahme im Fahrzeug
- ◆ Es werden schwerpunktmäßig die
  - Auswirkung auf das Gesamtsystem
  - Darstellung des Zusammenwirkens von Software-Modulen im Gesamtsystem
  - Einschätzung der Risiken von Software-Modulenbetrachtet

# FMEA im Software-Entwicklungsprozess



Quelle: VDA

VDA 4, Produkt- und Prozess-FMEA.ppt

# FMEA für Maschinen-/Anlagenhersteller

- ◆ Die Vorgehensweise bei einer Maschinen-FMEA entspricht der einer Produkt-FMEA
- ◆ Wenn die Maschine im Rahmen einer Prozess-FMEA als Risiko identifiziert wurde ist für die Maschine eine Produkt-FMEA zu erstellen
- ◆ Eigene Bewertungstabellen sind zu entwickeln

Werkzeug-FMEA (Vorrichtungs-FMEA, Anlagen-FMEA)	
Vermeidungsmaßnahmen	Entdeckungsmaßnahmen
Beschreibung der techn. Auslegung (Material, Dimension, Form, Spiel)	Werkzeug-, Vorrichtungs-, Anlagenabnahme
Vergleich mit ähnl. Werkzeugen, Vorrichtungen, Anlagen	Simulationen, Berechnungen für das Werkzeug
Wartungs- und Instandhaltungsvorgaben	Produkt- und Prozessfreigabe (Erstbemusterung)
	Erfahrungen (durch z.B. Konstruktionsrichtlinien)

... und Prozess-FMEA.ppt