



FMEA-Risikoanalyse mittels Risikokubus

Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Entdeckungswahrscheinlichkeit E

10. Osnabrücker FMEA Forum, 24./25. Februar 2015

Inhalt

- Die Aggregateentwicklung von Volkswagen
- Nutzen der FMEA-Methode
- Risikoanalyse als Teilaspekt der FMEA
- Problematik der FMEA-Methode
- Der Risikokubus als Instrument der Risikobewertung
- Zusammenfassung

Die Aggregateentwicklung von Volkswagen

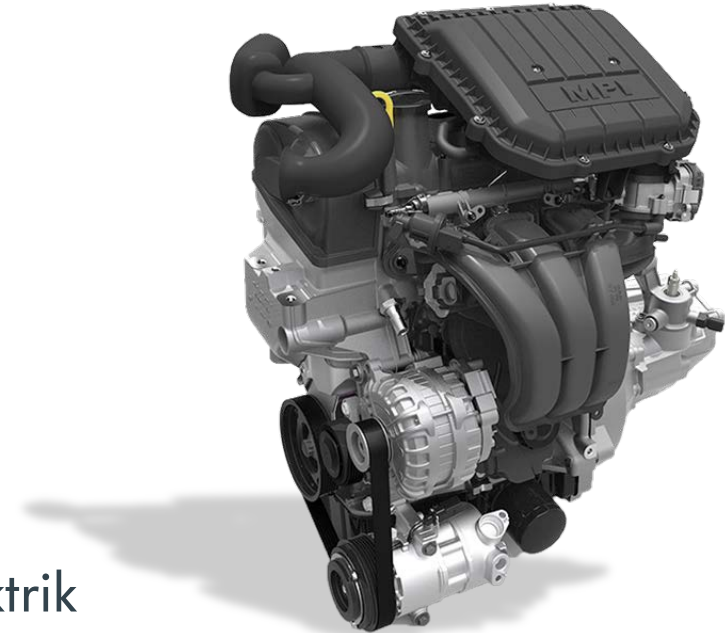
5,59 Mio. Pkw der Marke Volkswagen in 11 Monaten bedeuten über 6 Mio. Antriebsstränge im Jahr weltweit



Auslieferungen weltweit Jan. bis Nov. 2014
(absolut und Veränderungen vs. Vorjahreszeitraum)

Die Aggregateentwicklung in Wolfsburg entwickelt

- Verbrennungsmotoren
- Getriebe
- Elektroantriebe
- Motor- und Getriebekühlung, Abgasanlage, Ansaugung, Motorelektrik und -elektronik



Wolf-Rüdiger Landschoof

Aggregateentwicklung,
TE Wolfsburg

verantwortlich für
Qualitätsmethoden und
Gewichtsermittlungen

Eintritt in die Volkswagen AG 1985



Nutzen der FMEA-Methode

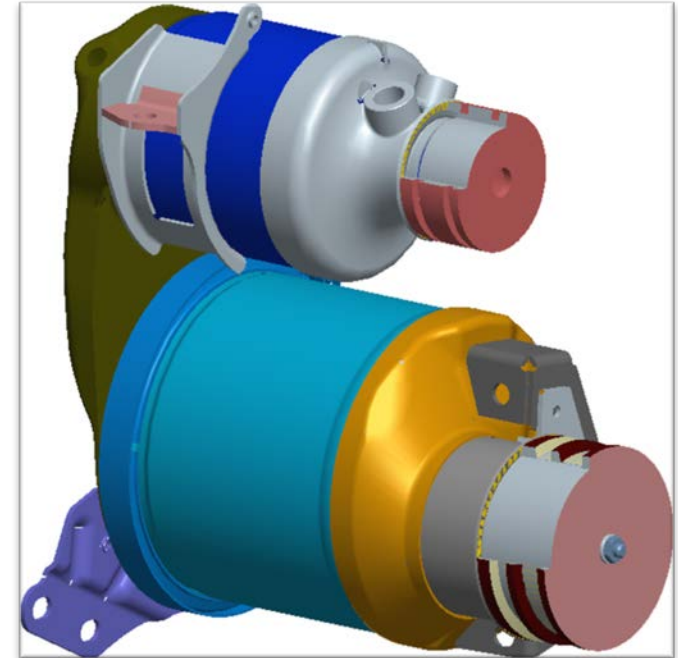
Mehrwert durch die Qualitätsmethode FMEA

- frühzeitige bereichsübergreifende Kommunikation der Experten
- Identifizieren von Fehlermöglichkeiten
- Festlegen von Alternativen („Maßnahmendefinition“)

„Die Aggregateentwicklung von Volkswagen setzt auf die Methode FMEA, um die Fahrzeugsicherheit zu erhöhen, die Qualität der Produkte zu steigern und die Kundenzufriedenheit auf hohem Niveau zu halten.“

K-FMEA „Befestigung Abgasreinigung“

Produkt:	Neuauslegung Abgasreinigung, Gewichtserhöhung gegenüber Vorgängervariante, gleiche Befestigungslaschen
möglicher Fehler:	Bruch der Halterung
mögliche Ursache:	höheres Gewicht bewirkt größere Belastungen der Halterung (Laschen)
Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">- stärkere Laschen (Vermeidungsmaßnahme, führt zu höheren Kosten)- Berechnung oder Versuch (Prüfmaßnahme)



Ziel: Frühzeitiges Erkennen potentieller Fehler und Definieren von Maßnahmen hilft Serienprobleme zu vermeiden.

Zentrales Instrument: die Teamsitzung



- Wissen aus FMEA
- Expertenwissen
- Konstruktionsentwürfe



Teamsitzung



- neues Wissen
- Maßnahmendefinition
- Risikobewertung

Beginn des FMEA-Prozesses

Ablauf nach VDA

Strukturanalyse → Funktionsanalyse → Fehleranalyse → Maßnahmen




Risikobewertung nach VDA

Bewertung der Größen

- Bedeutung
- Auftretenswahrscheinlichkeit
- Entdeckungswahrscheinlichkeit

auf einer Skala von 1 bis 10 mittels **VDA-Bewertungstabellen**

Daraus folgt Risikobewertung nach **VDA-Risikomatrix**

-  rot: Handlungsbedarf
-  gelb: kein zwingender Handlungsbedarf
-  grün: kein Handlungsbedarf

Gründe für die Risikobewertung

- Priorisierungen der Maßnahmenabarbeitung durch das Risiko
- Risiko aus FMEA wird zur Beurteilung des Projektstatus herangezogen
- Identifizieren von Restrisiken nach Maßnahmenabarbeitung

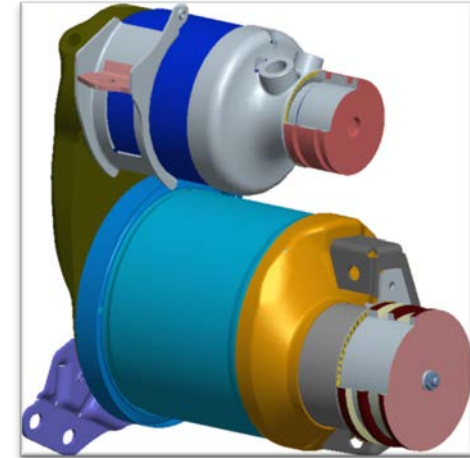
Risikoanalyse als Teilaspekt der FMEA

Beispiel „Befestigung Abgasreinigung“

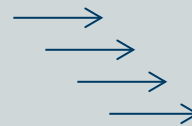
Konzeptänderung mit Vergrößerung der Masse

Wie groß ist das Risiko?

- Wie groß ist die Bedeutung eines Halterbruchs?
Werkstattaufenthalt erforderlich, Kundenzufriedenheit
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls?
**mit zunehmender Masse steigt die Auftretenswahrscheinlichkeit
(Kraft = Masse x Beschleunigung)**
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit der Nicht-Entdeckung?
**Entdeckung einer Überlastung in Standardversuchen möglich,
Belastungsprofil im Feld kann von Versuchen abweichen**



Risikodefinitionen



Planung → Teamsitzung → Maßnahmenabarbeitung → Abschluss



Risiko
 R_1

$$R_1 = f(B, A_1, E_1)$$



Risiko aktuell
 R_a

$$R_a = f(B, A_a, E_a)$$



Risiko
 R_2

$$R_2 = f(B, A_2, E_2)$$

Problematik der FMEA – Methode

3 Arten der Entdeckung E

- innerhalb des Entwicklungsprozesses
(Produkt-FMEA im Entwicklungsprozess)
- bei der Produktion
(Prozess-FMEA)
- während des Betriebs durch Elektronik, Fahrer oder Kundendienst
(Produkt-FMEA im Kundenbetrieb)

**Entdeckte Fehler lassen sich durch geeignete Maßnahmen abstellen.
Fehlermöglichkeiten mit geringer Entdeckungschance erhöhen das Risiko.**

Problematik der FMEA – Methode

Bisherige Methoden der Risikoeinstufung

- Risikoprioritätszahl RPZ (B x A x E)
- VDA-Matrix (B/A-Matrix)
- gestufte Verfahren (z.B. B/A-Matrix + B/E-Matrix)

Problematik der FMEA – Methode

VDA - Matrix

Beispiel einer FMEA mit 20 möglichen Fehlerursachen, davon 2 mit Bewertung rot vor Umsetzung von konstruktiven Maßnahmen

Risikoausswertung vor der Durchführung von Maßnahmen

Auftreten (A)	Sehr hoch	10										
	Hoch	9										
	Erhöht	8										
	Mäßig	7										
	Gelegentlich	6										
	Gering	5										
	Hin und wieder	4								1		
	Selten	3								1		
	Sehr selten	2							5	9		
	Unwahrscheinlich	1							2	2		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Keine; Kaum wahrnehmbar	Sehr gering	Gering	Sehr niedrig	Niedrig	Mäßig	Hoch	Sehr hoch	Gefährlich, mit Warnung	Gefährlich, ohne Warnung	
		Schadenausmaß B										



Problematik der FMEA – Methode

Bisherige Methoden der Risikobewertung

- Risikoprioritätszahl RPZ ($B \times A \times E$)
- VDA-Matrix (Risikomatrix B/A)
- gestufte Verfahren (z.B. B/A-Matrix + B/E-Matrix)

Einschätzung der Volkswagen Aggregateentwicklung

- RPZ ungeeignet, da stärkere Abhängigkeit von der Bedeutung erforderlich
- VDA-Matrix berücksichtigt nicht die Entdeckung E
- gestufte Verfahren zu kompliziert

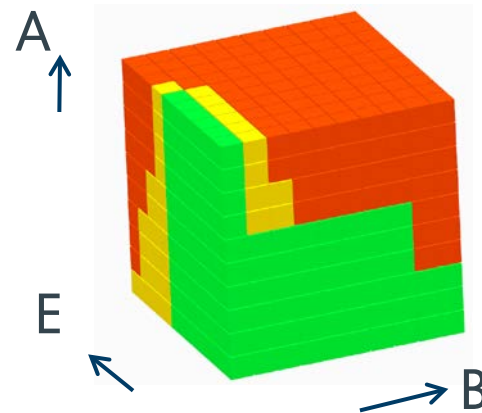
Die aufgeführten Methoden sind nicht zufriedenstellend.

Der Risikokubus als Instrument der Risikobewertung¹⁷

Lösung

Erweiterung der Risikomatrix auf dritte Dimension

(BxAxE-Kubus zur Risikoeinstufung)



- Risiko R als Funktion von B , A und E
- jedem Wertetrippel (B, A, E) ist eine Ampelfarbe zugeordnet
- Grenze zwischen den Farben ist räumlich gekrümmte Fläche

Der Risikokubus als Instrument der Risikobewertung¹⁸

Grenzmatrizen

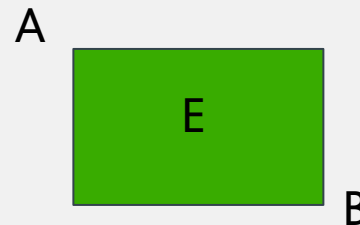
Sie liefern Werte für Entdeckung E in Abhängigkeit von B und A

Grenzmatrix für Rot
(Ab welchem E ist die
Bewertung rot?)



Festlegung von Bewertung Rot in
Abhängigkeit von B, A und E

Grenzmatrix für Grün
(Bis welchem E ist die
Bewertung grün?)



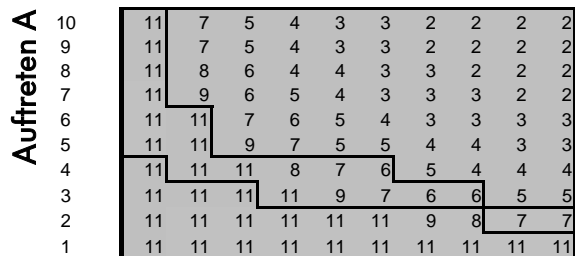
Festlegung von Bewertung Grün in
Abhängigkeit von B, A und E

Bewertung Gelb , wenn die
Bewertung nicht Rot oder Grün ist

Beispiele für Grenzmatrizen

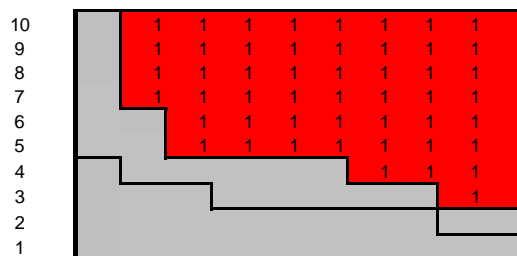
Anwendung auf RPZ

rot ab RPZ = 125, grün bis RPZ = 80



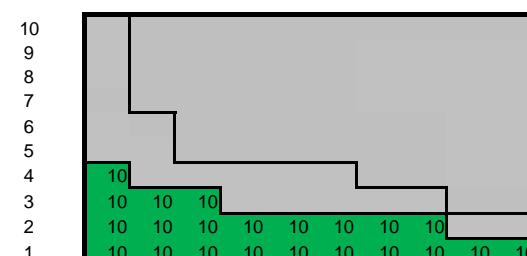
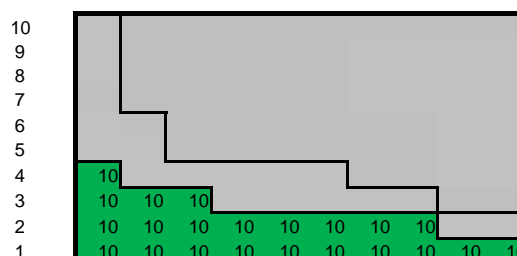
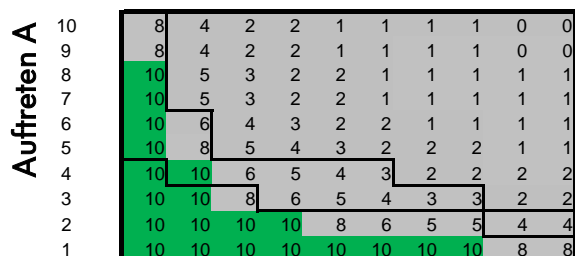
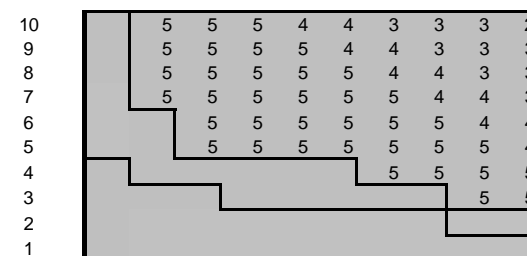
Anwendung auf VDA-Matrix

gleiches Ergebnis wie mit VDA-Matrix



Beispiel allgemein

Erläuterungen s. nächstes Chart



Schadenausmaß B

Schadenausmaß B

Schadenausmaß B

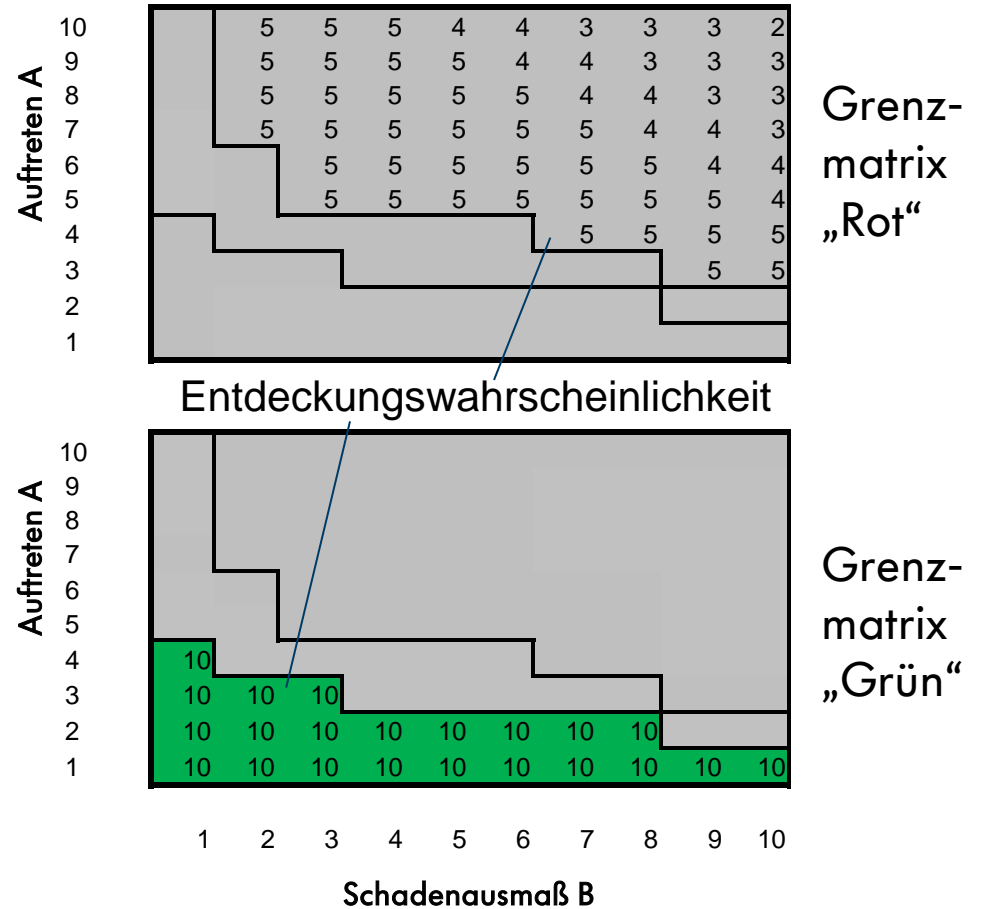
Anmerkungen zur Grenzmatrix Rot: **kleinstes E ist 1 (immer rot)**, keine Angabe oder 11 = Kombination B/A wird nie rot
 Anmerkungen zur Grenzmatrix Grün: **größtes E ist 10 (immer grün)**, keine Angabe oder 0 = Kombination B/A wird nie grün
 Anmerkungen zur Differenz beider Matrizen: Werte > 0 bedeutet, Bewertung gelb für Kombination B/A möglich
 Werte = 0 bedeutet keine Bewertung gelb für Kombination B/A
 Werte < 0 nicht möglich, Vorgaben für Rot und Grün fehlerhaft

Der Risikokubus als Instrument der Risikobewertung ²⁰

Arbeiten mit dem Risikokubus

Beispiel für einen Risikokubus in Anlehnung an VDA-Matrix

- Gelb- und Grünbewertungen bleiben unverändert
- abweichend werden Rotbewertungen der VDA-Matrix in zusätzlicher Abhängigkeit von E in diesem Risikokubus gelb oder rot bewertet
- in Abhängigkeit vom FMEA-Typ, dem eingesetzten Bewertungskatalog und dem Anwendungsfall sind spezielle Grenzmatrizen zu erstellen



Der Risikokubus als Instrument der Risikobewertung

Beispiel für $B=10$, $A=3$, $E=4$

1. Schritt

Wert für E aus Grenzmatrix Rot für $B=10$, $A=3$ holen

2. Schritt

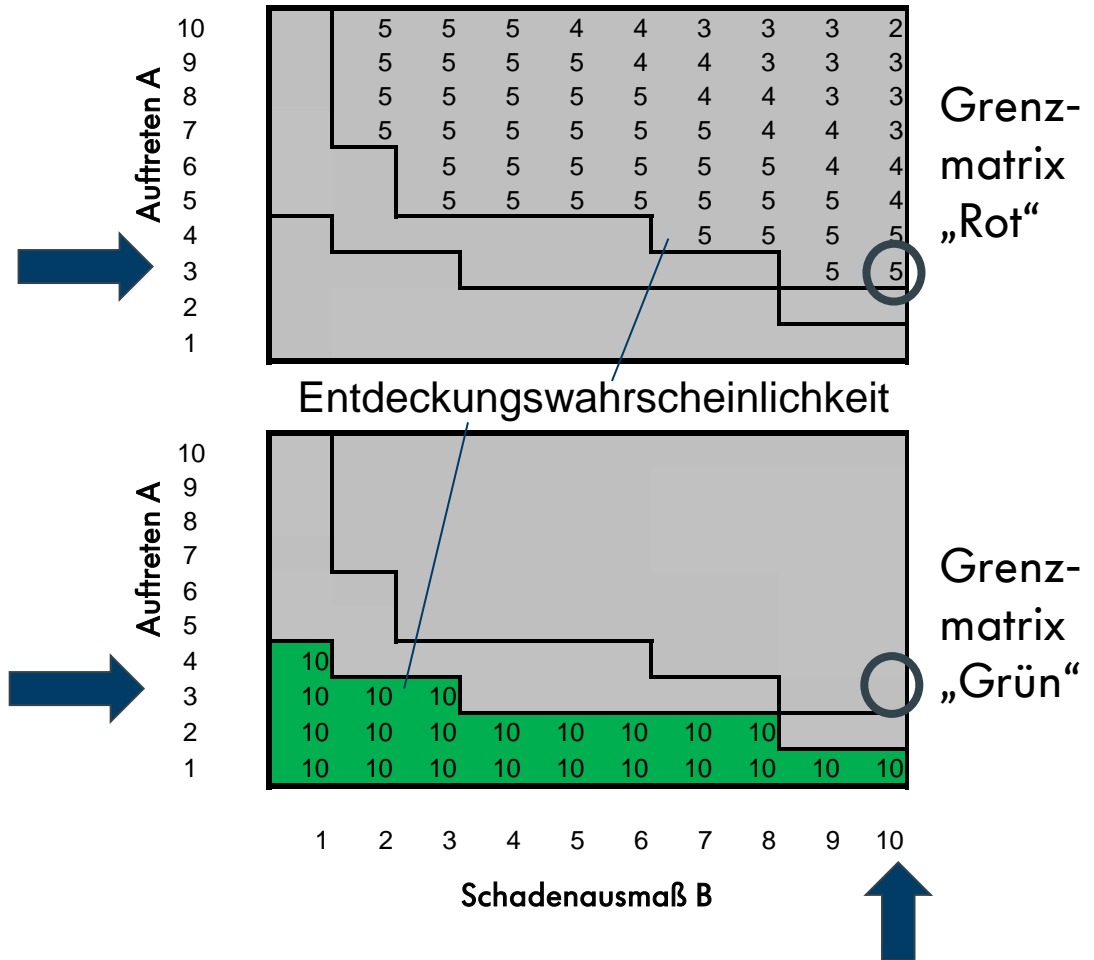
Vergleich Bewertung mit Wert aus Grenzmatrix Rot

- Bewertung \geq Matrixwert, dann rot setzen!
- Bewertung $<$ Matrixwert, dann weiter

3. Schritt

Vergleich Bewertung mit Wert aus Grenzmatrix Grün

- Bewertung \leq Matrixwert, dann grün setzen!
- Bewertung $>$ Matrixwert, dann gelb setzen!



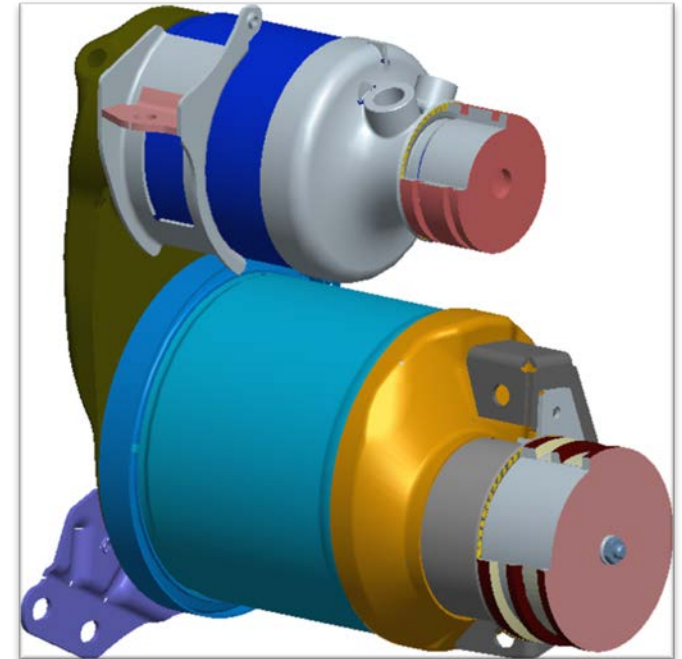
Beispiel „Befestigung Abgasreinigung“

- Maßnahmen:
- stärkere Laschen
(Vermeidungsmaßnahme, führt zu höheren Kosten)
 - Berechnung oder Versuch
(Prüfmaßnahme)

Durch eine Berechnung (z.B. Belastung aus Mehrkörpersimulation, Spannungen aus FE-Analyse) lässt sich die Entdeckung E stark verbessern ($E_2 < E_1$).

Ergibt sich durch die zusätzliche Masse eine deutliche Verschlechterung, kann sofort die Vermeidungsmaßnahme umgesetzt werden.

Mit der VDA-Matrix lässt sich dieser Zusammenhang nicht darstellen. Der Risikokubus liefert eindeutig eine bessere Risikobewertung.



Eigenschaften des Risikokubus

- Entdeckung E wird berücksichtigt
- für alle 1.000 Möglichkeiten flexible Vorgaben
- VDA-Matrix und feste RPZ-Grenze sind darstellbar
- händische Auswertung möglich
- Softwareintegration nach Aussage der Softwarehäuser mit geringem Aufwand möglich

Zusammenfassung

- Mit dem Risikokubus setzt die Aggregateentwicklung von Volkswagen ein Instrument ein, mit dem die FMEA noch wirkungsvoller geworden ist.
- Durch die Konzentration auf die relevantesten Fehlerursachen werden der Aufwand reduziert und die Qualität gesteigert.
- Die Bedeutung der FMEA-Analysen wird in der Aggregateentwicklung weiter zunehmen!

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Wolf-Rüdiger Landschoof

EAMS/7

Q-Methode FMEA

Email wolf-ruediger.landschoof@volkswagen.de

Februar 2015