

Global denken, lokal handeln

FMEA: Effektiver Umgang mit komplexen Systemen

Die Entwicklung vom Teilelieferanten zum Systemzulieferer zwingt auch bei der Durchführung von FMEAs zum Umdenken. Anforderungen bezüglich Vollständigkeit, Durchgängigkeit und Rechtzeitigkeit können nur mit Hilfe einer klar definierten Vorgehensweise sichergestellt werden, die die eigene Organisations- und Projektstruktur berücksichtigt. Ein an VDA 4.2 angelehntes Konzept erhöhte bei der Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH, Schwieberdingen, Transparenz und Übersichtlichkeit bei FMEAs.

Erhöht sich die Anzahl der Teilsysteme und Komponenten, aus denen ein Produkt besteht, so steigt die Notwendigkeit, die Entwicklungsaufgaben auf verschiedene Abteilungen zu verteilen. Dadurch wird zwar das Wissen der Entwickler höher spezialisiert, die Kenntnis des Systems aber sinkt. Für die Analyse möglicher Auswirkungen auf den Kunden müssen die Kenntnisse aller beteiligten Entwickler zusammengeführt werden.

So werden bei Knorr-Bremse System, Software, Elektronik und Mechanik für eine elektronisch gesteuerte Bremsanlage weltweit in verschiedenen Abteilungen an verschiedenen Standorten entwickelt. Durch die gewachsene Komple-

xität wurde es für den einzelnen Sachbearbeiter oder das Designteam eines Teilsystems unmöglich, die Auswirkung eines Fehlers im Fahrzeug zu beurteilen; der Anspruch einer interdisziplinär zu erstellenden FMEA ließ sich nicht mehr verwirklichen. Mit wachsender Komplexität des Systems musste überdies die Größe des FMEA-Teams steigen, was die Durchführbarkeit der Sitzungen behinderte.

! Anpassung vonnöten

Die Durchgängigkeit der FMEA (vom System zum Design) von Anfang an sicherzustellen wurde besonders dadurch erschwert, dass die Entwicklungsaufgaben auf verschiedene Projektteams verteilt sind und das Design der Teilsysteme (Software, Elektronik, Mechanik) teilweise gleichzeitig mit der Systementwicklung stattfindet (Simultaneous Engineering). Es galt, eine geeignete Vorgehensweise zu definieren, um die Durchgängigkeit und Vollständigkeit der FMEA sicherzustellen und es dem Entwickler zu ermöglichen, seine Komponente ohne vollständige Kenntnis des Systems in der FMEA zu analysieren. Dazu wurde eine FMEA-Organisation festgelegt, die sich in der Projektorganisation wiederfindet und ihr folgt. Dadurch lassen sich die Verantwortung zur Durchführung der FMEA

klar zuordnen und frühzeitig Schnittstellen aufzeigen. Realisiert wurde dies mithilfe der Projektverwaltung der Software Scio FMEA System der Plato AG, Lübeck, mit der sich Projekte eindeutig kennzeichnen lassen. Für Knorr-Bremse war es besonders vorteilhaft, dass sich mehrere Systeme einem Projekt oder ein und dasselbe Teilsystem mehreren Projekten zuordnen lassen. Somit werden Projekte und Teilprojekte mit verschiedenen Varianten leicht auffindbar.

Um das Problem einer über mehrere Standorte weltweit verteilten Entwicklung zu lösen, ist darüber hinaus eine Vorgabe erforderlich, die zu einer einheitlichen und nachvollziehbaren Struktur führt. Hierzu trug entscheidend ein weiteres Softwaremodul bei, die Scio Matrixanalyse. Die Vorteile gegenüber der Abbildung des Systems in einem Strukturbaum liegt im nahezu gleichzeitigen Aufbau der Funktions-, Fehler- und Systemstruktur sowie in den funktionalen Verknüpfungen in einer Matrix (Bild 1). Da der Grundaufbau der Matrix und das Vorgehen zu deren Aufbau stets gleich bleiben, treten methodische Fragen während der FMEA-Sitzung in den Hintergrund. Zusammenhänge lassen sich leichter erklären, der Inhalt der FMEA wird homogener und logischer.

Die Strukturierung jeder Matrix wird durch drei Fragen unterstützt.

ABS System (Beispiel)	Stabilität des Fahrzeugs während Bremsung verbessern	Stabilität des Fahrzeugs während Fahrt verbessern	Stabilität des Fahrzeugs während Beschleunigung verbessern	Lenkbarkeit des Fahrzeugs während Bremsung verbessern	Lenkbarkeit des Fahrzeugs während Fahrt verbessern	Lenkbarkeit des Fahrzeugs während Beschleunigung verbessern	Bremsweg auf unterschiedlichem Untergrund verbessern	Traktion des Fahrzeugs während Bremsung verbessern	Traktion des Fahrzeugs während Beschleunigung verbessern	den Fahrer warnen, wenn das System nicht richtig arbeitet	den Fahrer informieren, wenn bestimmte Funktionen aktiv oder im Spezial Modus	Information über Systemfehler zur Verfügung stellen	ungewolltes Aktivieren von ABS vermeiden	ungewolltes Aktivieren von ASR vermeiden	...
ABS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
ASR		X	X					X	X	X	X			X	...
DTG	X	X					X			X	X				
EBD	X						X								
Safety Management für ABS, EBD, ATC Diagnostic (Lampen Aktivierung, Blinker)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	...
PLC	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			
SW Blattform	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Druck-Koordinator und Ventillogik	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	...
Schalter Management	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	...
Retarder & Motor Koordinator	X	X	X					X	X						
...															

Bild 1. Top-Level-Darstellung der Anforderungen an ein Antiblockiersystem und seine internen Komponenten (Teilsystem)

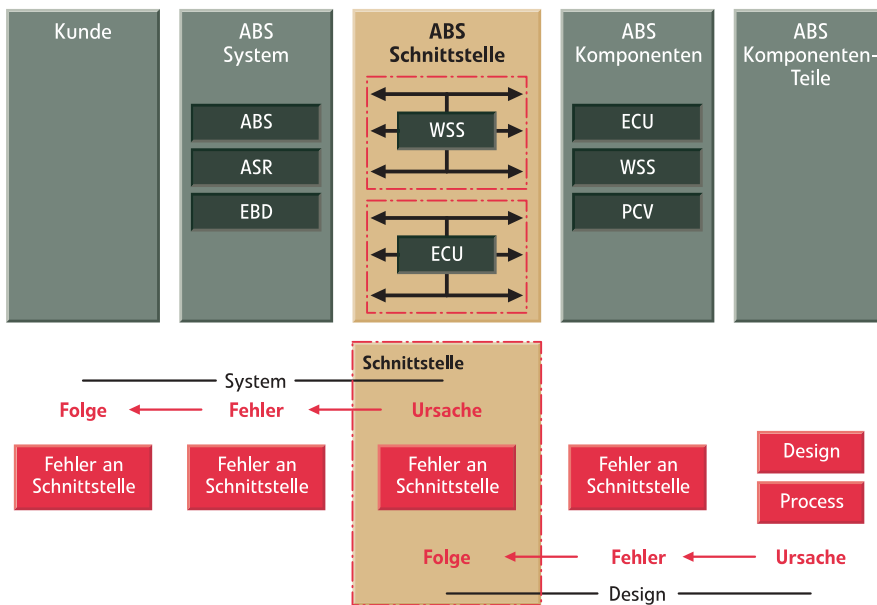


Bild 2. 5-Ebenen-Darstellung von System- und Design-FMEA mit definierter Schnittstelle

- Was ist das zu betrachtende System bzw. Produkt?
- Was erwarten Kunden, Gesetze, Normen usw. von einem derartigen System bzw. Produkt (Funktionen bzw. Anforderungen)?
- Aus welchen Teilsystemen besteht das System bzw. Produkt? Welche Funktionen beeinflussen diese (direkt oder indirekt)?

Auf diese Weise wurden für ein Antiblockiersystem die durch Software realisierten Hauptfunktionen als Teilsysteme beschrieben und ihr Einfluss auf die Anforderungen an das Gesamtsystem mit einem „X“ verknüpft (Bild 1). Diese Verknüpfungen kennzeichnen direkte Zusammenhänge (über „Funktion“) und indirekte Zusammenhänge (nur über „Fehler“).

Auf Systemebene wurden ausschließlich die Anforderungen des Kunden bzw. der Gesetze und deren Umsetzung mittels der Funktionen in den Teilsystemen beschrieben, d.h., es wurden keine Komponenten beschrieben oder analysiert. Die zur Umsetzung einer Funktion erforderlichen Anforderungen an die relevanten Komponenten werden in den Schnittstellen beschrieben (Bild 2). Die Schnittstelle ist sowohl die Trennung von System und Design als auch deren Bindeglied. Sie ermöglicht den verschiedenen Teams an den verschiedenen Standorten ein unabhängiges Arbeiten. Design-FMEA und System-FMEA können bis zu einem gewissen Stadium parallel durchgeführt werden.

■ Unabhängig vorankommen

Sobald das gesamte System mittels des Matrixanalyse-Moduls abgebildet wurde, können die verschiedenen Teams an ihren Teilstrukturen eigenständig weiterarbeiten, d.h. die Festlegung der internen Funktionen und die Beschreibung der Fehlermöglichkeiten vornehmen. Dabei können Systemteam und Designteams unabhängig voneinander arbeiten. Allein an der Schnittstelle müssen beide Teams zusammenarbeiten, um ein gemeinsames Verständnis von Funktions- und Fehlfunktionsbeschreibungen sicherzustellen. Die Verknüpfung mit den Fehlermöglichkeiten in den Schnittstellen sollte aber erst erfolgen, wenn diese inhaltlich zwischen System und Designteam abgestimmt und keine großen Änderungen mehr zu erwarten sind. Danach können die Teams wieder unabhängig voneinander die in der Schnittstelle beschriebenen Fehler als Ursachen (System-FMEA) oder als Folgen (Design-FMEA) verknüpfen und damit die Durchgängigkeit der FMEA herstellen.

Bei der Zuordnung von Maßnahmen ist die strikte Trennung von Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen auf System- und Designebene zu beachten: Softwaremaßnahmen, die zur Erkennung und Vermeidung der Auswirkungen von Komponentenfehlern führen, sind auf Systemebene den jeweiligen Ursachen aus der entsprechenden Schnittstelle zuzuordnen und nicht der Komponente.

Solche Maßnahmen sollten nicht zum Senken von Designrisiken herangezogen werden. Fehlerhafte Einträge durch unzureichende Kenntnis des gesamten Systems werden so minimiert. Zusätzlich ist eine saubere Modularisierung und somit eine vereinfachte Wiederverwendung der Komponente in einer anderen FMEA möglich. Es kann aber zu einer ungewollt hohen Risiko-Prioritäts-Zahl (RPZ) für die Fehlerursache der Komponente führen, da diese zusätzliche Maßnahme hier nicht aufgeführt wird und somit nicht zur Verringerung der RPZ beitragen kann.

Das gleichzeitige Bearbeiten derselben FMEA von mehreren Mitarbeitern an verschiedenen Standorten wird durch die von der Plato AG unterstützte Terminal-Server-Lösung und die Multi-User-Fähigkeit ermöglicht, durch die mittels Clients weltweit auf einer gemeinsamen FMEA-Datenbank gearbeitet werden kann. Damit sind die notwendigen Voraussetzungen erfüllt, die eine vollständige Kenntnis des Gesamtsystems auf Komponentenebene unnötig machen.

■ Spürbare Fortschritte

Die neue Vorgehensweise hat die FMEAs übersichtlicher und transparenter gemacht. Sie lässt sich leicht und wiederholt auf jede Systementwicklung aufsetzen. Dadurch ist es einfacher, den zeitlichen Aufwand für die Durchführung der FMEA anhand der möglichen Anzahl zu analysierender Komponenten, Funktionen und Fehler abzuschätzen. Die FMEAs sind hinsichtlich ihrer Struktur keine Unikate mehr und lassen sich bei veränderten Einsatzbedingungen des Produkts sowie kundenspezifisch anpassen und erweitern. Die Größe der FMEA-Teams konnte auf drei bis fünf Personen reduziert werden. Die Systemkenntnisse der Teilnehmer sind während der FMEA-Besprechungen gestiegen und erhöhen direkt die Entwicklungsqualität.

*Alexander Dobry,
Schwieberdingen*

✉ Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH
Robert-Bosch-Str. 5
71701 Schwieberdingen
Tel.: 07150-307-262
Fax: 07150-307-129
E-Mail: alexander.dobry@knorr-bremse.com
www.knorr-bremse.com