



**TECH-SOLUTE®**

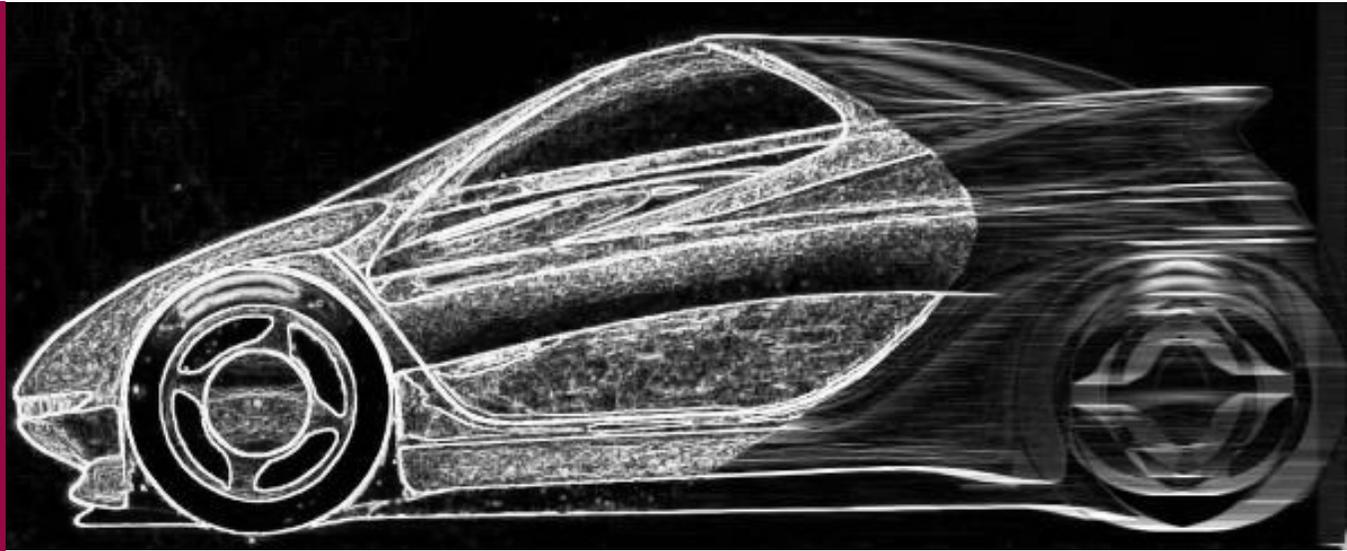
System-, Konstruktions- und Prozess- **FMEA** nach VDA 4.2



## Warum FMEA?

Insbesondere Automobilzulieferer sind zur Qualitätsvorausplanung ihrer Produkte verpflichtet. Bei Neuentwicklungen und Änderungen muss das Produkt so robust sein, dass die Automobilhersteller und der Endverbraucher mit der definierten Lebensdauer zufrieden sind.

Diese Qualitätsansprüche sind vorzugsweise durch die Richtlinie VDA 4.2 definiert.

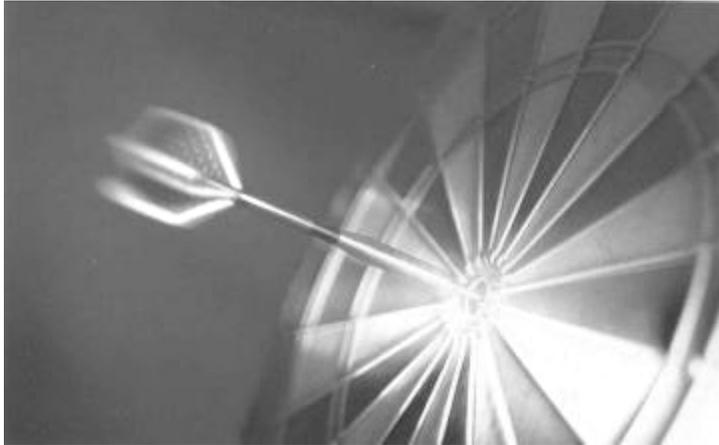


Als Werkzeug hat sich die **FMEA (Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse)** branchenübergreifend etabliert.

Durch vorausschauende Analyse erfasst sie mögliche Fehlerquellen in der Konstruktion, Planung und Produktion und verhindert durch die systematische Umsetzung präventiver Schritte die Auswirkung dieser Fehlerquellen auf das technische Produkt und den Fertigungsprozess.

## Aufwand und Nutzen

Wie hoch ist der Aufwand der FMEA zusätzlich zum Entwicklungsaufwand und welcher Nutzen ist daraus zu ziehen?



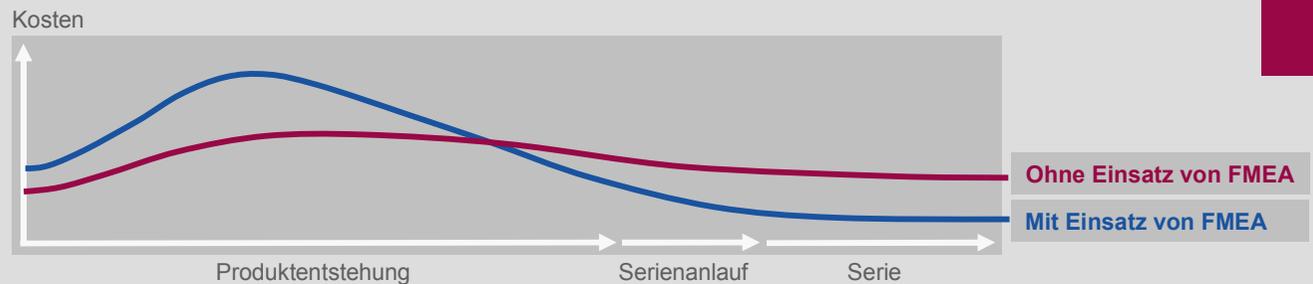
### Direkter Nutzen der FMEA

- Frühzeitige Erkennung, Bewertung und Vermeidung von Risiken im Planungs- und Entwicklungsprozess
- Optimierung von Produkten und Prozessen
- Einsparung von Änderungs- und Gewährleistungskosten
- Vermeidung von Wiederholfehlern in anderen Projekten
- Speicherung des Unternehmenswissens bzgl. Risiken und möglichen Vermeidungsmaßnahmen
- Bereichsübergreifende, kreative Teamarbeit
- In vielen Fällen kostengünstige Alternative zu aufwändigen Montage- und Prüfvorrichtungen
- Methodische Durchführung von Risikoanalysen
- Abstimmung von Lasten- und Pflichtenheften
- Konsequente Maßnahmendokumentation
- Abstimmung der Schnittstellen, z.B. zwischen Kunde und Lieferant
- Dokumentation für die Zulassung und Entlastung im Schadensfall

Der Zeitpunkt, zu dem ein Risiko behoben wird, spielt bei dieser Betrachtung eine große Rolle.

Insbesondere in der frühen Entwicklungsphase finden sich die wirklichen Ursachen für Produktfehler. Andererseits besteht hier noch eine kostengünstige Beeinflussbarkeit der Produktgestaltung. Das Ziel der Fehlervermeidung kann erreicht werden, indem ein Produkt bereits bei seiner Planung einer systematischen Betrachtung der Fehlermöglichkeiten unterzogen wird. Der Aufwand dieses präventiven Qualitätsmanagements kann durch reduzierte Folgekosten (z.B. Anlaufkosten, Garantie- und Kulanzkosten) und durch Einsparung von Iterationsschritten kompensiert werden. Dieses Vorgehen ist dann einer Investition gleichzusetzen, um damit interne und externe Fehlerkosten zu reduzieren und die Kundenzufriedenheit zu steigern.

Wird ein schon bestehendes Produkt oder ein Herstellungsprozess analysiert, setzt die FMEA gezielt dort an, wo zu hohe Ausschuss-, Kulanz- oder Nacharbeitskosten anfallen. Diese zusätzlichen Aufwendungen werden durch verminderte Kosten in der nachfolgenden Laufzeit aufgewogen.



## Grundgedanken der FMEA

Jede Art von FMEA fordert die aktive Mitwirkung von Vertretern aus Konstruktion, Entwicklung, Versuch, Fertigungsplanung, Fertigungsausführung, Qualitätsmanagement etc.

Das FMEA-Team analysiert potenzielle Fehler im technischen System, indem der Fehlerort lokalisiert, die Fehlerart bestimmt, die Fehlerfolge beschrieben und anschließend die Fehlerursache ermittelt wird.



Für jedes Bauteil werden folgende Fragen in Form von Kennzahlen beantwortet:

- 1. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers im betrachteten Bauteil?**
- 2. Welche Bedeutung hat das Auftreten des Fehlers?**
- 3. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, den Fehler vor Auslieferung des Produktes zu entdecken?**

Die hieraus gebildete Risikoprioritätszahl (RPZ) zeigt die Rangfolge und das Ausmaß der Risiken.

Im Folgeschritt werden gemeinsam Maßnahmen entwickelt, um die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Fehlerursache zu reduzieren und ihre Entdeckenswahrscheinlichkeit zu erhöhen, indem beispielsweise zusätzlich Prüfungen vorgesehen werden.

Nach Umsetzung der Maßnahmen erfolgt eine erneute Risikobewertung. Die Ermittlung der Risikoprioritätszahl zeigt, ob die geplanten Maßnahmen ein befriedigendes Ergebnis versprechen. Entspricht das Resultat noch nicht den geforderten Qualitätsansprüchen des Kunden, so müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden.



### Wann welche Art von FMEA?

Abhängig vom Betrachtungszeitpunkt, -umfang und -gegenstand wird zwischen verschiedenen FMEA-Arten unterschieden:

**System-FMEA:** Sie betrachtet das funktionsgerechte Zusammenwirken zwischen Systemen, d.h. Produkten mit ihren Bauteilen und Systemkomponenten.

**Konstruktions-FMEA:** Sie untersucht die Konstruktion einzelner Produkte oder Bauteile auf potenzielle Schwachstellen oder Ausfallmöglichkeiten.

**Prozess-FMEA:** Sie stützt sich auf die Konstruktions-FMEA und analysiert mögliche Schwachstellen im Fertigungs-, Montage- oder Leistungsprozess.

Die Verknüpfung von System- und Konstruktions-FMEA wird als **Produkt-FMEA** bezeichnet.

## Methodisches Vorgehen nach VDA 6.2

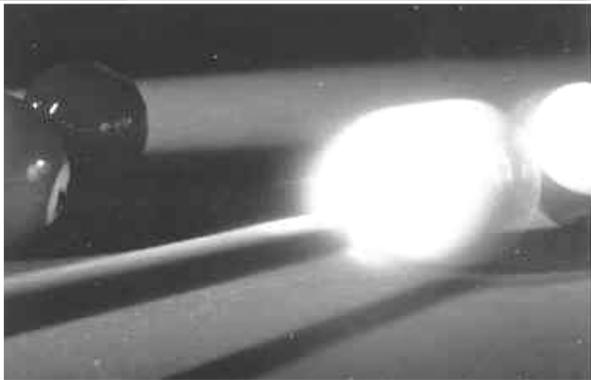
Strukturanalyse

Funktionsanalyse

Fehleranalyse

Maßnahmen-  
analyse

Optimierung



### Schritt 1: Strukturanalyse

Das Produkt besteht aus einzelnen Systemelementen (SE). Die Systemstruktur ordnet vom Produkt als oberster Ebene ausgehend die einzelnen SE auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen an. Die Strukturanalyse ist eine grafische Darstellung der Strukturstückliste als Baumstruktur. Sie wird zur Vorbereitung der FMEA erstellt und den Teammitgliedern vor der ersten Teamsitzung zur Verfügung gestellt.

### Schritt 2: Funktionsanalyse

Jedes SE hat, unabhängig von seiner Anordnung in der Struktur, unterschiedliche Funktionen bzw. Aufgaben. Die zu erfüllenden Funktionen werden definiert und den SE zugeordnet. Das Zusammenwirken der Funktionen mehrerer Systemelemente wird als Funktionsstruktur dargestellt. Dies ermöglicht die Überprüfung der Durchgängigkeit des Systems.

### Schritt 3: Fehleranalyse

Mit der Fehleranalyse beginnt bei der FMEA die eigentliche Arbeit im Team. Gemeinsam geht man die Funktionsanalyse durch und benennt mögliche Fehler, Ursachen und Fehlerfolgen der spezifizierten Funktionen. Dies geschieht zunächst nach Art eines Brainstormings, später erfolgt eine systematische Bewertung der möglichen Fehler. Die Zusammenhänge werden in einer Fehlerstruktur dargestellt.

### Schritt 4: Maßnahmenanalyse

Bei der Maßnahmenanalyse findet zunächst eine Bewertung bzw. Einschätzung des Risikos zum Untersuchungszeitpunkt statt. Das Team zieht die Erfahrungen aus ähnlichen Konstruktionen in Betracht, berücksichtigt die positiven oder auch negativen Aspekte des vorliegenden Konzepts, definiert und dokumentiert Fehlervermeidungs- und Prüfmaßnahmen. Ist die Wirksamkeit der Maßnahmen nach der Bewertung aus Sicht des FMEA-Teams unzureichend, ist eine Optimierung erforderlich.

### Schritt 5: Optimierung

Bei hohen Risikoprioritätszahlen sind Optimierungen zwingend erforderlich. Sie erfolgen nach folgenden Prioritäten:

- A. Konzeptänderung, um die Fehlerursache auszuschließen bzw. die Bedeutung zu reduzieren;
- B. Erhöhung der Konzeptzuverlässigkeit, um das Auftreten der Fehlerursache zu minimieren;
- C. Wirksamere Entdeckung der Fehlerursachen.

Mit einer Wirksamkeitskontrolle wird die Bewertung und die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen überprüft.

## Soweit die Theorie...

## Wie schaffen Sie Effizienz und Qualität bei Ihrer FMEA-Durchführung?

Entlasten Sie Ihre Mitarbeiter durch die aktive Mitwirkung von tech-solute® als professionellen Partner, der nicht nur berät, sondern vor allem Arbeit abnimmt, damit sich Ihre Ingenieure wieder auf deren wichtigste Aufgabe konzentrieren können: Erfolgreiche Produkte zu entwickeln!

### Die Anwendungspraxis – häufig mangelt es an Effizienz

- Die Erstellung der einer FMEA ist umfangreich und bindet wichtige Ressourcen. Der Projektleiter muss Tagesgeschäft und FMEA gleichermaßen steuern, was schnell zu Qualitätseinbußen in einem dieser Bereiche führt.
- Unabhängig und unwissend voneinander werden häufig identische Bauteile in verschiedenen Produktvarianten mehrfach und unterschiedlich analysiert.
- Bei verschiedenen Projekten werden wiederholt dieselben Probleme besprochen, da bestimmte Systemelemente des Prozesses in vielen Projekten in vergleichbarer Form auftauchen, aber selten dokumentiert werden.
- Sinkende Begeisterung aufgrund der nicht bei allen Beteiligten vorhandenen Überzeugung von der Wirksamkeit der Methode und der Zeitdruck innerhalb der Projekte führen oftmals zu Kompromissen in Bezug auf die Vollständigkeit der Betrachtungen.

### Wer ist tech-solute®?

tech-solute® ist ein in Karlsruhe angesiedeltes, im Jahr 2002 gegründetes Spin-Off-Unternehmen der Universität Karlsruhe. Die zwei Geschäftsführer Dr. Marcus Saak und Dr. Dirk Schweinberger agieren gemeinsam mit Ihrem Team aus mehreren Ingenieuren der Fachrichtungen Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Mechatronik als **Full-Service-Anbieter im Bereich Produktinnovation**. Mit systematischem Querdenken, Infragestellen bekannter Lösungen und Technologietransfer aus anderen Bereichen der Technik bietet tech-solute® speziell in den frühen Phasen der Produktentwicklung den Firmen kreative Problemlösungen, die Ihre eigenen Produkte bewusst in Frage stellen, um Innovation zu generieren. Zum Dienstleistungsspektrum gehört auch die Unterstützung bei der Umsetzung der innovativen Produktidee in ein Serienprodukt. Ein Teil hiervon ist die Qualitätssicherung.

### Dienstleistungsangebot:

Marktanalysen  
Anwenderbeobachtungen  
Machbarkeitsstudien

Ideenfindung  
Konzeption  
Funktionsmusterbau  
CAD-Konstruktion  
Prototypenanfertigung  
Erprobung  
Qualitätssicherung

Informationsbeschaffung  
Lieferantenauswahl



Dirk Schweinberger  
Dr.-Ing.

Geschäftsführer



Marcus Saak  
Dr.-Ing.

Geschäftsführer



ArvinMeritor



B/S/H/



GETRAG

GROZ-BECKERT



NOVARTIS

STABILUS

STIHL

STOLL

SULZER



VOITH

VW-Bildungsinstitut GmbH



## Unser Team unterstützt Sie bei diesen FMEA-Tätigkeiten:

FMEA ist mehr als das bloße Abarbeiten eines Prozesses. Damit die Methode in Ihrem Unternehmen effizient funktioniert, muss sie Teil der Unternehmensphilosophie werden. Wir helfen Ihnen dabei, dass das auch Ihre Mitarbeiter so sehen.

### Projektarbeit

- FMEA-Erstellung, auch softwaregestützt, z.B. mit IQ™ oder SCIO™
- Erstellung Strukturbaum
- Erstellung Funktionsbaum
- Fehleranalyse
- Maßnahmenanalyse und Bewertung
- Optimierung und Maßnahmencontrolling
- FMEA Auswertung (z.B. Pareto-Analyse)

### Ihr Nutzen:

- Unsere Erfahrung
- Entlastung Ihrer Entwicklungsingenieure
- Kosteneinsparung als Resultat einer ca. 50% schnelleren Umsetzung durch Expertise in Methode und Software
- Durchgängige FMEA-Methodik, angepasst an Ihr Unternehmen
- Einheitliche Darstellung
- Fristgerechte Lieferung der Ergebnisse

### Moderation und Schulung

- Schulung der Methodik
- Durchführung von Moderationen
- Aufbereiten von Moderationsergebnissen

### Methodik- und Prozessintegration

- Erstellen und Integration eines individuellen, firmenspezifischen FMEA-Prozesses
- Aufbau von einheitlichen Standards (Werksnormen/Handbücher)
- Erstellen von Bewertungs-, Maßnahmen-, und Fehlerkatalogen
- Optimierung von FMEA-Abläufen
- Erstellen einer durchgängigen FMEA-Systematik/-Methodik (Baukastensysteme)

Auf den folgenden Seiten finden Sie einige Beispiele unserer Unterstützung. Profitieren auch Sie von ihnen!



# Umsetzung in IQ™ / SCIO™, Schnittstellenabgleich

## Diese Aufgaben übernimmt tech-solute® für Sie:

- Integration von Unterlagen, Bewertungslisten/-katalogen, Vorschlagslisten in die Software
- Automatisierung von Bewertungsvorgängen
- Umsetzung einer baukastenähnlichen Struktur (Standards für die Matrixanalyse)
- Vereinheitlichung der System-, Konstruktions- und/oder Prozess-FMEA

## Ihr Nutzen:

- Vermeidung von Fehlbewertungen durch Abbildung vorhandener Bewertungslisten über eine Schnittstelle in der Software
- Vorgehens- und Bewertungsstandard durch Direktauswahl bekannter Fehler, Merkmale und Maßnahmen
- Aufwandsreduzierung durch Automatisierung von Bewertungsvorgängen

K 222 9088 002 Flansch / flange													
Zelle	Nr / No	Funktion / function	pot. Fehler / pot. failure mode	Klasse / class	pot. Folge / pot. effects of failure	Ursache / cause of failure	V/P / aktuelle Maßnahme / current design	A / O	B / S	E / D	RPZ / RPN	V/P / empf. Maßnahme / recommended actions	Verantwortl. / resp.
6	ja	Dauehaltbarkeit K 222 9088 002 Flansch / flange	Bauteil verformt sich oder reißt		Gesamtsystem fällt aus Herkunft: K 122 9755 200 ZB Startkatalysator / pre catalyst	Thermische Belastung zu hoch, Werkstoff nicht geeignet Herkunft: K 222 9088 002 Flansch / flange Merkmale	Stand: 18.05.2007						
7					Lokale Bewertungen: 9								
8													
9													
10													

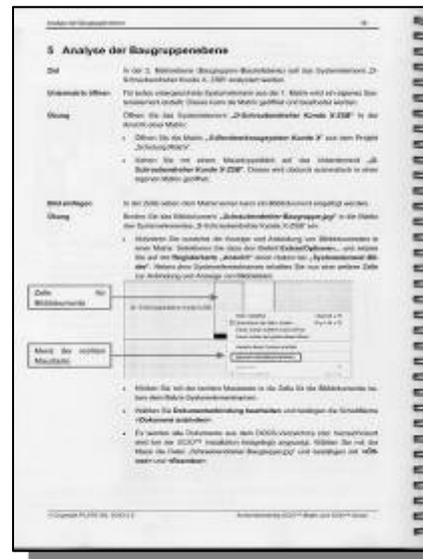
## Mitarbeiter- und Moderatorenschulung

## Diese Aufgaben übernimmt tech-solute® für Sie:

- Erstellen von Schulungseinfäden und -unterlagen
- Durchführung von Mitarbeiter- und Moderatorenschulungen

## Ihr Nutzen:

- Steigerung der Mitarbeitereffizienz und -qualifikation
- Reduzierung der Einarbeitungsphase
- Verzicht auf externe Schulungswshops



## Wie erfolgt die Projektbearbeitung?

Die Bearbeitung der Projekte erfolgt in Teilschritten in Absprache mit dem Kunden teilweise vor Ort, zum Teil bei tech-solute®. Der Projektfortschritt ist für den Auftraggeber jederzeit transparent, da er regelmäßig Informationen zum Projektstand erhält.

Insbesondere zu Beginn eines größeren FMEA-Projektes ist die Begleitung und Betreuung durch einen unserer Mitarbeiter vor Ort empfehlenswert. Neben der Projektbearbeitung unterstützt er Ihre Entwicklungsingenieure mit der Organisation und Moderation von Workshops und Teammeetings. Er kümmert sich um die Datenaufbereitung und Präsentation der Ergebnisse. Zudem trägt er Verantwortung für den Abgleich der weiteren Vorgehensweise und das Maßnahmencontrolling.

Nach Etablierung eines standardisierten Vorgehens und der Kenntnis von Produkt und firmenspezifischen Prozessen, lassen sich einzelne Aufgaben für die Bearbeitung bei tech-solute® ausgliedern. Hierzu gehört beispielsweise die Bearbeitung und Aufbereitung von definierten Teilschritten, z.B. dem Strukturbaum oder der Fehleranalyse.



## Wie gestaltet sich die Investition in diese externe Unterstützung?

Für Sie gibt es mehrere Möglichkeiten, die Investition in unsere FMEA-Unterstützung zu gestalten:

- **Möglichkeit 1** (aufwandsbezogen): Sie beauftragen konkrete Teilschritte, zu denen wir Ihnen Festpreisangebote erstellen (z.B. Werksnormerstellung, Bewertungskataloge aufbauen).
- **Möglichkeit 2** (projektbezogen): Sie legen einen Projektumfang (Anzahl Tage) fest, der abgearbeitet und ggf. im Laufe des Projektes angepasst wird.
- **Möglichkeit 3** (aufwandsbezogen): Sie nutzen das „allgemeine FMEA-Budget“ Ihres Unternehmens und können diverse Tätigkeiten direkt zuweisen.

Als Kalkulationsgrundlage gelten unsere üblichen Tages- bzw. Stundensätze.



## Sie möchten mehr erfahren?

Gerne besuchen wir Sie unverbindlich in Ihrem Unternehmen und erläutern Ihnen unsere Möglichkeiten im Detail. Nehmen Sie einfach Kontakt mit uns auf!

**tech-solute GmbH & Co. KG**  
Technologiefabrik Karlsruhe  
Haid-und-Neu-Straße 7  
76131 Karlsruhe  
[www.tech-solute.de](http://www.tech-solute.de)  
Tel.: +49 (721) 96586-19  
email: [kontakt@tech-solute.de](mailto:kontakt@tech-solute.de)

