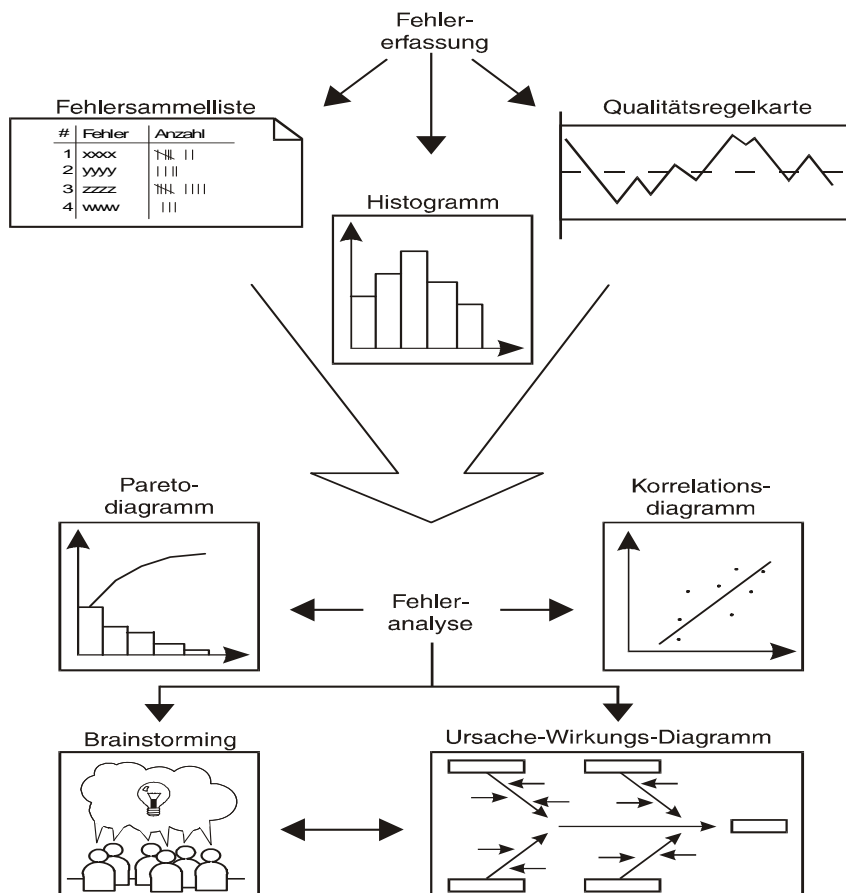


„Elementare Werkzeuge zur Qualitätssicherung“ sind einfache Hilfsmittel, die auf graphischen Darstellungen aufbauen, um Probleme zu erkennen, zu verstehen und zu lösen. Im Überblick lassen sie sich in Fehlererfassung/Datensammlung und Fehleruntersuchung/Problemlösung einteilen.

Insgesamt werden als Funktionen der Qualitätswerkzeuge angesehen:

- Feststellen von Problemen
- Eingrenzen von Problemgebieten
- Bewerten von Faktoren, welche die Ursache des Problems zu sein scheinen.
- Feststellen, ob die angenommenen Fehlerursachen zutreffen oder nicht.
- Verhindern von Fehlern, die durch Versäumnis, Hast oder Unachtsamkeit entstanden sind.
- Bestätigen der Wirkung von Verbesserungen
- Feststellen von Ausreißern

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht beispielhaft das Zusammenwirken „Elementarer Qualitätswerkzeuge“.



## Anhang 06\_INT

### Methoden zur Qualitätssicherung

Failure Mode and Effects Analyses (FMEA) – Auszug aus VDA-Band 4, Teil 2

Version: Januar 2008, Seite 2 von 8

---

Um eine einheitliche Durchführung von FMEA's zu erreichen, wird das Vorgehen zur Erstellung von System-FMEA Produkt und System-FMEA Prozess nach VDA-Band 4 Teil 2 „Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz“, 1. Auflage 1996 (und folgende), ISSN 0943-9412 empfohlen.

Nachfolgend werden einige Abschnitte und Darstellungen dieses VDA-Bandes zitiert. Ziel dabei ist, auszugsweise einen Überblick über Aufbau und Vorgehensweise von System-FMEA's zu geben.

#### **Aus dem Vorwort:**

Bei der System-FMEA, als Weiterentwicklung der Konstruktions- und Prozess-FMEA, handelt es sich um eine in die Fachbereiche integrierte entwicklungs- und planungsbegleitende Risikoanalyse. Die System-FMEA ist ein wichtiges methodisches Instrument, um frühzeitig mögliche Fehler, insbesondere bei neuen Konzepten, zu erkennen und diese zu vermeiden.

Die System-FMEA zeigt an allen kritischen Stellen im Konzept auf, wie durch Erfahrung, Berechnung, Erprobung und Prüfung je nach Projektfortschritt das Risiko bereits reduziert wurde oder künftig noch reduziert werden muss.

#### **Aus 1.2 – Ziele der System-FMEA:**

Die System-FMEA als Methode zur präventiven Fehlervermeidung sollte bereits in einem sehr frühen Stadium des Produktentstehungsprozesses (z.B. in der Lastenheftphase) eingesetzt werden und untersucht den zu diesem Zeitpunkt gültigen Entwicklungs- oder Planungsstand auf mögliche Fehler, um damit vorbeugende Maßnahmen zu deren Vermeidung einzuleiten.

#### **Aus 2.1 – Definition der System-FMEA:**

Für die Erstellung einer System-FMEA für Produkte und Prozesse sind ergänzend zur bisherigen Konstruktions- oder Prozess-FMEA folgende Schritte erforderlich:

- Die Strukturierung des zu untersuchenden Systems in Systemelemente und das Aufzeigen von funktionalen Zusammenhängen dieser Elemente.
- Das Ableiten der denkbaren Fehlfunktionen (mögliche Fehler) eines Systemelementes aus dessen zuvor beschriebenen Funktionen.
- Die sich daran anschließende logische Verknüpfung der zusammengehörigen Fehlfunktionen unterschiedlicher Systemelemente, um damit die in der System-FMEA zu analysierenden möglichen Fehlerfolgen, Fehler und Fehlerursachen beschreiben zu können.

Eine System-FMEA Produkt betrachtet mögliche Fehlfunktionen von Produktsystemen als mögliche Fehler. Die Fehleranalysen gehen dabei, wo erforderlich, stufenweise bis in die Auslegungsfehler einzelner Bauteile.

Die System-FMEA Prozeß betrachtet die möglichen Fehlfunktionen eines Produktionsprozesses (z.B. Fertigungs-, Montage-, Logistik- oder Transportabläufe) als mögliche Fehler.

Anhang 06\_INT

Methoden zur Qualitätssicherung

Failure Mode and Effects Analyses (FMEA) – Auszug aus VDA-Band 4, Teil 2

Version: Januar 2008, Seite 3 von 8

**Aus 2.2 – System-FMEA Produkt:**

**Fehler (F) des Bauteils**

Das Bauteil (z.B. die Antriebswelle eines Getriebes) wird als Element eines Systems betrachtet. Als mögliche Fehler werden die physikalischen Bauteilausfälle (z.B. der Verschleiß eines Lagersitzes) im Produkteinsatz untersucht.

**Fehlerursachen (FU)**

Die Fehlerursachen werden für jeden möglichen Fehler eines Bauteils in dessen Auslegungsdaten gesucht (z.B. Dimension, Oberflächenhärte, Werkstoff).

**Fehlerfolgen (FF)**

Die Fehlerfolgen, wie zunächst die Auswirkungen des Verschleißes (Einschränkung der Eigenschaften eines Getriebelagers), führen beispielsweise zu Fehlfunktionen des Getriebes als betrachtetes Produkt.

			SE		Überlappungsstellen Produkt/Prozess		
FF	F	FU			System-FMEA Produkt, Ebene 1		
	FF	F	FU		System-FMEA Produkt, Ebene 2		
		FF	F	FU	System-FMEA Produkt, Ebene 3 (Konstruktions-FMEA)		
			FF	F	FU		System-FMEA Prozess, Ebene 1
				FF	F	FU	System-FMEA Produkt, Ebene 2 (Prozess-FMEA)

**Aus 2.3 – System-FMEA Prozess:**

System-Struktur „Gesamtprozess fehlerhaft“

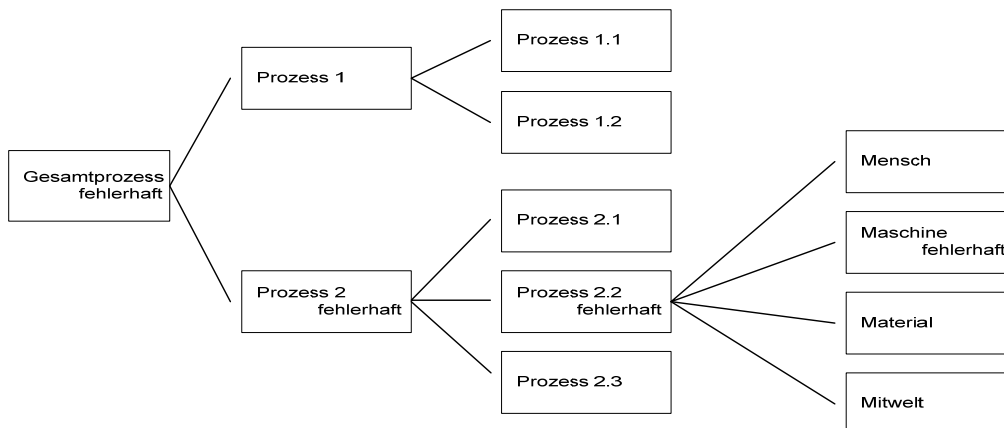


Bild 2.1: Systemstruktur mit Fehlfunktionen

**Aus 3 – Die fünf Schritte zur Erstellung der System-FMEA:**

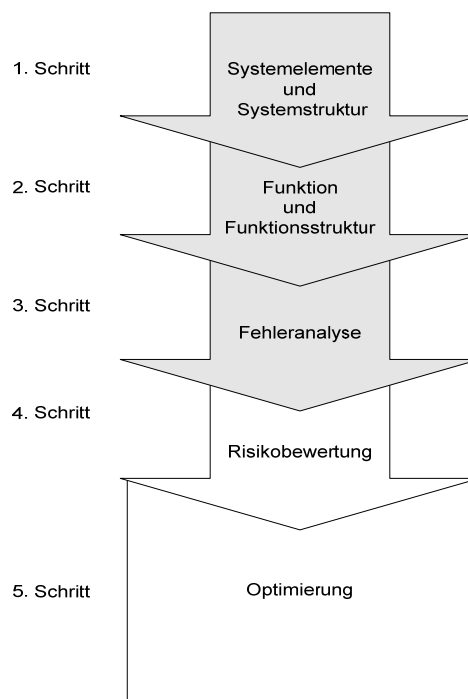


Bild 3.1: Die fünf Schritte der System-FMEA

**Aus 3.4 – Risikobewertung:**

Das Risiko jeder Fehlerursache wird bewertet. Zur Risikobewertung eines gegebenen Systems werden im Entwicklungs- und Planungsstand bereits vorhandene Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen herangezogen. Das Maß dieser Bewertung ist die Risikoprioritätszahl (RPZ), die sich aus drei Einzelfaktoren zusammensetzt:

- B für die Bedeutung der Fehlerfolge,
- A für die Auftretenswahrscheinlichkeit der Fehlerursache und
- E für die Entdeckungswahrscheinlichkeit der aufgetretenen Fehlerursache, Fehler bzw. Fehlerfolge.

Für B, A und E werden jeweils Bewertungszahlen von 10 bis 1 verwendet und die Risikoprioritätszahl (RPZ) errechnet.

**Bedeutung B**

Die Bewertungszahl B wird durch die Bedeutung einer Fehlerfolge für das Gesamtsystem und damit für den Endverbraucher (externen Kunden) festgelegt.

## Anhang 06\_INT

### Methoden zur Qualitätssicherung

Failure Mode and Effects Analyses (FMEA) – Auszug aus VDA-Band 4, Teil 2

Version: Januar 2008, Seite 5 von 8

---

#### **Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen**

Entsprechend der Wirksamkeit von ausgeführten Vermeidungs- bzw. Entdeckungsmaßnahmen für die betrachteten Fehlerursachen werden Bewertungen für die Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeit (A und E) vergeben.

#### **Auftretenswahrscheinlichkeit A**

Die Bewertung der Auftretenswahrscheinlichkeit einer Fehlerursache wird unter Berücksichtigung aller aufgelisteten Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt.

#### **Entdeckungswahrscheinlichkeit E**

Die Bewertung der Entdeckungswahrscheinlichkeit der aufgetretenen Fehlerursache wird unter Berücksichtigung aller dafür aufgelisteten Entdeckungsmaßnahmen durchgeführt. Auch Entdeckungsmaßnahmen für Fehler und Fehlerfolgen können zur E-Bewertung der Fehlerursachen herangezogen werden.

## Anhang 06\_INT

### Methoden zur Qualitätssicherung

Failure Mode and Effects Analyses (FMEA) – Auszug aus VDA-Band 4, Teil 2

Version: Januar 2008, Seite 6 von 8

#### Aus 8 – Beispiel System-FMEA Prozess:

#### Formblatt der System-FMEA „Lauffläche-Wellendichtring nach Vorgabe schleifen“

Mögliche Fehlerfolgen	B	Möglicher Fehler	Mögliche Fehlerursachen	Vermeidungsmaßnahmen	A	Entdeckungsmaßnahmen	E	RPZ	V/T		
Strukturelement: Schleifprozess Lagersitz Kugellager und Lauffläche Wellendichtring Funktion: Lauffläche Wellendichtring nach Vorgabe (Zeichnung, FPL, ...) schleifen											
ZB Antriebswelle fehlerhaft hergestellt (Gesamtprozess Herstellung „ZB Antriebswelle“)	8	Rauhtiefe Lauffläche Wellendichtring nicht nach Zeichnungsvorgabe hergestellt	falsches Bearbeitungsprogramm geladen (Einrichter)	Anfangsstand: 22.11.1994							
				bisher keine vorgesehen	10	opto-elektronische Durchmesserüberwachung des Rohlings	2	160			
			Änderungsstand: 22.12.1994								
			sachnummerbezogener Programmaufruf	2	opto-elektronische Durchmesserüberwachung des Rohlings	2	32	Maier 10.02.1995 abgeschlossen			
			setzt zu kleine Schleifscheibe ein (Einrichter)	Anfangsstand: 22.11.1994							
				bisher keine vorgesehen	10	regelmäßige manuelle Durchmesserprüfung der Schleifscheibe	4	320	Bauer		
			Werkzeugverschleiß nicht festgestellt (Bediener)	Anfangsstand: 22.11.1994							
				bisher keine vorgesehen	10	opto-elektronische Durchmesserüberwachung des Rohlings	2	160	Maier		
			Umfangsgeschwindigkeit zu niedrig (Schleifmaschine)	Anfangsstand: 22.11.1994							
				Einsatz bewährter Antriebseinheiten vorgesehen	2	Online-Drehzahlüberwachung	2	32	Maier		
Schlichtarbeitsgang wird nicht korrekt durchgeführt (Schleifmaschine)	Anfangsstand: 22.11.1994										
	vorgesehene Steuerung bereits störungsfrei im Serieneinsatz	2	Prüflauf beim Maschinenhersteller	3	48	Maier					
Schleifmaschine wird durch Erschütterungen benachbarter Maschinen beeinflusst (Mitwelt)	Anfangsstand: 22.11.1994										
	bisher keine vorgesehen	10	bisher keine vorgesehen	10	800	Müller					
	Änderungsstand: 30.11.1994										
entsprechende Auslegung des Fundaments [**]	5	Schwingungsmessung am Fundament durchgeführt	1	40	Müller 10.12.1994 abgeschlossen						
ZB Antriebswelle fehlerhaft hergestellt (Gesamtprozess Herstellung „ZB Antriebswelle“)	8	Durchmesser Lauffläche Wellendichtring < Zeichnungsvorgabe	falsches Bearbeitungsprogramm geladen (Einrichter)	Anfangsstand: 22.11.1994							
				bisher keine vorgesehen	10	opto-elektronische Durchmesserüberwachung des Rohlings	2	160	Maier		
			Änderungsstand: 30.11.1994								
			sachnummerbezogener Programmanlauf	2	opto-elektronische Durchmesserüberwachung des Rohlings	2	32	Maier 15.03.1995 abgeschlossen			
Schlichtarbeitsgang mit zu hoher Materialabnahme durchgeführt (Schleifmaschine)	Anfangsstand: 22.11.1994										
	vorgesehene Steuerung bereits störungsfrei im Serieneinsatz	2	Prüflauf beim Maschinenhersteller	3	48	Maier					

**Risikoanalyse mit „Risk Man“**

Alternativ zur FMEA wird bei Heidelberg für Risikoanalysen zu Produkt und Prozess die Analysemethode „RiskMan“ erfolgreich angewendet. Diese nutzt die Technik des Mindmappings. Dabei werden ausgehend von einem zentralen Thema (z.B. "Produktionsrisiken bei einem neuen Produkt „XY“) Kausalitätsketten aufgebaut, die nach außen hin immer weiter ins Detail gehen. Jedes dieser Details wird schließlich vom Team nach einem Ampelschema bezüglich seiner Risiken bewertet. Dabei bedeutet "Rot" dann: Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden wir mit diesem Detail ein inakzeptables Problem im Projekt bekommen. Diese eine Bewertung integriert die 3 Aspekte der FMEA "Bedeutung", "Auftrittswahrscheinlichkeit" und "Entdeckungswahrscheinlichkeit".

Bei Heidelberg wird für diese Vorgehensweise die Standardsoftware Mindmanager verwendet ([www.mindjet.com/de](http://www.mindjet.com/de)). Vorteilhaft ist, dass Risikoanalysen meist schneller und flexibler als mit der klassischen FMEA durchgeführt werden können. Um aussagekräftige und vollständige Ergebnisse zu erzielen, ist jedoch eine gut strukturierte Vorgehensweise unabdingbar. Bei Fragen zu „RiskMan“ und dessen Anwendung bei Heidelberg, stellt die *Heidelberg-Beschaffung* oder die *Heidelberg-Qualität* den Kontakt zu den Heidelberg-internen Methodenspezialisten her.

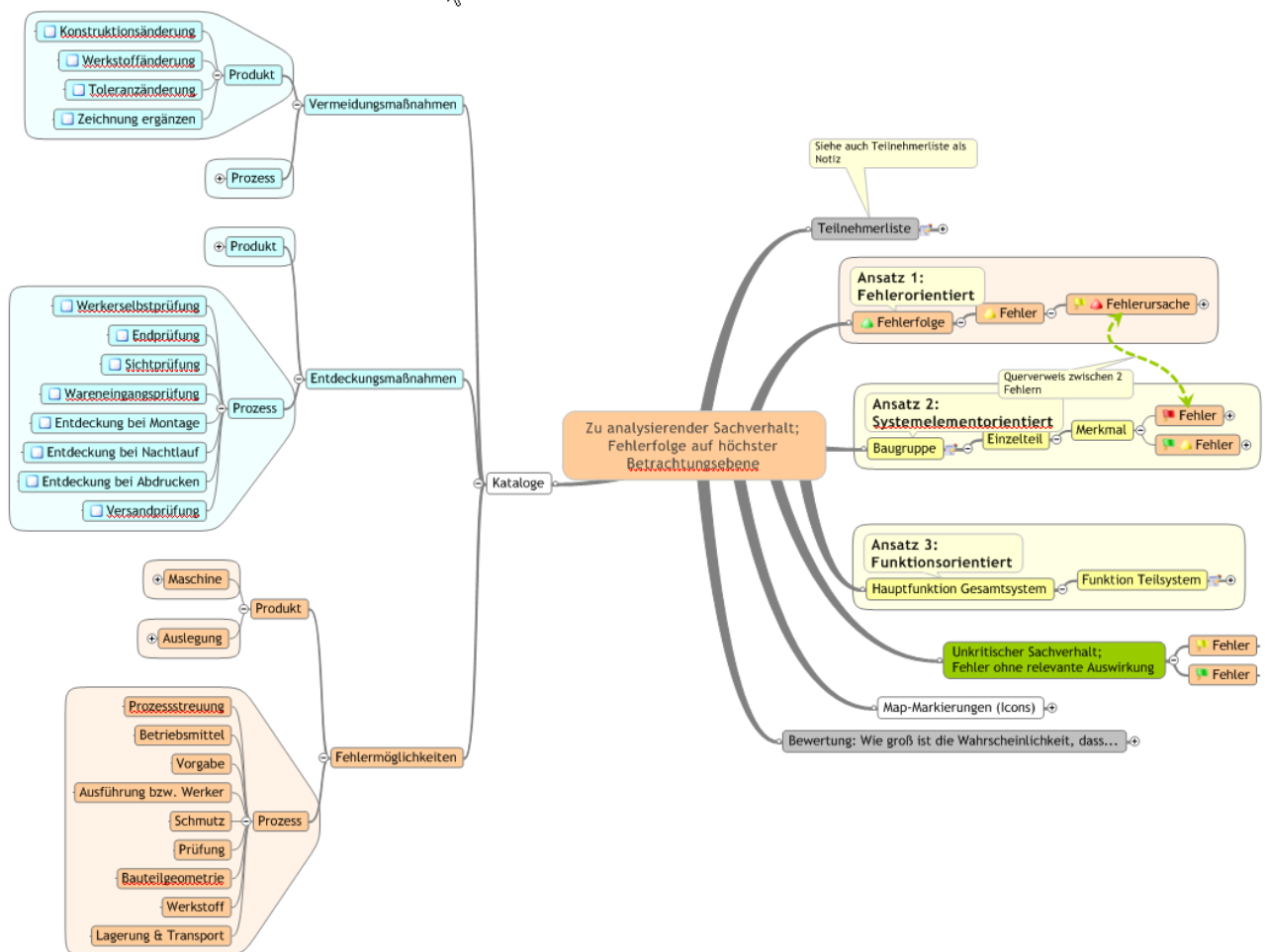


Bild 1: Aufbau Mindmapping  
© Heidelberger Druckmaschinen AG

**Werkzeuge und Techniken im Systematischen Problemlösungsprozess**

Die Übersicht unterstützt die Auswahl von geeigneten Werkzeugen und Techniken in den einzelnen Schritten des „Systematischen Problemlösungsprozesses (SPP)“.

SPP Schritte	Problemdefinition	Ursachenanalyse	Erarbeiten von Lösungen	Planung und Umsetzung	Messung	Standardisierung
<b>Werkzeuge und Techniken</b>						
Ablaufdiagramm	*	*		*		
Affinity Diagramm	*	*	*			
Brainstorming	*	*	*			
Fehlersammelkarte	*	*				
Gantt-Diagramm				*		
Histogramm		*			*	
Konsenstechnik	*	*	*			
Konzentrationsdiagramm		*				
Kraft-/Umfeld-Analyse			*	*		
Lösungs-/Wirkungsdiagramm			*	*		
Mittelwertkarte	*				*	
Pareto-Analyse	*	*			*	
Problemdefinitionsblatt	*				*	
Regelkarte	*					*
Streuungsdiagramm	*	*			*	
Ursache-/Wirkungsdiagramm		*				