



Abbildung 7-22 zeigt, wie der Strukturbaum eines FMEA-Programms aussehen kann, wenn die Elemente des Boundary-Diagramms überführt wurden.

### 7.6.3 Was muss mein Produkt leisten? (Funktionen)

#### Der dritte Schritt in der FMEA-Methodik ist die Funktionsanalyse.

Das Produkt oder die Dienstleistung ist dann in Ordnung, wenn ALLE Funktionen, die dem Kunden zugesagt wurden auch erfüllt sind. Funktionieren wird das nur, wenn auch für Komponenten, Einzelteile, Halbzeuge, Ausgangsmaterialien und deren Verbindungen genau geklärt ist, was sie leisten sollen, um gemeinsam ein funktionierendes Produkt zu bilden.

Um das zu erreichen, stellt sich die Frage:

#### 7.6.3.1 Was verstehen wir unter einer „Funktion“ ?

Dies ist leider weder trivial noch einheitlich durch Normen und Experten beantwortet. Zum Schritt „Funktionsanalyse“ und zum Element „Funktion“ haben sich in der FMEA-Methodik unterschiedliche Denkmodelle entwickelt.

In jedem Fall soll die Funktion ausdrücken, worin die Aufgabe des Entwicklungsobjektes besteht.

**Modell 1:** Eine Funktion beschreibt die **Transformation** von Eingangsgrößen und Einflüssen in ein Ergebnis.

Dies entspricht grundsätzlich dem Begriff der Funktion in der Mathematik<sup>115</sup> oder der Nutzung der mathematischen Funktion um einen physikalischen oder chemischen Vorgang zu beschreiben.

*Beispiel: Funktion eines Fensterheber-Motors: Motor wandelt elektrische Energie in mechanische Arbeit.*

- Spezifikationen (Nominal, Toleranz) sind dazu messbare Bedingungen, die dann die Zustände vor und nach der Funktion bei

<sup>115</sup> In der Mathematik ist eine Funktion der Weg, der Algorithmus, die Transformation, um aus Eingangsgrößen zu einem Funktionsergebnis zu kommen.

Ergebnisse  $Y_1, Y_2, Y_3 = \text{Funktion } f \text{ von den Einflussgrößen } X_1, X_2, X_3, \dots$

einer Prüfung bewertbar machen. Damit stellt sich aber die Problematik, wo Spezifikationen zugewiesen werden sollen.

- In diesem Modell ist ein weiteres Problem, dass Fehler eine Negation oder Nichterfüllung der Funktion beschreiben (siehe auch nachfolgender Abschnitt 7.6.4). Dies würde bedeuten, dass die Transformation nicht erfüllt wird, obwohl eine Bewertung nur anhand der Spezifikationen erfolgen kann.

**Modell 2:** Eine Funktion beschreibt den **Zustand**, den die Entwicklung erreichen und absichern soll.

*Beispiel: Funktion auf Folgen-Ebene: Fenster öffnet oder schließt in vorgegebener Zeit auf Knopfdruck des Insassen.*

*Funktionen auf Fokus-Ebene – Elektromotor dreht Ritzel, Hebelmechanik mit Untersetzung [mm Hub/Umdrehung],*

*Drehzahl bei Nennstrom = [U/min],*

*Maximaler Strom = [A]*

Die Transformation von den Eingangsgrößen in die Ausgangsgrößen wird mit der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung hergestellt, aber nicht zwingend beschrieben.

- Beiden Modellen ist gemein:
- dass mehrere Funktionen nötig sein können, um Transformation oder Ergebnis zu beschreiben,
- dass die Funktion konkret und bewertbar sein soll, sodass die Erfüllung der Aufgabe für sich (Verifizieren) oder in einem größeren Zusammenhang geprüft werden kann (Validieren). Dies wird dadurch erreicht, dass die Funktion die Entscheidungskriterien enthält, also ein Merkmal ist, oder dass eine Spezifikation ihr eindeutig zugewiesen ist, durch die eine „Erfüllt-Nicht Erfüllt“ – Entscheidung getroffen werden kann.

In Normen, wie dem AIAG-VDA FMEA-Handbuch wird uneinheitlich verfahren (siehe dazu Anhang 11.5): Für die Design-FMEA wird Modell 1 verwendet, für die Prozess-FMEA jedoch Modell 2.

Die Empfehlung im Rahmen dieses Buches ist, Modell 2 durchgängig anzuwenden. Damit werden Funktionen und Merkmale an gleicher Stelle angeordnet und beschreiben durchgängig Zustände, keine Transformationen. Wenn eine Funktion immer einen Zustand beschreibt, dann wird auch immer



## Vorausplanungsmethoden und -tools

ein Zustand bewertet. Entspricht der Zustand nicht der Vorgabe oder Forderung, so liegt ein Fehler vor.

Ein weiterer Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass dadurch klare, in allen Ebenen anwendbare Begriffe verwendet werden, sodass die Design-FMEA so viele Betrachtungsebenen haben kann, wie benötigt, ohne zwischen Anforderungen, Merkmalen und Spezifikationen einen Unterschied machen zu müssen.

Je besser die Forderungen und Erwartungen des Kunden bekannt sind, umso genauer kann in der Entwicklung und mit Unterstützung der FMEA deren Erfüllung analysiert werden.

Forderungen, die nicht bekannt sind, können theoretisch auch nicht zu einem Fehler führen.

Tun sie aber in der Realität doch.

Denken sie bitte an die Basisanforderungen im Kano-Modell in Abbildung 7-4 auf Seite 162. Dazu mehr bei der Betrachtung von Fehlern in Abschnitt 7.6.4.1 auf Seite 271.

All diese Anforderungen sollen, ja müssen erfüllt werden, zumindest nach Erteilung des Auftrags.

Wann ist die Anforderung erfüllt?

Es gibt zumindest zwei Arten von Anforderungen, die diese Antwort sehr schwer machen:

- Lebensdauernanforderungen
- Anforderungen ohne Bewertungskriterien.

Lebensdauer muss spezifiziert werden. Ist dies die Zeit bis zum Ablauf der Gewährleistungsfrist oder bis zum Ende der dem Kunden gewährten Garantiezeit? Nach 2 Jahren und 1 Tag ist Schluß? Oder ist die Lebensdauer in Jahrzehnten zu rechnen? Gilt sie für eine begrenzte Zahl von Betriebsstunden oder Schaltzyklen? Unter welchen Betriebsbedingungen?

Und wie kann die Anforderung nach einer Funktion über eine Lebensdauer von 10 Jahren im Dauerbetrieb nachgewiesen werden?

Für zahlreiche derartige Fragen sind Verfahren entwickelt worden, mit denen Nachweise aufwändig, aber möglich sind. Alle Branchen, die Produkte mit langer Lebensdauer und potentiellen Gefahren für Leib und Leben entwickeln und herstellen, haben solche Verfahren beschrieben, z.B. [VDA 3.2].

Noch schwieriger ist der 2. Fall. Der Kunde sagt, dass er etwas will, aber es ist nicht klar, wann das erreicht ist. Die Bedingungen sind unscharf oder