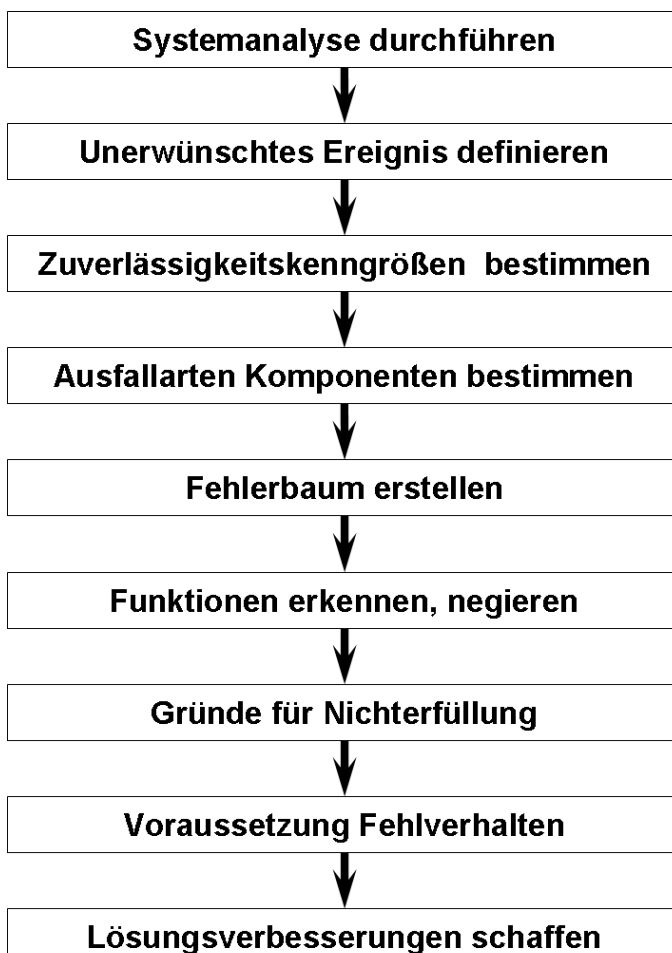


FEHLERBAUMANALYSE

Die Fehlerbaumanalyse ist eine **Risikoanalyse** zur rechtzeitigen Erkennung und Beseitigung von Schwachstellen sowie zum Vergleich alternativer Systeme. Mit dieser Methode kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Systemausfällen und deren mögliche Folgen ermittelt werden. In der englischsprachigen Literatur ist die Methode als "Fault Tree Analysis (FTA)" bekannt. Die Methode wird in DIN 25424, Teil 1 beschrieben. Die wichtigsten Begriffe werden dort erläutert: Ausfall / Versagen, Ausfallart / Versagensart, unerwünschtes Ereignis und Ausfallkombination. Für die graphische Darstellung des Fehlerbaumes definiert die Norm spezielle Bildzeichen, z.B. für Verknüpfungen, Kommentare, Eingang und Ausgang. Weiterhin gebräuchlich ist die Bezeichnung „Gefährdungsbaumanalyse“, die als Sicherheits- bzw. Zuverlässigkeitsanalyse zur Identifizierung von Fehlverhalten an Anlagen und Systemen, die durch unterschiedlichste Störgrößen verursacht werden können, Verwendung findet.

Die Fehlerbaumanalyse ermittelt die logischen Verknüpfungen von Komponenten- oder Teilsystemausfällen, welche zu einem unerwünschten Ereignis führen und stellt sie übersichtlich, grafisch dar. Man kann mit ihr nicht nur die Ausfallursachen, sondern auch deren funktionale Zusammenhänge visualisieren. Ein Risiko wird beschrieben mit der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und den daraus resultierenden Konsequenzen, zum Beispiel den Folgen eines Systemausfalls. Das Zusammenwirken dieser beiden Größen wird im Fehlerbaum visualisiert. Die Fehlerbaumanalyse ist universell einsetzbar. Sie kann sowohl präventiv als auch zur Dokumentation und Visualisierung bereits vorhandener Probleme eingesetzt werden.



Die Fehlerbaumanalyse wird häufig bei der Planung von Industrieanlagen, in der Verfahrenstechnik und im vorbeugenden Brandschutz angewendet. Die Automobilindustrie nutzt Fehlerbäume während der Produktentwicklung zur Vorbereitung der FMEA. Aber auch die Flugsicherung wählt diese Methode um die definitive Sicherheit zu bestimmen und zu sichern.

Mit dieser Methode lassen sich alle möglichen Ausfälle und Ausfallkombinationen und deren Ursachen, die zu einem unerwünschten Ereignis „TOP-Ereignis“ führen, identifizieren. Man kann besonders kritische Ereignisse oder Ereigniskombinationen, z.B. Fehlfunktionen, die zum unerwünschten Ereignis führen, darstellen. Außerdem lassen sich damit Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten des unerwünschten Ereignisses, ihre möglichen Folgen und die Systemverfügbarkeit berechnen. Die Methode dient auch zur Erstellung einer transparenten, übersichtlichen und nachvollziehbaren Dokumentation der Ausfallmechanismen und deren funktionale Zusammenhänge.

Die folgenden Arbeitsschritte sind durchzuführen:

Systemanalyse durchführen

Definition des unerwünschten Ereignises und der Ausfallskriterien

Zuverlässigkeitskenngrößen bestimmen: Bei einer quantitativen Fehlerbaumauswertung wird zwischen der Ausfallwahrscheinlichkeit über eine definierte Zeitspanne und der Nichtverfügbarkeit zu einem beliebigen Zeitpunkt unterschieden. Will man solche quantitativen Aussagen für das "TOP-Ereignis" ableiten, so sind die entsprechenden Daten über die Basisereignisse erforderlich.

Ausfallarten der Komponenten bestimmen: Sämtliche Ausfallarten der Komponenten müssen erfasst werden. Für eine detaillierte Fehlerbaumanalyse reicht es nicht aus verschiedene Ausfallarten eines Bauteils auszuwählen. Ausfallarten eines Bauteils können völlig unterschiedliche Auswirkungen auf das "TOP-Ereignis" haben und müssen an den relevanten Stellen im Fehlerbaum eingetragen werden. Wenn keine genauen Daten verfügbar sind, kann man auch vom "Worst-case" ausgehen und die gesamte Ausfallwahrscheinlichkeit eines Bauteils für alle seine Ausfallarten annehmen.

Fehlerbaum erstellen: Startpunkt für die Darstellung des Fehlerbaumes ist das unerwünschte Ereignis TOP-Ereignis festzustellen. Bei der grafischen Darstellung geht man vom unerwarteten Ereignis aus. Man untersucht, ob sich das beschriebene Ereignis auf den Ausfall eines Systemelements zurückführen lässt.

Funktionen erkennen und negieren: Ein unerwünschtes Ereignis wird impliziert und nach allen kritischen Auslösern gesucht. Die Funktionsstruktur des technischen Bauteils und seine erforderlichen Nebenfunktionen sind zu visualisieren. Dann werden alle erkannten Funktionen nacheinander negiert. Es wird angenommen, sie könnten nicht erfüllt werden. Unter Verwendung allgemeiner Leitlinien, mit den Hauptmerkmalen Funktion, Wirkprinzip, Haltbarkeit, Formänderung und Sicherheit, werden mögliche Ursachen eines Fehlverhaltens oder Störgrößeneinflüsse gesammelt.

Gründe für Nichterfüllung suchen: Alle Möglichkeiten erfassen, weshalb eine Funktion nicht erfüllt sein könnte. Das kann z.B. eine nicht eindeutige Funktionsstruktur, nicht optimale Haltbarkeit oder nicht ideale Gestalt sein.

Voraussetzungen für Fehlverhalten identifizieren: Feststellen, welche Bedingungen und Ereignisse das Fehlverhalten auslösen. Diese Erkenntnisse werden mittels logischer UND- bzw. ODER-Verknüpfungen und den Gesetzen der Booleschen Algebra kombiniert.

Abhilfe schaffen: Lösungsverbesserungen oder andere Lösungen bzw. zusätzliche Kontroll-Maßnahmen werden erarbeitet um dem Eintreten des "TOP-Ereignisses" wirkungsvoll vorzubeugen.

Fazit

Wie auch beim Entscheidungsbaum kann sich eine steigende Baumgröße durch ihre vielen Knotenpunkte negativ auf das Ergebnis auswirken. Wegen dieses Vollständigkeitsproblems und des hohen Arbeitsaufwands für vollständige komplexe Analysen wird die Fehlerbaumanalyse in der Praxis meist nur auf die wichtigen Zonen und kritischen Abläufe beschränkt. Wichtig ist, dass die Denkweise der Methode von den bearbeitenden Personen (z.B.: Konstrukteur eines Triebwerkteils, Planer eines Löschsystems) verinnerlicht und auch ohne formalen Aufwand angewandt wird.