
Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Fehlerbaumanalyse – was ist das?	1
1.2	Wozu die Fehlerbaumanalyse geeignet ist	3
1.3	Analysemethodik und ihre technische Unterstützung	4
1.4	Was eine Fehlerbaumanalyse leisten kann	5
1.5	Hintergrund zu Geschichte, Anwendung und Beschreibung der Methodik	6
1.5.1	Historie und Meilensteine in der Entwicklung der Methodik	6
1.5.2	Anwendungsfelder der Methode	7
1.5.3	Literatur zur Fehlerbaumanalyse	8
1.6	Zu Mythen und Vorurteilen gegenüber der Methode	10
1.7	Flexibilität der Methode und damit verbundene Tücken	11
1.8	Stand der Technik für Fehlerbaumanalysen	12
1.9	Der rote Faden dieses Buchs	13
	Literatur	14

Teil I Theoretische und praktische Grundlagen für Fehlerbaumanalysen

2	Zur notwendigen Theorie	17
2.1	Aufbau und Notation des Fehlerbaums	17
2.2	Unabhängigkeit der Ereignisse	22
2.3	Notationsvielfalt	26
2.4	Semantik von Fehlerbäumen	27
2.4.1	Fehlerbäume als boolesche Formel	27
2.4.2	Regeln und Normalformen	28
2.5	Auswertung: Minimalschnitt	30
2.6	Äquivalente Fehlerbäume	32
2.7	Quantifizierung von Fehlerbäumen	32
2.7.1	Wahrscheinlichkeitstheorie	33
2.7.2	Kombinierte Wahrscheinlichkeiten	35
2.7.3	Zeitabhängige Wahrscheinlichkeiten	37

2.7.4	Unzuverlässigkeit vs. Verfügbarkeit	40
2.7.5	Quantifizierung von Common-Cause-Ereignissen	40
2.8	Quantitative Auswertung	41
2.8.1	Nichtverfügbarkeit des Systems	42
2.8.2	Unzuverlässigkeit des Systems	43
2.8.3	Birnbaum-Importanz	45
2.8.4	Fussell-Vesely-Importanz	46
2.8.5	Kritikalitätsimportanz	46
2.8.6	Barlow-Proschan-Importanz	46
2.9	Weiterführende Betrachtungen	47
2.10	Fazit	47
	Literatur	48
3	Methodische Grundlagen	49
3.1	Vorbereitungen	50
3.1.1	Klärung des methodischen Rahmens	50
3.1.2	Informationsbeschaffung zum Untersuchungsgegenstand	50
3.1.3	Notationsregeln definieren	51
3.1.4	Analyseplanung	51
3.2	Ablauf der FTA-Erstellung	52
3.2.1	Definition der Hauptereignisse	53
3.2.2	Systemgrenzen, Betriebsparameter und Auflösung	55
3.2.3	Elementare Modellierungskonzepte	58
3.3	Strukturierung einer FTA	61
3.3.1	Strukturierungsvarianten	61
3.3.2	Vor- und Nachteile der Varianten	62
3.4	Aspekte der Wiederverwendung	65
3.5	Abwägung zwischen grober und feiner Granularität	67
3.6	Zusammenfassung methodischer Grundlagen	68
	Literatur	68
4	Fehlerbaummodellierung	69
4.1	Das Fundament der guten Modellierung	70
4.1.1	Das Ziel im Blick behalten	70
4.1.2	Ein System richtig abbilden	70
4.2	Konstruieren der Fehlerbaumlogik	73
4.2.1	Unmittelbare Ursache	73
4.2.2	Allgemeine Modellierungshilfen	75
4.2.3	Mehrfach verknüpfte Ereignisse	81
4.2.4	Vermeiden von zirkulärer Logik	85
4.2.5	Common-Cause-Fehler	88

4.3	Überwachungs- und Diagnosemaßnahmen	89
4.3.1	Stark vereinfachte Diagnosemodellierung	91
4.3.2	Vereinfachte Diagnosemodellierung	91
4.3.3	Diagnosemodellierung	92
4.3.4	Fehler im Diagnosepfad	93
4.3.5	Aufteilung nach Fehlerarten	94
4.3.6	Fehler bei der Modellierung vermeiden	96
4.4	Anpassung der Detaillierungstiefe	98
4.4.1	Vom Mikrocontroller bis zum Transistor	99
4.4.2	Sinn einer Software-Analyse	101
4.5	Die richtige Form finden	102
4.5.1	Paginierung	104
4.5.2	Zu viel des Guten	106
4.6	Beispiel für eine projektspezifische Modellierung	107
4.6.1	Systembeschreibung und Betrachtungsumfang im Beispiel	107
4.6.2	Zweck der projektspezifischen FTA im Beispiel	109
4.6.3	Modellierungsergebnisse im Beispiel	110
4.7	Zusammenfassung	117
	Literatur	117
5	Auswertung der Ergebnisse und ihre Dokumentation	119
5.1	Möglichkeiten von qualitativen und quantitativen Auswertungen	119
5.2	Beispielsystem zur FTA-Auswertung	121
5.3	Qualitative Analyse	125
5.3.1	Graphische Pfadanalyse	125
5.3.2	Qualitative Analyse der Minimalschnitte	125
5.4	Numerische Analyse	128
5.4.1	Quantitative Ergebnisse für Haupt- und Zwischenereignisse	128
5.4.2	Quantitative Analyse der Minimalschnitte	130
5.4.3	Importanzlisten	132
5.4.4	Sensitivitätsanalysen	137
5.4.5	Vergleich und Interpretation der Importanz- und Sensitivitätsanalysen	140
5.5	Plausibilitätskontrolle	142
5.6	Das zusammenfassende Dokument: Der Analysebericht	143
5.7	Zusammenfassung der Auswertungsmethoden	144
	Literatur	145

Teil II Wichtige Begleitfaktoren und Anwendungsbeispiele

6	Sprachliche Qualität der Analyse	149
6.1	Textfelder in der FTA-Graphik	149
6.2	Sprachliche Mängel und ihre Folgen vermeiden	151
6.2.1	Ursachen sprachlicher Defekte	152
6.2.2	Formulierungsschwächen vorbeugen	154
6.2.3	Weitere Tipps fürs Formulieren	156
6.3	Effiziente Nutzung von Akronymen	158
6.4	Fazit zur sprachlichen Analysequalität	159
	Literatur	160
7	Qualifikationen und hilfreiche Fähigkeiten des Fehlerbaumanalysten	161
7.1	Risiken unzureichender Kenntnisse	161
7.2	Grundvoraussetzungen für einen guten Analysten	162
7.2.1	Logisches Denken	162
7.2.2	Guter Entwickler versus guter Analyst	164
7.2.3	Weitere hilfreiche Fähigkeiten	164
7.3	Qualifikationen	168
7.3.1	Fundierte Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitslehre	168
7.3.2	Beherrschung der FTA-Software	169
7.3.3	Ansätze zur Qualifizierung von Analysten	170
7.4	Zielgerichteter Einsatz der Analyse	170
7.4.1	Gesamtkunstwerke vermeiden	170
7.4.2	Den Projektkontext im Blick	171
7.4.3	Mit strukturiertem Vorgehen zum Ziel	172
7.4.4	Der Analyst als „FTA-Moderator“?	174
7.5	Fazit zu den Qualitäten des Analysten	176
	Literatur	176
8	FTA im Projektumfeld	177
8.1	Einleitung	177
8.2	Rechtzeitige Definition der Rahmenbedingungen	177
8.2.1	Einsatzgebiet der Analyse	179
8.2.2	Klärung von Erwartungshaltungen	179
8.2.3	Betrachtungsumfang der Analyse	180
8.2.4	Detaillierungsgrad festlegen	183
8.3	Planung und Durchführung der Analyse im Gesamtkontext	185
8.3.1	Abgleich und Interaktionen mit anderen Projektaktivitäten	186
8.3.2	Aktualität der Analyse für Änderungen und Varianten gewährleisten	187
8.4	Verifikation und Prüfung der Analyse	188

8.4.1	Fachliche Verifikation	189
8.4.2	Unabhängige Überprüfung	191
8.5	Spezielle Themen	192
8.5.1	FTA im Kontext verteilter Entwicklung	192
8.5.2	Exkurs: FTA im erweiterten V&V-Kontext	194
8.6	Fazit zum FTA-Projektkontext	197
	Literatur	197
9	Beispiele für die Analyse eines komplexen Systems	199
9.1	Einführung in das Beispielsystem	199
9.1.1	Bestimmung der Hauptereignisse für die Beispiel-FTA	201
9.1.2	Technische Informationen für eine Grobanalyse	202
9.2	Grobanalyse für zwei Subsysteme	203
9.2.1	Projektspezifische FTA-Modellierung	203
9.2.2	Optimierung der FTA-Modellierung im Analyseverlauf	207
9.3	Vertiefung der Analyse	210
9.3.1	Vervollständigung der fehlfunktionalen Betrachtung	210
9.3.2	Von der Architektur zum Design	211
9.3.3	Behandlung spezieller Sekundärfehler und Eigendiagnosen	215
9.4	Schnittstellenabgleich an den Systemgrenzen	222
9.4.1	Systemexterne Störeinflüsse und menschliche Fehler	222
9.4.2	Systemübergreifende Rückwirkungen	226
9.5	Zusammenfassung zur Beispielanalyse	229
 Teil III Vertiefung spezieller Aspekte und methodische Ausblicke		
10	Daten für die quantitative FTA und Abgleich mit anderen Analysen	233
10.1	Fehlerraten	233
10.1.1	Bestimmung von Fehlerraten	234
10.1.2	Normen und Handbücher für Ausfallraten	235
10.1.3	Bestimmung von Ausfallraten anhand von Normen	236
10.2	Diagnosedeckungsgrad	239
10.3	FTA in Kombination mit FMEDA	240
10.3.1	Vorgehensweise der FMEDA	240
10.3.2	Verknüpfung mit Fehlerbäumen	242
10.4	FTA in Relation zu anderen Analysemethoden	244
10.4.1	Markov-Modelle	244
10.4.2	Zuverlässigkeitsblockdiagramme	244
	Literatur	245
11	Das richtige Analysewerkzeug	247
11.1	Einen Favoriten finden	248

11.2	Auswahlkriterien	248
11.2.1	Fachliche Korrektheit	248
11.2.2	Benutzerfreundlichkeit	249
11.2.3	Projekttauglichkeit	250
11.2.4	Softwarequalität	251
11.3	Software für professionelle Analysten	251
12	FTA im Kontext modellbasierter Entwicklung	253
12.1	Einleitung	253
12.1.1	Integration von Modell und Analyse	253
12.1.2	Modellbasierte Systembeschreibungen	254
12.2	Fehlermodellierung	255
12.2.1	Fehlernetze und FTA	255
12.2.2	Component Fault Trees	257
12.2.3	HiP-HOPS	258
12.2.4	AltaRica	259
12.3	Fazit	259
	Literatur	260
13	FTA-Anwendung bei Abläufen und Prozessen	261
13.1	Notwendige Vorbereitungen	261
13.2	Einfaches Beispiel für Durchführung und Ergebnisse	262
13.3	Einfluss sequentieller Abläufe in Systemen	264
13.4	Schlussfolgerungen zu FTAs für Ablaufanalysen	265
14	Algorithmen	267
14.1	MOCUS-Algorithmus	267
14.2	BDD-Algorithmus	269
	Literatur	272
15	Trugschlüsse und Irrwege bei Wahrscheinlichkeitsberechnungen	273
15.1	Motivation für diesen Anhang	273
15.2	Relative Relativität	273
15.3	Auf Entenjagd	276
15.4	Das Ziegenparadoxon	278
15.5	Fazit zu Trugschlüssen und Irrwegen	280
	Literatur	280
	Glossar zentraler Begriffe	281
	Sachverzeichnis	287

<http://www.springer.com/978-3-662-48165-3>

Fehlerbaumanalyse in Theorie und Praxis
Grundlagen und Anwendung der Methode

Edler, F.; Soden, M.; Hankammer, R.

2015, XVIII, 290 S. 105 Abb., 9 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-662-48165-3