

Inhaltsverzeichnis

Teil I	
MBT – Einstieg und Grundlagen	1
1 Einleitung	3
1.1 Model Based Testing – nur ein Hype?	3
1.2 Viele Definitionen für modellbasiertes Testen	6
1.3 Ziele des Buches	9
1.4 Aufbau des Buches	12
2 Testen heute	15
2.1 Grundbegriffe von Qualitätssicherung und Testen	15
2.1.1 Testverfahren	18
2.1.2 Kriterien zur Testüberdeckung	19
2.1.3 Teststufen	20
2.1.4 Randbedingungen des Testens	23
2.2 Der fundamentale Testprozess	24
2.2.1 Phasen des Testprozesses	25
2.2.2 Testplanung	25
2.2.3 Teststeuerung und -kontrolle	26
2.2.4 Testanalyse und -entwurf	26
2.2.5 Testrealisierung und -durchführung	27
2.2.6 Testauswertung und -bericht	27
2.2.7 Abschluss der Testaktivitäten	28
2.2.8 Rollen im Testprozess	28

2.3	Herausforderungen beim Testen heute	29
2.3.1	Kostenfaktor Test	30
2.3.2	Mangelnde Testqualität	31
2.3.3	Tester mit Fach-, aber ohne IT-Wissen	32
2.3.4	Komplexität der Tests	33
2.3.5	Testautomatisierung	33
2.4	Zusammenfassung	34
3	MBT – Ein Einstieg	35
3.1	Definition von modellbasiertem Testen	35
3.1.1	Ziele für MBT	35
3.1.2	Definition von MBT	36
3.1.3	Eine erste Betrachtung von Aufwand und Nutzen	37
3.2	MBT-Varianten	39
3.2.1	Systemmodellgetrieben	40
3.2.2	Testmodellgetrieben	40
3.2.3	System- und testmodellgetrieben	41
3.3	Einordnung von MBT in den Softwaretest	42
3.4	Zusammenfassung	44
4	Einführung in die Modellierung	45
4.1	Wat is'n Modell?	45
4.2	Allgemeiner Vergleich von Texten und Modellen	48
4.2.1	Merkmale und Mängel natürlicher Sprache	48
4.2.2	Vorteile formaler Modelle und visueller Darstellungen	50
4.3	Drei grundlegende MBT-Modellkategorien	52
4.3.1	Umgebungsmodelle	52
4.3.2	Systemmodelle	53
4.3.3	Testmodelle	54
4.3.4	Zusammenhänge	56
4.4	Exkurs: Grundbegriffe der Graphentheorie	56
4.5	UML – ein Standard der Softwaremodellierung	59
4.6	Intermezzo: zwei Fallbeispiele	61
4.6.1	Produktskizze CarKonfigurator	61
4.6.2	Produktskizze Türsteuerung	62

4.7	Modellierung statischer Strukturen	63
4.7.1	Objektmodellierung	63
4.7.2	Klassenmodellierung	65
4.7.3	Pakete und Komponenten	71
4.7.4	ER-Modellierung	73
4.8	Modellierung dynamischen Verhaltens	74
4.8.1	Aktivitätsmodellierung	74
4.8.2	Zustandsmodellierung	79
4.8.3	Interaktionsmodellierung	83
4.9	Nebenläufigkeits- und Echtzeitmodellierung	87
4.9.1	Petri-Netze	87
4.9.2	Zeitdiagramm	90
4.10	Umgebungs-, Funktions- und Nutzungsmodellierung	91
4.10.1	Umgebungsmodellierung mit Akteuren	91
4.10.2	Funktionsmodellierung mit Anwendungsfällen	92
4.10.3	Nutzungsmodellierung	96
4.10.4	Präzisierung von Modellen mit der OCL	99
4.11	Metamodellierung und Profile	100
4.11.1	UML – Spracharchitektur und Metamodell	100
4.11.2	Stereotype und Profile	102
4.12	Zusammenfassung	105
5	Intermezzo 1: Türsteuerung	107
5.1	Vorüberlegungen und Planung	107
5.2	Modellierung Schritt 1 – funktionale Anforderungen	107
5.2.1	Strukturmodell	108
5.2.2	Verhaltensmodell	109
5.3	Generierung von funktionalen Testfällen	110
5.4	Modellierung Schritt 2 – Sicherheitsanforderungen	113
5.5	Neugenerierung der Testfälle	115
5.6	Zusammenfassung	118

Teil II	
MBT im Testprozess	119
6 MBT und der Testprozess	121
6.1 Mögliche Ausprägungen von MBT im Testprozess	122
6.1.1 Modellorientiertes Testen	122
6.1.2 Modellgetriebenes Testen	124
6.1.3 Modellzentrisches Testen	125
6.2 MBT-Prozesse und Modellkategorien im Detail	127
6.2.1 Testmodellgetriebene MBT-Prozesse	128
6.2.2 Systemmodellgetriebene MBT-Prozesse	131
6.3 Umfang von MBT im Testprozess	135
6.4 Einsatz von MBT in den verschiedenen Teststufen	137
6.4.1 Komponententest	138
6.4.2 Integrationstest	138
6.4.3 Systemtest	139
6.4.4 Systemintegrationstest	140
6.4.5 Abnahmetest	140
6.5 MBT und Vorgehensmodelle	141
6.5.1 MBT im allgemeinen V-Modell	141
6.5.2 MBT im Rational Unified Process	142
6.5.3 MBT und agile Entwicklungsmodelle	144
6.6 Zusammenfassung	147
7 Planung und Steuerung	149
7.1 Risikoidentifikation und -analyse	149
7.2 Bestimmung der Teststrategie	151
7.3 Aktivitätenplanung und Aufwandsschätzung	153
7.3.1 Aufwandsschätzung	153
7.4 Werkzeuge und Infrastruktur	157
7.5 Mitarbeiterqualifikation	157
7.5.1 Fähigkeit, Modelle lesen zu können	159
7.5.2 Fähigkeit, Modelle erstellen zu können	160
7.5.3 Weitere Fähigkeiten im Zusammenhang mit MBT	160

7.6	Steuerung	161
7.6.1	Produktmetriken	162
7.6.2	Projektmetriken	163
7.6.3	Prozessmetriken	165
7.6.4	Anforderungs- und modellbasierte Testendekriterien	168
7.7	Zusammenfassung	170
8	Intermezzo 2: CarKonfigurator	171
8.1	Testobjekt und Ziel	171
8.2	Beschreibung der Tests als Papiermodell	172
8.2.1	Beschreibung der Testschritte	172
8.2.2	Auswahl der Testdaten	174
8.3	Vom Papiermodell zum UML-Modell	177
8.4	Testfallgenerierung: Algorithmus und Ergebnis	180
8.5	Bewertung	182
8.6	Zusammenfassung	184
9	Modellierung und Modellprüfung	185
9.1	Überblick	185
9.2	Erstellung von Testmodellen	186
9.2.1	Grundlegende Elemente von Testmodellen	186
9.2.2	Modellelemente aus dem CarKonfigurator	188
9.2.3	Stabile Knoten-/Kantenbezeichner	189
9.2.4	Modellierung der Testpriorität	190
9.2.5	Fachlich unerwünschte Pfade	191
9.2.6	Modellierung von Testorakeln	193
9.2.7	Verknüpfung von Testmodellen und zu testenden Anforderungen	194
9.2.8	Exkurs: Testfallableitung aus textuellen Spezifikationen	197
9.2.9	Fazit: Motivation eigenständiger Testmodelle	199
9.3	Modellierung von Testfallspezifikationen	200
9.3.1	Das UML2 Testing Profile	200
9.3.2	FIT und FITness	204
9.3.3	TTCN-3	205

9.4	Exkurs: Modellierung von Testumgebungen	208
9.5	Nutzung vorhandener Systemmodelle	210
9.6	Achtung: Fallstricke!	211
9.6.1	Parallele Abläufe oder Alternativen?	211
9.6.2	Hierarchische Verfeinerungen	214
9.7	Übergang von Systemmodellen zu Testmodellen	216
9.7.1	Aus demselben Modell Code und Tests generieren?	216
9.7.2	Grenzen von Systemmodellen	217
9.7.3	Ähneln sich Systemmodelle und Testmodelle?	218
9.7.4	Übergänge vom Systemmodell zum Testmodell	220
9.7.5	Zwei Wege zum konkreten Testfall	223
9.8	Qualitätsmerkmale und Ziele von Modellen	223
9.8.1	Grundlegendes zur Qualität von Modellen	224
9.8.2	Korrektheit (inhaltlich)	225
9.8.3	Korrektheit (formal)	225
9.8.4	Einfachheit	226
9.8.5	Verständlichkeit/Lesbarkeit	226
9.8.6	Angemessenheit	226
9.8.7	Änderbarkeit	227
9.8.8	Vollständigkeit (inhaltlich und formal)	227
9.8.9	Widerspruchsfreiheit (inhaltlich und formal)	227
9.8.10	Prüfbarkeit	228
9.8.11	Werkzeugunterstützung	228
9.8.12	Konsistenz zu anderen Modellen	228
9.9	Prüfung von Modellen	229
9.9.1	Reviews	229
9.9.2	Werkzeuggestützte Prüfungen gegen das Metamodell	230
9.9.3	Model Checker	230
9.9.4	Simulation	230
9.9.5	Geeignete Prüfungen zu Qualitätsmerkmalen	231
9.10	Zusammenfassung	233

10	Testfallgenerierung	235
10.1	Vorbemerkung zum Umfang des Kapitels	235
10.2	Einführung in die Generierung	236
10.2.1	Was wird generiert – abstrakte oder konkrete Testfälle?	236
10.2.2	Einsatz von Überdeckungskriterien	238
10.2.3	Das Big Picture der Generierungsverfahren	240
10.3	Generierungsverfahren im Einzelnen	242
10.3.1	Anforderungsbasierte Testgenerierung	242
10.3.2	Kontrollflussbasierte Testgenerierung	243
10.3.3	Datenflussbasierte Testfallgenerierung	246
10.3.4	Datenüberdeckungskriterien	246
10.3.5	Zustandsbasierte Testgenerierung	248
10.3.6	Statistische Testgenerierung	250
10.3.7	Nutzungsbasierte Testgenerierung – »Operational Profiles«	252
10.3.8	U2TP-basierte TTCN-3-Generierung	256
10.4	Steuerung der Testfallgenerierung	261
10.4.1	Mengenmäßige Begrenzung der Testfälle	262
10.4.2	Adaptive Testfallgenerierung	264
10.4.3	Negativregeln zum Ausschluss bestimmter Modellteile . . .	266
10.5	Testneugenerierung nach Änderungen	267
10.5.1	Versionsmanagement und MBT	268
10.5.2	Pflegeprozesse nach Modelländerungen	268
10.5.3	Nichtüberschreibung manueller Testarbeiten	269
10.5.4	Exkurs: Adjazenzlisten	270
10.6	Zur Generierung weiterer Testartefakte	271
10.7	Zusammenfassung	272
11	Durchführung und Auswertung	273
11.1	Manuelle Testdurchführung	273
11.2	Automatisierte Testdurchführung	276
11.2.1	Formen der Testautomatisierung	277
11.2.2	Zusammenführung von MBT und Keyword-Driven Testing	282
11.2.3	Nutzen von modellbasiertem Keyword-Driven Testing . . .	285

11.3	Auswertung und Berichterstattung	286
11.3.1	Erzeugung von Traceability-Informationen	287
11.3.2	Nutzung der Traceability zur Fortschrittsbewertung	291
11.3.3	Nutzung der Traceability zur Ergebnisbewertung	293
11.3.4	Strategien zur Reduktion der Anzahl von Abweichungsmeldungen	295
11.4	Zusammenfassung	298
Teil III		
MBT im Praxiseinsatz		299
12	MBT-Werkzeuge	301
12.1	Typische Werkzeuglandschaft im Testprozess	301
12.1.1	Werkzeuge zur »Planung & Steuerung«	302
12.1.2	Werkzeuge zu »Analyse & Design«	303
12.1.3	Werkzeuge zur »Realisierung« und »Durchführung«	304
12.2	Klassifikationsschemata für MBT-Werkzeuge	305
12.2.1	MBT-Taxonomie nach Utting et al.	306
12.2.2	MBT-Taxonomie nach Götz et al.	308
12.3	Zusammenfassung	315
13	MBT erfolgreich einführen	317
13.1	Hindernisse für die Einführung von MBT	317
13.1.1	Unrealistische oder unklare Ziele	318
13.1.2	Falsche Werkzeugauswahl	318
13.1.3	Probleme von übermorgen lösen wollen	319
13.1.4	Erfolg haben	320
13.2	Erfolgsfaktoren für die Einführung von MBT	320
13.2.1	Ziele klar definieren und messbar machen	320
13.2.2	Akzeptanz schaffen	321
13.3	Die Einführung als Projekt planen und durchführen	322
13.3.1	Analysephase	322
13.3.2	Designphase	326
13.3.3	Evaluierungsphase	327

13.4	Werkzeuge richtig auswählen	327
13.4.1	Integrationsfähigkeit	328
13.4.2	Anpassung an Prozesse und Personal	328
13.4.3	Langfrist-Perspektive	328
13.4.4	Umgang mit der Testfallexplosion	329
13.4.5	MBT-Ansatz passend zur Prozessreife definieren	330
13.5	MBT und Prozessreife	330
13.5.1	Reifegradbestimmung des Testprozesses	331
13.5.2	MBTPI – Prozessverbesserung für modellbasiertes Testen	334
13.5.3	Eine Roadmap zur modellbasierten Testreife	336
13.5.4	Skalenbereich 1: Modellorientiertes Testen	339
13.5.5	Skalenbereich 2: Modellgetriebenes Testen	341
13.5.6	Skalenbereich 3: Modellzentrisches Testen	343
13.5.7	Abschließende Bemerkungen zum Reifegradmodell	345
13.6	Zusammenfassung	345
14	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	347
14.1	Kosten des Einführungsprojekts	348
14.2	Rollout-Kosten	349
14.3	Werkzeugkosten	349
14.3.1	Nutzen von MBT	350
14.3.2	Frühzeitige Fehlerfindung	350
14.4	Kostensparnis durch MBT – Fallbeispiel Trapeze ITS	352
14.4.1	Ausgangssituation	353
14.4.2	Bisherige Kosten der MBT-Einführung	355
14.4.3	ROI-Betrachtung der MBT-Einführung	357
14.5	Zusammenfassung	364
15	Möglichkeiten und Grenzen von MBT	365
15.1	Was modellbasiertes Testen leisten kann	365
15.2	Was modellbasiertes Testen unter Umständen leisten kann	370
15.3	Was modellbasiertes Testen nicht leisten kann	371
15.4	Was modellbasiertes Testen nicht ersetzen kann	372

15.5	Ausblick – was MBT künftig bringen wird	373
15.6	Zusammenfassung	376
	Anhang	377
A	Abkürzungsverzeichnis	379
B	Glossar	381
C	Quellen	389
C.1	Literaturangaben	389
C.2	Webseiten	396
	Index	399