

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	7
1.3	Ziele des Buches	10
1.4	Aufbau des Buches	13
1.5	Leseanleitung für die Qualifikation zum ISTQB® Certified Model-Based Tester	15
1.6	Zwei Fallbeispiele	20
1.6.1	Produktskizze CarKonfigurator	20
1.6.2	Produktskizze Türsteuerung	21
2	Testen heute	23
2.1	Grundbegriffe von Qualitätssicherung und Testen	23
2.1.1	Testverfahren	26
2.1.2	Kriterien zur Testüberdeckung	27
2.1.3	Teststufen	28
2.1.4	Randbedingungen des Testens	31
2.2	Der fundamentale Testprozess	32
2.2.1	Phasen des Testprozesses	33
2.2.2	Testplanung	34
2.2.3	Teststeuerung und -kontrolle	34
2.2.4	Testanalyse und -entwurf	35
2.2.5	Testrealisierung und -durchführung	35
2.2.6	Bewertung von Endkriterien und Bericht	36
2.2.7	Abschluss der Testaktivitäten	37
2.2.8	Rollen im Testprozess	37

2.3	Herausforderungen beim Testen heute	38
2.3.1	Kostenfaktor Test	39
2.3.2	Mangelnde Testqualität	40
2.3.3	Tester mit Fach-, aber ohne IT-Wissen	41
2.3.4	Komplexität der Tests	42
2.3.5	Testautomatisierung	43
2.3.6	Mangelnde Qualität der Testbasis	43
2.3.7	Zu späte Einbindung des Endkunden	44
2.4	Zusammenfassung	45
3	Einführung in die Modellierung	47
3.1	Wat is'n Modell?	47
3.2	Allgemeiner Vergleich von Texten und Modellen	50
3.2.1	Merkmale und Mängel natürlicher Sprache	50
3.2.2	Vorteile formaler Modelle und visueller Darstellungen	51
3.3	Exkurs: Grundbegriffe der Graphentheorie	54
3.4	UML – ein Standard der Softwaremodellierung	57
3.5	Modellierung statischer Strukturen	58
3.5.1	Objektmodellierung	58
3.5.2	Klassenmodellierung	60
3.5.3	Pakete und Komponenten	66
3.5.4	ER-Modellierung	68
3.6	Modellierung dynamischen Verhaltens	69
3.6.1	Aktivitätsmodellierung	70
3.6.2	Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN	74
3.6.3	Zustandsmodellierung	76
3.6.4	Interaktionsmodellierung	81
3.7	Nebenläufigkeits- und Echtzeitmodellierung	85
3.7.1	Petri-Netze	85
3.7.2	Zeitdiagramm	88
3.8	Umgebungs-, Funktions- und Nutzungsmodellierung	89
3.8.1	Umgebungsmodellierung mit Akteuren	89
3.8.2	Funktionsmodellierung mit Anwendungsfällen	90
3.8.3	Nutzungsmodellierung	94
3.8.4	Präzisierung von Modellen mit der OCL	97
3.9	Metamodellierung und Profile	98
3.9.1	UML – Spracharchitektur und Metamodell	99
3.9.2	Stereotype und Profile	100
3.10	Zusammenfassung	103

4	MBT – ein Einstieg	105
4.1	Detaillierte Definition von MBT	105
4.2	MBT zur Testfallgenerierung	106
4.3	MBT im Projektkontext	107
4.4	MBT-Modellkategorien	109
4.4.1	Drei Modellkategorien für MBT	109
4.4.2	Umgebungsmodelle	110
4.4.3	Systemmodelle	111
4.4.4	Testmodelle	112
4.5	Nutzen von MBT	114
4.5.1	MBT reduziert Fehler in frühen Entwicklungsphasen ...	114
4.5.2	MBT liefert mehr und bessere Testfälle	115
4.5.3	MBT unterstützt die Testautomatisierung	116
4.6	Einordnung von MBT in den Softwaretest	117
4.7	Zusammenfassung	118
5	Intermezzo 1: Türsteuerung	119
5.1	Vorüberlegungen und Planung	119
5.2	Modellierung	
	Schritt 1 – funktionale Anforderungen	119
5.2.1	Strukturmodell	120
5.2.2	Verhaltensmodell	121
5.3	Generierung von funktionalen Testfällen	122
5.4	Modellierung Schritt 2 – Sicherheitsanforderungen	125
5.5	Neugenerierung der Testfälle	127
5.6	Bewertung des gewählten MBT-Vorgehens	130
5.7	Zusammenfassung	131
Teil II	MBT im Testprozess	133
6	MBT und der Testprozess	135
6.1	Ausprägungen von MBT im Testprozess	136
6.1.1	Modellorientiertes Testen	136
6.1.2	Modellgetriebenes Testen	138
6.1.3	Modellzentrisches Testen	139
6.2	Allgemeine Integration von MBT in den Testprozess	141

6.3	Abhängigkeit des MBT-Prozesses von den verwendeten Modellkategorien	144
6.3.1	Übersicht über die MBT-Varianten	144
6.3.2	Ausschließlich testmodellgetriebene MBT-Prozesse	145
6.3.3	Ausschließlich systemmodellgetriebene MBT-Prozesse	150
6.3.4	Das Systemmodell als Ausgangspunkt für ein generiertes Testmodell	153
6.3.5	System- und testmodellgetriebene MBT-Prozesse	155
6.4	Einsatz von MBT für verschiedene Testziele und Teststufen	155
6.4.1	Komponententest	157
6.4.2	Integrationstest	157
6.4.3	Systemtest	158
6.4.4	Systemintegrationstest	158
6.4.5	Abnahmetest	159
6.5	MBT und der Entwicklungsprozess	159
6.5.1	Allgemeine Aufgaben bei der Einbettung von MBT in den Entwicklungsprozess	159
6.5.2	Betrachtung verschiedener Vorgehensmodelle im Zusammenhang mit MBT	160
6.6	Zusammenfassung	167
7	Planung und Steuerung	169
7.1	Risikoidentifikation und -analyse	170
7.2	Bestimmung der Teststrategie	172
7.3	Aktivitätenplanung und Aufwandsschätzung	174
7.3.1	Aktivitäten und Artefakte	174
7.3.2	Aufwandsschätzung	176
7.4	Werkzeuge und Infrastruktur	180
7.5	Mitarbeiterqualifikation	181
7.5.1	Fähigkeit, Modelle lesen zu können	183
7.5.2	Fähigkeit, Modelle erstellen zu können	184
7.5.3	Weitere Fähigkeiten im Zusammenhang mit MBT	185
7.6	Steuerung mit Metriken und Testendekriterien	185
7.6.1	Produktmetriken	186
7.6.2	Projektmetriken	187
7.6.3	Prozessmetriken	189
7.6.4	Anforderungs- und modellbasierte Testendekriterien	193
7.7	Zusammenfassung	195

8	Intermezzo 2: CarKonfigurator	197
8.1	Testobjekt und Ziel	197
8.2	Beschreibung der Tests als »Papiermodell«	198
8.2.1	Beschreibung der Testschritte	198
8.2.2	Auswahl der Testdaten	200
8.3	Vom Papiermodell zum UML-Modell	203
8.4	Testfallgenerierung: Algorithmus und Ergebnis	208
8.5	Bewertung	210
8.6	Zusammenfassung	211
9	Modellierung und Modellprüfung	213
9.1	Überblick	213
9.2	Erstellung von Testmodellen	214
9.2.1	Grundlegende Elemente von Testmodellen	214
9.2.2	Modellelemente aus dem CarKonfigurator	216
9.2.3	Stabile Knoten-/Kantenbezeichner	217
9.2.4	Modellierung der Testpriorität	218
9.2.5	Fachlich unerwünschte Pfade	219
9.2.6	Modellierung von Testorakeln	221
9.2.7	Verknüpfung von Testmodellen und zu testenden Anforderungen	223
9.2.8	Exkurs: Testfallableitung aus textuellen Spezifikationen	226
9.2.9	Fazit: Motivation eigenständiger Testmodelle	228
9.3	Modellierung von Testfallspezifikationen	229
9.3.1	Das UML2 Testing Profile	229
9.3.2	FIT und FITnesse	233
9.3.3	TTCN-3	234
9.4	Exkurs: Modellierung von Testumgebungen	237
9.5	Nutzung vorhandener Systemmodelle	240
9.6	Achtung: Fallstricke!	241
9.6.1	Parallele Abläufe oder Alternativen?	241
9.6.2	Hierarchische Verfeinerungen	244
9.7	Übergang von Systemmodellen zu Testmodellen	245
9.7.1	Aus demselben Modell Code und Tests generieren?	246
9.7.2	Grenzen von Systemmodellen	246
9.7.3	Ähneln sich Systemmodelle und Testmodelle?	247
9.7.4	Übergänge vom Systemmodell zum Testmodell	249
9.7.5	Zwei Wege zum konkreten Testfall	252

9.8	Qualitätsmerkmale und Ziele von Modellen	253
9.8.1	Grundlegendes zur Qualität von Modellen	253
9.8.2	Korrektheit (inhaltlich)	254
9.8.3	Korrektheit (formal)	254
9.8.4	Einfachheit	255
9.8.5	Verständlichkeit/Lesbarkeit	255
9.8.6	Angemessenheit	255
9.8.7	Änderbarkeit	255
9.8.8	Vollständigkeit (inhaltlich und formal)	256
9.8.9	Widerspruchsfreiheit (inhaltlich und formal)	256
9.8.10	Prüfbarkeit	256
9.8.11	Werkzeugunterstützung	257
9.8.12	Konsistenz zu anderen Modellen	257
9.9	Prüfung von Modellen	258
9.9.1	Modellierungsrichtlinien als Grundlage	258
9.9.2	Reviews	259
9.9.3	Werkzeuggestützte Prüfungen gegen das Metamodell	259
9.9.4	Model Checker	259
9.9.5	Iteratives Modellieren und Generieren	260
9.9.6	Simulation	261
9.9.7	Geeignete Prüfungen zu Qualitätsmerkmalen	262
9.10	Zusammenfassung	263
10	Testauswahlkriterien und Testfallgenerierung	265
10.1	Vorbemerkung zum Umfang des Kapitels	265
10.2	Einführung in die Generierung	266
10.2.1	Was wird generiert – abstrakte oder konkrete Testfälle?	266
10.2.2	Einsatz struktureller Überdeckungskriterien	269
10.2.3	Das Big Picture der Generierungsverfahren	270
10.3	Generierungsverfahren im Einzelnen	272
10.3.1	Anforderungsbasierte Testgenerierung	272
10.3.2	Modellbezogene Testauswahlkriterien	274
10.3.3	Datenflussbasierte Testauswahlkriterien	277
10.3.4	Zustandsbasierte Testgenerierung	278
10.3.5	Datenüberdeckungskriterien	280
10.3.6	Nutzungs- oder nutzungsmusterbezogene Testauswahlkriterien – »Operational Profiles«	282
10.3.7	UTP-basierte TTCN-3-Generierung	287

10.4	Steuerung der Testfallgenerierung	293
10.4.1	Verknüpfung von Testauswahlkriterien	293
10.4.2	Mengenmäßige Begrenzung der Testfälle	295
10.4.3	Adaptive Testfallgenerierung	297
10.4.4	Negativregeln zum Ausschluss bestimmter Modellteile	298
10.5	Testneugenerierung nach Änderungen	300
10.5.1	Versionsmanagement und MBT	301
10.5.2	Pflegeprozesse nach Modelländerungen	302
10.5.3	Nichtüberschreibung manueller Testarbeiten	302
10.5.4	Exkurs: Adjazenzlisten	304
10.6	Zur Generierung weiterer Testartefakte	305
10.7	Allgemeine MBT-Taxonomie	306
10.8	Bewertung der Testauswahlkriterien	308
10.9	Zusammenfassung	309
11	Realisierung, Durchführung und Auswertung	311
11.1	Manuelle Testdurchführung	311
11.2	Automatisierte Testdurchführung	314
11.2.1	Formen der Testautomatisierung	315
11.2.2	Automatisierungsansätze	320
11.2.3	Durchführungsansätze	322
11.2.4	Verbindung zwischen Modellelementen und Keywords	323
11.2.5	MBT und Keyword-Driven Testing – änderungsstabile Testautomatisierung	325
11.3	Auswertung und Berichterstattung	327
11.3.1	Erzeugung von Traceability-Informationen	327
11.3.2	Nutzung der Traceability zur Fortschrittsbewertung	332
11.3.3	Nutzung der Traceability zur Ergebnisbewertung	334
11.3.4	Strategien zur Reduktion der Anzahl von Abweichungsmeldungen	336
11.4	Zusammenfassung	339
Teil III	MBT im Praxiseinsatz	341
12	Werkzeuge für MBT	343
12.1	Werkzeugeinsatz gemäß der MBT-Definition	343
12.2	MBT im Software Lifecycle	344
12.3	Klassifikationsschemata für MBT-Werkzeuge	346
12.4	Zusammenfassung	352

13	MBT erfolgreich einführen	353
13.1	Hindernisse für die Einführung von MBT	353
13.1.1	Unrealistische oder unklare Ziele	354
13.1.2	Falsche Werkzeugauswahl	354
13.1.3	Probleme von übermorgen lösen wollen	355
13.1.4	Erfolg haben	356
13.2	Erfolgsfaktoren für die Einführung von MBT	356
13.2.1	Ziele klar definieren und messbar machen	356
13.2.2	Akzeptanz schaffen	357
13.3	Die Einführung als Projekt planen und durchführen	358
13.3.1	Analysephase	359
13.3.2	Designphase	362
13.3.3	Evaluierungsphase	363
13.4	Werkzeuge richtig auswählen	363
13.4.1	Integrationsfähigkeit	364
13.4.2	Anpassung an Prozesse und Personal	364
13.4.3	Langfristige Perspektive	365
13.4.4	Umgang mit der Testfallexplosion	366
13.4.5	MBT-Ansatz passend zur Prozessreife definieren	366
13.5	MBT und Prozessreife	367
13.5.1	Reifegradbestimmung des Testprozesses	367
13.5.2	MBTPI – Prozessverbesserung für modellbasiertes Testen	370
13.5.3	Eine Roadmap zur modellbasierten Testreife	372
13.5.4	Skalenbereich zum Reifegrad »Modellorientiertes Testen«	375
13.5.5	Skalenbereich zum Reifegrad »Modellgetriebenes Testen«	377
13.5.6	Skalenbereich zum Reifegrad »Modellzentrisches Testen«	379
13.5.7	Abschließende Bemerkungen zum Reifegradmodell	381
13.6	Zusammenfassung	381
14	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	383
14.1	Übersicht über Kostenfaktoren von MBT	383
14.1.1	Initiale Kosten der Einführung von MBT im Unternehmen	384
14.1.2	Initiale Kosten der Einführung im Projekt	385
14.1.3	Laufende Kosten von MBT im Testprozess	386

14.2	Nutzen von MBT	387
14.2.1	Frühzeitige Anforderungvalidierung und Fehlerfindung	388
14.2.2	Ersparnis bei Erstellung und Pflege der Testfälle	388
14.2.3	Minimierung von Testfallmengen	389
14.2.4	Erhöhung der Testqualität	390
14.3	Kostensparnis durch MBT – Fallbeispiel Trapeze ITS	390
14.3.1	Ausgangssituation	391
14.3.2	Kosten der MBT-Einführung	393
14.3.3	ROI-Betrachtung der MBT-Einführung	395
14.4	Zusammenfassung	402
15	Möglichkeiten und Grenzen von MBT	403
15.1	Was modellbasiertes Testen leisten kann	403
15.2	Was modellbasiertes Testen unter Umständen leisten kann	408
15.3	Was modellbasiertes Testen nicht leisten kann	410
15.4	Was modellbasiertes Testen nicht ersetzen kann	411
15.5	Ausblick – was MBT künftig bringen wird	412
15.6	Zusammenfassung	415
Anhang		417
A	Abkürzungsverzeichnis	419
B	Glossar	421
C	Quellen	431
C.1	Literaturangaben	431
C.2	Webseiten	442
	Index	445