

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Vorweg	1
1.1.1	Passt das Buch zu mir?	3
1.1.2	Was bietet mir das Buch?	4
1.1.3	Wie ist das Buch entstanden? Und danke!	4
1.1.4	Wie lese ich das Buch?	6
1.1.5	Wohin geht der Weg?	7
1.2	Systems Engineering	9
1.2.1	Was ist Systems Engineering?	10
1.2.2	Systems-Engineering-Prozesse	14
1.2.3	Der Systems Engineer	16
1.2.4	Historie des Systems Engineering	18
1.2.5	International Council on Systems Engineering	19
1.2.6	Systems Engineering in Deutschland	20
1.3	Modellbasiertes Systems Engineering (MBSE)	21
1.3.1	Die Sprachen UML und OMG SysML	22
1.3.2	BPMN	25
1.3.3	MATLAB/Simulink	26
1.3.4	Modelica	26
1.3.5	Specification and Description Language (SDL)	27
1.4	Randnotizen	27
1.4.1	AUTOSAR	27
1.4.2	Capability Maturity Model Integration (CMMI)	28
1.4.3	Industrie 4.0	29
1.4.4	ISO/IEC 15288	30
1.4.5	Product Lifecycle Management (PLM)	31
1.4.6	Requirement Interchange Format (ReqIF)	32
1.4.7	STEP	33
1.4.8	V-Modell [®] XT	34
2	Pragmatischer Modellierungsprozess SYSMOD	37
2.1	Fallbeispiel	41
2.2	Die Systemidee	43

2.3	Systemidee und Systemziele beschreiben	47
2.4	Basisarchitektur festlegen	51
2.5	Anforderungen ermitteln	53
2.5.1	Stakeholder identifizieren	54
2.5.2	Anforderungen aufnehmen	59
2.6	Systemkontext modellieren	69
2.6.1	Systemakteure identifizieren	71
2.6.2	System/Akteur-Objektfluss modellieren	79
2.6.3	Systeminteraktionspunkte identifizieren	86
2.7	Anwendungsfälle modellieren	90
2.7.1	Anwendungsfälle identifizieren	92
2.7.2	Anwendungsfälle essenziell beschreiben	104
2.7.3	Systemprozesse beschreiben	110
2.7.4	Anwendungsfälle redundanzfrei modellieren	115
2.7.5	Anwendungsfallabläufe modellieren	121
2.7.6	Objektfluss modellieren	131
2.8	Fachwissen modellieren	140
2.9	Logische Architektur modellieren	146
2.9.1	System/Akteur-Interaktion modellieren	149
2.9.2	Systemschnittstellen ableiten	152
2.9.3	Systemstrukturen modellieren	158
2.9.4	Zustandsmodell erstellen	168
2.9.5	Physische Produktarchitektur modellieren	172
2.10	Randnotizen	175
2.10.1	Modellmanagement	175
2.10.2	Variantenmanagement	177
2.10.3	SYSMOD-Zickzackmuster	182
2.10.4	Funktionale Architektur	183
2.10.5	Agiles Systems Engineering	185
2.10.6	Datenaustauschformate	186
2.10.7	SYSMOD-Intensitätsmodell	187
2.10.8	Modellsimulation	190
2.10.9	Testen	190
2.10.10	<i>System of Systems</i> (SoS)	192
2.10.11	Modellierungsmuster	194
2.10.12	Tod des Akteurs! Lang lebe der Akteur!	200
3	UML – Unified Modeling Language	201
3.1	Historie	202
3.2	Aufbau und Konzepte	205
3.3	Das Klassendiagramm	208
3.3.1	Classifier	209
3.3.2	Klasse	210

3.3.3	Eigenschaft	212
3.3.4	Operation	215
3.3.5	Assoziation	216
3.3.6	Aggregation und Komposition	218
3.3.7	Objektspezifikation	220
3.3.8	Abhängigkeitsbeziehung	221
3.3.9	Abstraktionsbeziehung	222
3.3.10	Generalisierung	223
3.3.11	Signal	226
3.3.12	Datentypen	226
3.3.13	Assoziationsklasse	228
3.4	Das Kompositionsstrukturdiagramm	229
3.4.1	Eigenschaft	231
3.4.2	Konnektor	232
3.4.3	Port	232
3.5	Das Anwendungsfalldiagramm	234
3.5.1	Anwendungsfall	235
3.5.2	Akteur	239
3.5.3	Enthältbeziehung	241
3.5.4	Erweiterungsbeziehung	243
3.6	Das Aktivitätsdiagramm	244
3.6.1	Aktivität	244
3.6.2	Aktion und Pin	248
3.6.3	Aktivitätskante	254
3.6.4	Aktivitätspartition	256
3.6.5	Parametermenge	257
3.6.6	Entscheidung und Zusammenführung	258
3.6.7	Mengenverarbeitung	260
3.6.8	Splitting und Synchronisation	261
3.6.9	Start- und Endknoten	264
3.6.10	Unterbrechbarer Aktivitätsbereich	266
3.6.11	Zentralpuffer und Datenspeicher	267
3.7	Das Zustandsdiagramm	268
3.7.1	Zustandsautomat	269
3.7.2	Zustand	270
3.7.3	Transition	274
3.7.4	Auslöser und Ereignis	276
3.7.5	Start- und Endzustand	278
3.7.6	Pseudozustand	279
3.8	Die Interaktionsdiagramme	283
3.8.1	Interaktion	284
3.8.2	Lebenslinie	285
3.8.3	Nachricht	287

3.8.4	Kombiniertes Fragment	289
3.8.5	Interaktionsreferenz	292
3.8.6	Zustandsinvariante	293
3.8.7	Zeitliche Zusicherungen	295
3.9	Das Paketdiagramm	296
3.9.1	Paket	296
3.9.2	Importbeziehung	297
3.10	Sonstige Modellelemente	298
3.10.1	Diagrammrahmen	298
3.10.2	Erweiterungsmechanismus Stereotyp	299
3.10.3	Informationsfluss	304
3.10.4	Kommentar	304
3.10.5	Modell	305
3.10.6	Zusicherung	306
4	SysML – Systems Modeling Language	309
4.1	Historie	311
4.2	Aufbau und Konzepte	312
4.3	Das Anforderungsdiagramm	314
4.3.1	Anforderung	315
4.3.2	Ableitungsbeziehung	317
4.3.3	Enthältbeziehung	318
4.3.4	Erfüllungsbeziehung	319
4.3.5	Kopiebeziehung	321
4.3.6	Prüfbeziehung	324
4.3.7	Verfeinerungsbeziehung	325
4.3.8	Verfolgungsbeziehung	327
4.3.9	Testfall	328
4.3.10	Tabellennotation	329
4.4	Die Zuteilung	330
4.4.1	Zuteilungsbeziehung	331
4.4.2	Zuteilungspartition	334
4.4.3	Tabellennotation	335
4.5	Die Blockdiagramme	336
4.5.1	Systembaustein	337
4.5.2	Port	343
4.5.3	Assoziationsbaustein	346
4.5.4	Bindungskonnektor	347
4.5.5	Einheit und Basisgröße	348
4.5.6	Einschränkende Referenz und Pfadendemultiplizität	349
4.5.7	Objektfluss	352
4.5.8	Schnittstellenbaustein	353
4.5.9	Wertevertelung	354

4.5.10	Wertetyp	355
4.6	Das Zusicherungsdiagramm	356
4.6.1	Zusicherungsbaustein	357
4.7	Das Anwendungsfalldiagramm	359
4.8	Das Aktivitätsdiagramm	360
4.8.1	Aktivitätsbaum	361
4.8.2	Kontrolloperator	363
4.8.3	Rate	364
4.8.4	Spezielle Objektknoteneigenschaften	365
4.8.5	Wahrscheinlichkeit	367
4.8.6	Zeitliche Zusicherungen	368
4.9	Das Zustandsdiagramm	369
4.10	Die Interaktionsdiagramme	370
4.11	Allgemeine Modellierungselemente	371
4.11.1	Begründung	371
4.11.2	Diagrammrahmen	372
4.11.3	Gruppe	374
4.11.4	Modellsicht und Standpunkt	375
4.11.5	Problem	377
4.11.6	Stakeholder	378
5	Systems-Engineering-Profil SYSMOD	381
5.1	Akteurskategorien	382
5.2	Aktivitäten	384
5.3	Erweiterte Anforderung	385
5.4	Spezielle Anwendungsfälle	389
5.5	Benutzerschnittstelle	390
5.6	Disziplinspezifische Elemente	391
5.7	Gewichtete Beziehungen	392
5.8	Erweiterter Stakeholder	394
5.9	System und Subsystem	396
5.10	Spezielle Systembausteine	397
5.11	System- und Zusicherungskontextelement	398
5.12	Systemprozess	399
5.13	Varianten	401
5.14	Ziel	403
6	OMG Certified Systems Modeling Professional (OCSMP)	405
6.1	Sinn und Unsinn von Zertifizierungen	405
6.2	Der Zertifizierungsprozess	407
6.3	Das OCSMP-Zertifizierungsprogramm	410
6.4	Andere Zertifizierungsprogramme	412

6.5	OCSMP Model User	412
6.5.1	OCSMP-Basiselemente der SysML	413
6.5.2	Coverage-Map OCSMP Model User	414
6.5.3	Referenzen	416
6.5.4	Beispielfragen	418
6.6	OCSMP Model Builder Fundamental	422
6.6.1	Coverage-Map OCSMP Model Builder Fundamental	422
6.6.2	Referenzen	423
6.7	OCSMP Model Builder Intermediate	423
6.7.1	Coverage-Map OCSMP Model Builder Intermediate	424
6.7.2	Referenzen	426
6.8	OCSMP Model Builder Advanced	426
6.8.1	Coverage-Map OCSMP Model Builder Advanced	426
6.8.2	Referenzen	428
A	Anhang	429
A.1	Glossar	429
A.2	SysML auf Deutsch	457
A.3	Veraltete Konzepte der SysML	464
A.3.1	Standardport und Objektflussport	464
A.3.2	Modellsicht und Standpunkt	467
A.3.3	Einheit	468
A.4	Lösungen	469
	Literaturverzeichnis	471
	Index	477