
1	Systemdenken	27
<hr/>		
1.1	Zweck und Terminologie	27
1.1.1	Systemdenken als Bestandteil des SE-Konzepts	27
1.1.2	Grundbegriffe und Merkmale von Systemen	27
1.1.2.1	Systeme/Elemente/Beziehungen	28
1.1.2.2	Systemgrenze/Umfeld	29
1.1.2.3	Struktur eines Systems	29
1.1.2.4	Untersysteme/Subsysteme	30
1.1.2.5	Übersysteme	30
1.1.2.6	System von Systemen (SvS)	31
1.1.2.7	Systemhierarchie	32
1.1.2.8	Blackbox, Greybox und Whitebox	32
1.1.2.9	Aspekte eines Systems/Systemtypen	33
1.2	Denkansätze zur Systembetrachtung	35
1.2.1	Systemmodelle als Basis des Systemdenkens	35
1.2.2	Die umfeldorientierte Betrachtungsweise	36
1.2.3	Wirkungsorientierte Betrachtung (Input/Output-Betrachtung)	36
1.2.4	Strukturorientierte Betrachtung	37
1.2.5	Hilfsmittel zur Darstellung von Zusammenhängen bzw. Strukturen	38
1.2.6	Aspekte der Systembetrachtung	39
1.2.7	Anwendung des systemhierarchischen Denkens	40
1.2.8	Abschlussbemerkungen	42
1.3	Agilität von Systemen	42
1.3.1	Das Konzept	42
1.3.2	Drei Beispiele für agile Systeme	43
1.4	System Dynamics	45
1.5	Zusammenfassung	48
1.6	Selbsttest Wissen und Verstehen – Systemdenken	49
1.7	Literatur zum Systemdenken	50

2.1	Komponenten des SE-Vorgehensmodells	53
2.1.1	Das Vorgehensprinzip «Vom Groben zum Detail» (Top-down)	54
2.1.1.1	Grundidee	54
2.1.1.2	Anwendung auf die Strukturierung der Ausgangssituation (Problemstrukturierung) und den Lösungsentwurf	55
2.1.1.3	Alternativen zum Vorgehensprinzip «Vom Groben zum Detail»	56
2.1.1.4	Zusammenfassung	56
2.1.2	Das Prinzip der Variantenbildung	57
2.1.2.1	Grundidee	57
2.1.2.2	Prinzipvarianten vs. Detailvarianten	59
2.1.2.3	Alternativen zum Prinzip der Variantenbildung	60
2.1.2.4	Zusammenfassung	60
2.1.3	Das Prinzip der Gliederung in Projektphasen als Makro-Logik	61
2.1.3.1	Grundidee	61
2.1.3.2	Die einzelnen Projektphasen	62
2.1.3.3	Andere Phasenmodelle	68
2.1.3.4	Alternativen zum Prinzip der sequentiellen Phasengliederung	69
2.1.3.5	Zusammenfassung	69
2.1.4	Der Problemlösungszyklus als Mikro-Logik	70
2.1.4.1	Grundidee	70
2.1.4.2	Die einzelnen Schritte im Problemlösungszyklus	71
2.1.4.3	Alternativen zum Problemlösungszyklus	77
2.1.4.4	Zusammenfassung	80
2.1.5	Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten des Vorgehensmodells	81
2.2	Andere Vorgehensmodelle	82
2.2.1	«Plan-driven methods» (pdm)	83
2.2.1.1	Wasserfallmodell	83
2.2.1.2	V-Modell (engl. Vee-model)	85
2.2.1.3	Der SIMILAR-Process	87
2.2.1.4	VDI-Richtlinie 2221	90
2.2.1.5	Konstruktionsmethodik nach Pahl/Beitz	91
2.2.1.6	Der Prototyping-Ansatz	92
2.2.1.7	Das Versionenkonzept	95
2.2.1.8	Simultaneous Engineering, Concurrent Engineering	96
2.2.2	Agile Prozessmodelle	99

2.2.2.1	Spiralmodell	99
2.2.2.2	Agile Manifesto	100
2.2.2.3	eXtreme Programming (XP)	102
2.2.2.4	Feature Driven Development (FDD)	103
2.2.2.5	Scrum	103
2.2.2.6	Crystal	105
2.2.3	Wann eignen sich «plan-driven», wann eher «agile methods»?	105
2.2.3.1	Gegenseitige Annäherung möglich?	105
2.2.3.2	Bereits bestehende Agility im SE-Modell	106
2.2.3.3	Im SE-Modell problemlos anwendbare Agility	108
2.2.3.4	Agility, die schwer mit dem SE-Modell zu vereinbaren ist	109
2.2.4	Offenhalten von Optionen als Vorgehensansatz, der Agilität unterstützt	110
2.2.5	Real-Optionen RO	112
2.3	Wie sehen die Vorgehensmodelle der Zukunft aus?	119
2.4	Zusammenfassung und Abrundung	122
2.5	Selbsttest Wissen und Verstehen – Vorgehensmodelle	124
2.6	Literatur zu den Vorgehensmodellen	125

Teil II: Der Problemlösungsprozess 127

3 Systemgestaltung 129

3.1	Zur Anwendung des Systemdenkens	130
3.1.1	Exkurs über die Bildung von Elementen und Beziehungen	130
3.1.2	Problemfeld und Lösungssystem	132
3.1.3	Anwendung des Systemdenkens auf die Strukturierung und Analyse des Problemfeldes	133
3.1.4	Abgrenzung des Problemfeldes	134
3.1.5	Systemdenken und Lösungssystem	135
3.1.6	Systemorientiertes Denken und Teamarbeit	137
3.1.7	Systemdenken und Projektmanagement	137
3.2	Zur Anwendung des Vorgehensmodells	138
3.2.1	Anwendung des Vorgehensprinzips «Vom Groben zum Detail»	138
3.2.2	Anwendung des Prinzips der Variantenbildung	139
3.2.3	Anwendungsaspekte des Phasenmodells	140
3.2.3.1	Konzeptentscheidungen	141

3.2.3.2	Der Verlauf des Aufwands während der verschiedenen Phasen eines Projekts	142
3.2.3.3	Integration von Teillösungen	144
3.2.3.4	Im Projektablauf tendenziell abnehmender Innovationsgrad	145
3.2.3.5	Dynamik der Gesamtkonzeption	146
3.2.3.6	Zeitlich überlapptes Vorgehen	148
3.2.3.7	Sofortmaßnahmen	150
3.2.4	Anwendungsaspekte des Problemlösungszyklus (PLZ)	151
3.2.4.1	Schwerpunkte der einzelnen Teilschritte des PLZ	151
3.2.4.2	Informationsfluss zwischen den Teilschritten des PLZ	153
3.2.4.3	Gedankliche Vor- bzw. Rückgriffe (Wiederholungszyklen, Iterationen)	153
3.2.4.4	Erweiterter Problemlösungszyklus	156
3.3	Model-Based Systems Engineering (MBSE)	162
3.4	Selbsttest Wissen und Verstehen – Systemgestaltung	164
3.5	Literatur zur Systemgestaltung	165
4	Projektmanagement (PM)	167
<hr/>		
4.1	Begriff und Übersicht	167
4.1.1	Was ist ein Projekt?	168
4.1.2	Was ist Projektmanagement?	168
4.1.3	Das «Eiserne Dreieck» des Projektmanagements	169
4.1.4	Die Aufgaben des Projektmanagements	170
4.2	Die funktionale Dimension des Projektmanagements	171
4.2.1	Ingangsetzungsarbeiten	171
4.2.2	Inganghaltungsarbeiten	171
4.2.3	Abschließen von Projekten	171
4.2.4	Projektmarketing	172
4.3	Institutionelles Projektmanagement	172
4.3.1	Beteiligte Gremien/Instanzen	173
4.3.2	Organisationsformen für Projekte	174
4.3.2.1	Reine Projektorganisation	174
4.3.2.2	Einfluss-Projektorganisation (Stabs-Projektorganisation)	175
4.3.2.3	Matrix-Projektorganisation	176
4.3.2.4	Eignungsbereiche	177
4.3.2.5	Mischformen der Projektorganisation	177

4.4	Instrumentelles Projektmanagement	179
4.5	Personelle Aspekte des Projektmanagements	179
4.5.1	Anforderungen an den Projektleiter	179
4.5.2	Erfolgreiche Teamarbeit	180
4.6	Erfolgskomponenten des Projektmanagements	181
4.7	Agiles Projektmanagement?	181
4.8	Selbsttest Wissen und Verstehen – Projektmanagement	183
4.9	Literatur zum Projektmanagement	184

Teil III: Systemgestaltung als Architektur- und Konzeptgestaltung 187

5	Architekturgestaltung	189
5.1	Beispiele für Architekturvarianten von Systemen	190
5.2	Verhältnis von Funktion und Form zur Architektur	191
5.3	Aufgaben und Bedeutung der Architekturgestaltung	192
5.4	Gestaltungsmerkmale guter Architekturen	194
5.5	Architektur und Innovation	196
5.6	Die Rolle von Systemarchitekten	198
5.7	Selbsttest Wissen und Verstehen – Architekturgestaltung	199
5.8	Literatur zur Architekturgestaltung	200
6	Konzeptgestaltung	201
6.1	Situationsanalyse	202
6.1.1	Zweck und Begriff	203
6.1.2	Leitideen und Grundsätze zur Analyse von Situationen	203
6.1.2.1	Einflussfaktoren auf das Problemverständnis	204
6.1.2.2	Handlungsrelevante Problembetrachtung	204
6.1.3	Verschiedene Betrachtungsweisen in der Situationsanalyse	205
6.1.3.1	Systemorientierte Betrachtungsweise	205
6.1.3.2	Ursachenorientierte Betrachtungsweise	208
6.1.3.3	Lösungsorientierte Betrachtungsweise	211
6.1.3.4	Zeit- bzw. zukunftsorientierte Betrachtungsweise	211

6.1.4	Zur Abgrenzung von Problemfeld, Lösungsfeld und Eingriffsbereich.	212
6.1.5	Herausfinden von Randbedingungen und Einschränkungen der gestalterischen Freiräume	214
6.1.6	Zieloffenheit, Lösungsneutralität und Nachvollziehbarkeit	215
6.1.7	Techniken für die Situationsanalyse	215
6.1.7.1	Techniken zur Informationsbeschaffung	215
6.1.7.2	Techniken zur Informationsaufbereitung und -darstellung	216
6.1.7.3	Art der Informationsbeschaffung	217
6.1.8	Vorgehensschritte bei der Situationsanalyse	219
6.1.8.1	Verwendung von Arbeitshypothesen	219
6.1.8.2	Die Vorgehensschritte	219
6.1.9	Unterschiedlicher Stellenwert der Situationsanalyse im Phasenablauf	221
6.1.10	Zusammenfassung	223
6.1.11	Selbsttest Wissen und Verstehen – Situationsanalyse	224
6.1.12	Literatur zur Situationsanalyse	225
6.2	Zielformulierung	225
6.2.1	Zweck und Terminologie	225
6.2.1.1	Zielbegriff	225
6.2.1.2	Stellung im Problemlösungszyklus	226
6.2.2	Zielformulierung auf verschiedenen Systemebenen	227
6.2.3	Denkansätze, Prinzipien und Leitideen für eine handlungs- orientierte Zielformulierung	227
6.2.3.1	Operationale Zielformulierung	228
6.2.3.2	Formulierung von erwünschten oder ausdrücklich unerwünschten Wirkungen	229
6.2.3.3	Unterscheidung zwischen Systemzielen und Projektablauf- (Vorgehens-)zielen	229
6.2.3.4	Struktur eines Zielkatalogs	230
6.2.3.5	Anwendung des Ziel-Mittel-Denkens	231
6.2.3.6	Prinzip der Orientierung von Zielen an Fakten wie an Wertvorstellungen	233
6.2.3.7	Prinzip der Lösungsneutralität	234
6.2.3.8	Prinzip der Vollständigkeit hinsichtlich der Zielinhalte	234
6.2.3.9	Prinzip der Prioritätensetzung bei der Zielformulierung	236
6.2.3.10	Prinzip der Widerspruchsfreiheit von Teilzielen	237
6.2.3.11	Prinzip der Überblickbarkeit eines Zielkatalogs	239
6.2.4	Techniken für die Zielformulierung	240
6.2.5	Vorgehen bei der Zielformulierung	240
6.2.6	Einschränkungen	241

6.2.7	Zusammenfassung	242
6.2.8	Selbsttest Wissen und Verstehen – Zielformulierung	242
6.2.9	Literatur zur Zielformulierung	243
6.3	Lösungssuche: Synthese/Analyse	243
6.3.1	Zweck und Terminologie	243
6.3.2	Synthese von Lösungen	245
6.3.2.1	Die Bedeutung der Kreativität	245
6.3.2.2	Arbeiten mit Modellen	245
6.3.2.3	Generelle Entwurfsprinzipien	246
6.3.2.4	Variantenkreation und -reduktion	247
6.3.2.5	Zusammenwirken von Synthese und Analyse im Verlauf der Systementwicklung	249
6.3.3	Strategien zur Lösungsfindung (Synthese)	250
6.3.3.1	Begrenzung des Lösungsfeldes	250
6.3.3.2	Unterschiedliche Ausgangspunkte für die Lösungssuche	251
6.3.3.3	Systematische Suchstrategien	253
6.3.3.4	Mathematische Methoden des Operations Research	256
6.3.3.5	Heuristiken als Strategie zur Lösungsfindung	257
6.3.4	Analyse von Lösungen	257
6.3.4.1	Intuitive vs. systematische Analyse	258
6.3.4.2	Inhalte der systematischen Analyse	258
6.3.5	Techniken für die Synthese/Analyse	262
6.3.6	Vorgehen bei der Synthese/Analyse	262
6.3.7	Zusammenfassung Lösungssuche	266
6.3.8	Selbsttest Wissen und Verstehen – Lösungssuche Synthese/Analyse	268
6.3.9	Literatur zur Lösungssuche Synthese/Analyse	268
6.4	Bewertung und Entscheidung	269
6.4.1	Zweck, Begriffe, Grundlagen	270
6.4.1.1	Verschiedene Entscheidungsarten	271
6.4.1.2	Methodisch unterstützte Entscheidungen	272
6.4.1.3	Ablauf von Entscheidungsvorbereitung und Entschluss	273
6.4.2	Bewertungsmethoden	274
6.4.2.1	Die Argumentenbilanz	274
6.4.2.2	Die Bewertungsmatrix als Basis für den Variantenvergleich	276
6.4.2.3	Nutzwertanalyse	278
6.4.2.4	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	279
6.4.2.5	Andere Bewertungsmethoden	281

6.4.3	Vorgehen bei der Bewertung	281
6.4.3.1	Teilnehmerkreis bestimmen	282
6.4.3.2	Festlegung der Kriterien	282
6.4.3.3	Behandlung von Musszielen	284
6.4.3.4	Anzahl Teilziele	285
6.4.3.5	Gewichtung der Teilziele	285
6.4.3.6	Ermittlung der Teilzielerfüllung	287
6.4.3.7	Plausibilitätsüberlegungen	290
6.4.3.8	Sensibilitätsanalysen	292
6.4.3.9	Analyse des Risikos und potenzieller Probleme	293
6.4.4	Zur Objektivität von Bewertungsverfahren	294
6.4.5	Die Wirtschaftlichkeitsrechnung als Ergänzung des Schritts der Entscheidungsvorbereitung	295
6.4.6	Dokumentation des Bewertungsschritts	295
6.4.7	Entscheidung	296
6.4.8	Zusammenfassung und Abrundung	296
6.4.9	Selbsttest Wissen und Verstehen – Bewertung und Entscheidung	297
6.4.10	Literatur zu Bewertung und Entscheidung	298
6.5	Sonderfälle und situationsbedingte Interpretation	298
6.5.1	Umbauten am «lebenden Objekt»	299
6.5.2	Verbesserungs-(Meliorations-)Vorhaben	299
6.5.3	Vorhaben beschränkten Umfangs	301
6.5.4	Vorhaben außergewöhnlich großen Umfangs	301
6.5.5	Programme	302
6.5.6	Gestaffelte Realisierung von Vorhaben	303
6.5.7	Relative Unerfahrenheit der Beteiligten aufgrund von Pioniersituationen ..	304
6.5.8	Einstieg in ungeordnet verlaufende Problemlösungsprozesse	305
6.5.9	Stilllegungen und Abbrüche	305
6.5.10	Selbsttest Wissen und Verstehen – Sonderfälle und situationsbedingte Inter- pretation	306
6.5.11	Literatur zu Sonderfällen	306

7 Die SE-Basics im SE-Konzept 309

7.1	Basic 1 – Anwendung des Systemansatzes	309
7.2	Basic 2 – Anwendung eines erkennbaren und akzeptierten Vorgehensmodells	310
7.3	Basic 3 – Anwendung von Methoden, Techniken, Werkzeugen (MTW)	312

8 Fallbeispiel 1: Hausbau 313

8.1	Ausgangssituation	313
8.2	Vorstudie	314
8.3	Hauptstudie	317
8.4	Detailstudien	319
8.5	Systembau und Einführung	320
8.6	Schlussbemerkungen	321

9 Fallbeispiel 2: Flughafenplanung 323

10 Fallbeispiel 3: Smart City und Science Tower Graz 351

10.1	Was ist eine Smart City?	351
10.2	Ausgangssituation in Graz	352
10.3	Warum Smart City Graz?	353
10.4	Visionen der Stadtentwicklung zur Smart City Graz 2050	354
10.5	Ziele und Maßnahmen zur smarten Stadtentwicklung bis 2030	356
10.6	Das Projektgebiet Smart City Graz Waagner-Biro	357
10.7	Rahmenplan Smart City Graz Waagner-Biro	360
10.8	Architektur- bzw. Gestaltungswettbewerbe	361
10.9	Leitprojekt Science Tower	361
10.10	Hinweise auf die SE-Methodik	367
	10.10.1 Systemdenken	367
	10.10.2 Vom Groben zum Detail	367
	10.10.3 Gliederung in Projektphasen	368
	10.10.4 Anwendung der Logik des Problemlösungszyklus (PLZ) in jeder Phase	370
	10.10.5 Projektmarketing	371
	10.10.6 Einfache und effiziente Projektorganisation	372

Teil V: SE in der Praxis

373

11	Sieben grundsätzliche Empfehlungen	375
12	Typische Schwachstellen in Projekten (Stolpersteine)	379
13	Aktivitäten-Checklisten	380
13.1	Aktivitäten-Checkliste «Vorstudie»	380
13.2	Aktivitäten-Checkliste «Hauptstudie»	384
13.3	Aktivitäten-Checkliste «Detailstudien»	386
13.4	Aktivitäten-Checkliste «Systembau»	387
13.5	Aktivitäten-Checkliste «Systemeinführung»	388
13.6	Aktivitäten-Checkliste «Abschluss des Projekts»	389
14	Erfolgsmerkmale des Projektmanagements	390

Teil VI: Methoden, Techniken und Werkzeuge (MTW)

395

15	Methoden, Techniken und Werkzeuge (MTW) im Überblick	397
16	Enzyklopädie/Glossar	401

Teil VII: Anhang

441

17	Selbsttest Wissen und Verstehen – Fragen und Antworten	443
18	Abbildungsverzeichnis	457
19	Literaturverzeichnis	462
20	Index	478
21	Herausgeber und Adressen	485
