

Herausgeber

Reinhard Haberfellner

Olivier de Weck

Ernst Fricke

Siegfried Vössner

Systems Engineering

Grundlagen und Anwendung

14. überarbeitete Auflage

orell füssli Verlag

Inhalt

Teil I: SE-Philosophie

25

1 Systemdenken

27

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 System- entwicklung	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

Teil IV: Fallbeispiele

307

7	Die SE-Basics im SE-Konzept	309
<hr/>		
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
<hr/>		
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
<hr/>		
10	Fallbeispiel 3: Smart City und Science Tower Graz	351
<hr/>		
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
<hr/>	
11 Sieben grundsätzliche Empfehlungen	375
<hr/>	
12 Typische Schwachstellen in Projekten (Stolpersteine)	379
<hr/>	
13 Aktivitäten-Checklisten	380
<hr/>	
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
<hr/>	
14 Erfolgsmerkmale des Projektmanagements	390
<hr/>	
Teil VI: Methoden, Techniken und Werkzeuge (MTW)	395
<hr/>	
15 Methoden, Techniken und Werkzeuge (MTW) im Überblick	397
<hr/>	
16 Enzyklopädie/Glossar	401
<hr/>	
Teil VII: Anhang	441
<hr/>	
17 Selbsttest Wissen und Verstehen – Fragen und Antworten	443
<hr/>	
18 Abbildungsverzeichnis	457
<hr/>	
19 Literaturverzeichnis	462
<hr/>	
20 Index	478
<hr/>	
21 Herausgeber und Adressen	485
<hr/>	

18 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 0.1: Problem als Differenz zwischen dem Ist und der Vorstellung vom Soll
- Abb. 0.2: SE als methodische Komponente bei der Problemlösung
- Abb. 0.3: Das SE-Konzept
-
- Abb. 1.1: Das Systemdenken im Rahmen des SE-Konzepts
- Abb. 1.2: Grundbegriffe des Systemdenkens
- Abb. 1.3: System und Untersystem
- Abb. 1.4: Systemhierarchie
- Abb. 1.5: Blackbox mit Input-Output-Beziehungen
- Abb. 1.6: Aspekte eines Systems
- Abb. 1.7: Systemtypen (in Anlehnung an H. Ulrich; G. Probst 1995 bzw. H. Bandte 2007)
- Abb. 1.8: Umfeldorientierte Betrachtung
- Abb. 1.9: Fabrikationsbetrieb, grafische Darstellung des Systemaspekts «Materialfluss»
- Abb. 1.10: Matrixdarstellung der Struktur des Fabrikationsprozesses
- Abb. 1.11: Stufenweise Auflösung eines Systems
- Abb. 1.12: Schichtdarstellung von Übersystemen
- Abb. 1.13: Lineares Denken. Normalerweise konzentrieren wir uns darauf, Lösungen für unsere Probleme zu finden (nach J. Sterman 2006)
- Abb. 1.14: Sollten wir uns nicht auch um Probleme kümmern, die durch unsere Lösungen neu geschaffen werden? Zirkuläres Denken (nach J. Sterman 2006)
- Abb. 1.15: Es ist einfach, zirkuläre Beziehungen verständlich zu machen, wenn man dazu keine geeignete Sprache hat (nach J. Sterman 2006)
- Abb. 1.16: Work-to-do-Project Model (nach J. Sterman 2006)
-
- Abb. 2.1: Das Vorgehensmodell im Rahmen des SE-Konzepts
- Abb. 2.2: Vorgehensprinzip «Vom Groben zum Detail» (Top-down)
- Abb. 2.3: Einengen des Betrachtungsfeldes
- Abb. 2.4: Stufenweise Variantenbildung und -ausscheidung, verbunden mit dem Vorgehensprinzip «Vom Groben zum Detail»
- Abb. 2.5: Phasenkonzept – Grundversion
- Abb. 2.6: Problemlösungszyklus – Grundversion
- Abb. 2.7: Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Modulen des SE-Vorgehensmodells (tendenzielle Zuordnung)
- Abb. 2.8: Wasserfallmodell mit Iterationen
- Abb. 2.9: V-Modell. Abhängigkeiten zwischen Anforderungen, Verifikation und Validierung (Quelle: 3DSE Management Consultants GmbH, München)

- Abb. 2.10: Anwendung des V-Modells in der Entwicklung von automobilen Antriebssystemen (Quelle: AVL List G,bH, Graz)
- Abb. 2.11: Der SIMILAR-Prozess (Quelle: Bahill, A. T.; Madni, A. M. (2017): Tradeoff Decisions in System Design)
- Abb. 2.12: Gegenüberstellung von Vorgehensplan der VDI-Richtlinie 2221 und SE-Vorgehen
- Abb. 2.13: Hauptphasen des Konstruktionsprozesses nach G. Pahl; W. Beitz; u. a. 2007
- Abb. 2.14: Prototyping als Entwurfshilfe im Phasenablauf
- Abb. 2.15: Simultaneous (Concurrent) Engineering als überlapptes Phasenkonzept
- Abb. 2.16: Das Spiralmodell
- Abb. 2.17: Vergleich von agilen und plan-driven Vorgehensmethoden (in Anlehnung an B. Boehm; u. a.)
- Abb. 2.18: Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Komponenten des SE-Vorgehensmodells (tendenzielle Zuordnung)
- Abb. 2.19: Dynamik der Gesamtkonzeption mit schrittweiser Integration von Teilergebnissen
- Abb. 2.20: Offenhalten von Optionen
-
- Abb. 3.1: Der Problemlösungsprozess als Überbegriff für Systemgestaltung und Projektmanagement
- Abb. 3.2: Beispiele von Element- und Beziehungskategorien
- Abb. 3.3: Zusammenhang zwischen Problemfeldsystem und Lösung
- Abb. 3.4: Vernetztes Denken – Ausschnitt aus dem Beispiel «Lagerhaltung»
- Abb. 3.5: Phasenkonzept – Grundversion
- Abb. 3.6: Verlauf des Aufwands in den Projektphasen
- Abb. 3.7: Verlauf der Kenntnisse über ein System
- Abb. 3.8: Dynamik der Gesamtkonzeption
- Abb. 3.9: Phasenkonzept – modifizierte Version (vgl. Abb. 3.5)
- Abb. 3.10: Verschiedene Denkebenen bei der Problemlösung
- Abb. 3.11: Informationsfluss zwischen den Teilschritten des Problemlösungszyklus
- Abb. 3.12: Rückgriffe und Wiederholungsschritte im vereinfachten PLZ
- Abb. 3.13: Erweiterter Problemlösungszyklus
- Abb. 3.14: Rückgriffe und Wiederholungsschritte im erweiterten Problemlösungszyklus
-
- Abb. 4.1: Projektmanagement im SE-Konzept
- Abb. 4.2: Abgrenzung von Systemgestaltung und Projektmanagement
- Abb. 4.3: Das Eiserne Dreieck des Projektmanagements
- Abb. 4.4: Gremien und Instanzen in einem Projekt
- Abb. 4.5: Projektorganisationsformen und Kompetenzzuweisung
- Abb. 4.6: Reine Projektorganisation
- Abb. 4.7: Einfluss Projektorganisation (Stabs-Projektorganisation)

- Abb. 4.8: Matrix-Projektorganisation
- Abb. 4.9: Eignungsbereiche der Organisationsformen
- Abb. 5.1: Die Architekturgestaltung im Rahmen des SE-Konzepts
- Abb. 5.2: Abgrenzung von Form und Funktion (Quelle: E. Crawley, MIT Course Material)
- Abb. 5.3: Architekturinnovation im Kontext mit anderen Innovationen (in Anlehnung an R. M. Henderson; K. B. Clark 1990)
- Abb. 5.4: Entwicklung von Antriebsarchitekturen in der Fahrzeugtechnik (Architektur-S-Kurve nach C. Gorbea; u. a. 2008)
- Abb. 6.1: Die Konzeptgestaltung im Rahmen des SE-Konzepts
- Abb. 6.2: Die Situationsanalyse als Informationslieferant im Problemlösungszyklus
- Abb. 6.3: Aktivitäten eines Prozesses zur Schaffung von Wert und Kundennutzen (nach D. Schan-
tin 2004)
- Abb. 6.4: Einflussgrößenanalyse. Beispiel Spital
- Abb. 6.5: Denkansätze zu Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen
- Abb. 6.6: Mängel-Ursachen-Maßnahmen-Überlegung (Beispiel: Platzreservationssystem einer
Eisenbahngesellschaft)
- Abb. 6.7: Zur Abgrenzung von Problem-, Eingriffs-, Lösungs- und Wirkungsbereich
- Abb. 6.8: Veränderung des Wissensumfangs im Verlauf der Systementwicklung
- Abb. 6.9: Die Zielformulierung im Problemlösungszyklus
- Abb. 6.10: Beispiel eines strukturierten Zielkatalogs
- Abb. 6.11: Ziel-Mittel-Hierarchie
- Abb. 6.12: Ziel-Mittel-Denken im Phasenablauf
- Abb. 6.13: Orientierung von Zielen an Fakten (objektivierbar) und Wertvorstellungen (subjektiv)
- Abb. 6.14: Generischer Zielkatalog
- Abb. 6.15: Paarweise Vergleiche zur Ermittlung der gegenseitigen Beeinflussung von Zielen (Ziel-
relationen-Matrix)
- Abb. 6.16: Der Standort der Synthese/Analyse im Problemlösungszyklus
- Abb. 6.17: Abstraktion und Konkretisierung (nach A. Büchel 1969)
- Abb. 6.18: Mehrfache Synthese/Analyse-Schritte mit zunehmender Konkretisierung innerhalb
eines Problemlösungszyklus
- Abb. 6.19: Routinevorgehen
- Abb. 6.20: Nicht optimierende Suchstrategie
- Abb. 6.21: Einstufig-optimierende Suchstrategie
- Abb. 6.22: Mehrstufig-optimierende Suchstrategie
- Abb. 6.23: Zyklische Suchstrategie (nach H. Rittel 1992)
- Abb. 6.24: Die Stellung der Bewertung und Entscheidung im Problemlösungszyklus
- Abb. 6.25: Ablauf von Entscheidungsvorbereitung und Entschluss

- Abb. 6.26: Argumentenbilanz (Beispiel Wohnung)
- Abb. 6.27: Bewertungsmatrix
- Abb. 6.28: Nutzwertanalyse (Beispiel Wohnung)
- Abb. 6.29: Kosten-Wirksamkeits-Analyse
- Abb. 6.30: Kosten-Wirksamkeit, grafische Darstellung (Varianten V5 bis V7 fiktiv)
- Abb. 6.31: Ableitung von Kriterien aus Merkmalen bzw. Eigenschaften
- Abb. 6.32: Gewichtsverteilung nach dem Prinzip der Knotengewichtung
- Abb. 6.33: Grafische Darstellung der Zielerfüllung
- Abb. 6.34: Beispielhafter Verlauf von Nutzenfunktionen
- Abb. 6.35: Skalierungsmatrix zur Ermittlung der Noten
- Abb. 6.36: Plausibilitätscheck
- Abb. 6.37: Matrix für die Risikoanalyse

- Abb. 8.1: Welches System haben wir in der Vorstudie vor Augen?
- Abb. 8.2: Bewertung der Standorte im Hinblick auf den Verwendungszweck (Zweitwohnsitz)
- Abb. 8.3: Rekapitulation des Top-down-Vorgehens in der Vorstudie
- Abb. 8.4: Welches System betrachten wir in der Hauptstudie?
- Abb. 8.5: Rekapitulation des Top-down-Vorgehens in der Hauptstudie
- Abb. 8.6: Welches System haben wir in der vorliegenden Detailstudie vor Augen?
- Abb. 8.7: Rekapitulation der Ableitung der Detailplanungen aus dem Gesamtkonzept (genehmigter Einreichplan)
- Abb. 8.8: Ergebnis nach Fertigstellung

- Abb. 9.1: Flughafen mit den wesentlichen Funktionen und deren Beziehungen
- Abb. 9.2: System/Umsysteme-Darstellung des Flughafens. Darstellung des Untersuchungsbereichs
- Abb. 9.3: Betroffene und Beteiligte
- Abb. 9.4: Einflussgrößenanalyse zur Erfassung der Interessenlagen am Projekt
- Abb. 9.5: Lösungsprinzipien für die Flughafenprobleme und ihre Beurteilungskriterien
- Abb. 9.6: Lösungsprinzipien für die Flughafenprobleme. Analyse und Entscheidungen
- Abb. 9.7: Erweiterung der Fragestellung durch Anheben auf die regionale Ebene
- Abb. 9.8: Projektphasen gemäß SE-Vorgehen
- Abb. 9.9: Planungskreise innerhalb der Vorstudie
- Abb. 9.10: Die Anwendung des Problemlösungszyklus in den Planungskreisen
- Abb. 9.11: Situationsanalysen im Rahmen der Vorstudie
- Abb. 9.12: Allgemein formulierte Ziele und operationale Formulierungen für die Erarbeitung von Idealpistenkonfigurationen im Planungskreis B
- Abb. 9.13: Varianten von Pistenkonfigurationen
- Abb. 9.14: Teilziele und operationale Formulierungen (Kriterien) für die Standortsuche im Planungskreis C

- Abb. 9.15: Bewertungskriterien für Standort-Pisten-Kombinationen
- Abb. 9.16: Bewertung von Standort-Pisten-Kombinationen
- Abb. 9.17: Ermittlung der optimalen Standort-Pisten-Kombination (Übersicht)
- Abb. 9.18: Strukturschema eines Flughafens
- Abb. 9.19: Ermittlung eines optimalen Betriebsablaufs (Grobkonzept)
-
- Abb. 10.1: Verschiedene Handlungsebenen
- Abb. 10.2: Grazer Smart City-Zonen: Graz West = Waagner-Biro (oben) plus Reininghaus (unten)
- Abb. 10.3: Smart City Waagner-Biro (abstrakt) im System Graz
- Abb. 10.4: Architektonischer Grobentwurf Smart City Waagner-Biro
- Abb. 10.5: Science Tower: Zweck, Funktion und Charakteristiken
- Abb. 10.6: Übersicht über interessante thematische Schwerpunkte im Science Tower Graz
- Abb. 10.7: Science Tower als attraktives High-Tech Role Model – daneben Helmut List Halle
- Abb. 10.8: Phasen des Teilprojekts Science Tower
- Abb. 10.9: Amerikanisches Stiegenhaus im Science Tower. Arch. DI Markus Pernthaler, DI Markus Pernthaler Architekt ZT GmbH, Graz
-
- Abb. 11.1: Das SE-Konzept
- Abb. 11.2: Projektantrag/-auftrag
-
- Abb. 12.1: Typische Schwachstellen in Projekten und deren thematische Gliederung (beispielhaft und vereinfacht)
-
- Abb. 13.1: Projektphasen
-
- Abb. 14.1: Erfolgsermittlungskriterien (nach W. Keplinger 1991)
- Abb. 14.2: Zuordnung der Erfolgsmerkmale zu den Aufgabenbereichen einzelner Gruppen von Projektbeteiligten (nach W. Keplinger 1991)
-
- Abb. 15.1: Methoden, Techniken und Werkzeuge (MTW) im Rahmen des SE-Konzepts
-
- Abb. 16.1: Histogramm
- Abb. 16.2: Morphologisches Schema
- Abb. 16.3: Polaritätsprofil zweier Konkurrenten
- Abb. 16.4: Wirkungsnetz «Buchhandel» (nach P. Gomez; G. J. Probst)
- Abb. 16.5: Beeinflussungsmatrix «Buchhandel» (nach P. Gomez; G. J. Probst)