
Handbuch für effektives Projektmanagement

Rüdiger Stahl

Handbuch für effektives Projektmanagement

Ein Leitfaden für Effektivität und Effizienz
in der Projektarbeit – klassisch und agil

Rüdiger Stahl
Gut Delling, c/o TQ-Group GmbH
Seefeld, Deutschland

ISBN 978-3-662-71536-9 ISBN 978-3-662-71537-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-71537-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2025, korrigierte Publikation 2026

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Vorwort

Dieses Handbuch richtet sich sowohl an Einsteiger als auch an erfahrene Projektmanager – einerseits als Einführung und Gesamtüberblick über Inhalte, Vorgehensweisen, Methoden und Tools für ein effektives Projektmanagement, andererseits als Nachschlagewerk mit konkreten Antworten und praxisnahen Hilfestellungen zu den unterschiedlichsten Herausforderungen im Projektmanagement.

Es gibt bereits sehr viele Bücher über Projektmanagement – auch viele gute. Jedoch kenne ich keines, dass alle im Bereich der Entwicklung und Produktion von elektronischen und mechatronischen Baugruppen und Systemen wichtigen Aspekte beleuchtet und dabei alle wesentlichen Anforderungen berücksichtigt.

Deshalb ist dieses Projektmanagement-Handbuch entstanden.

Auch wenn dieses Handbuch schon recht umfangreich ist, habe ich auf eine ausgewogene Informationsdichte geachtet, Inhalte möglichst kompakt dargestellt und gleichzeitig auf eine gute Lesbarkeit Wert gelegt.

Vieles wird den meisten Leserinnen und Lesern schon bekannt sein. Dann einfach dort weiterlesen, wo es wieder interessant wird!

Natürlich muss nicht alles von vorne bis hinten gelesen werden. Über das Inhaltsverzeichnis am Anfang, das Stichwortverzeichnis am Ende sowie durch Querverweise im Text können gezielt bestimmte Themen ausgewählt werden.

Wenn am Ende nur 10 % interessant und hilfreich waren und Sie etwas davon verwenden können, hat es sich bereits gelohnt.

Alle dargestellten Vorgehensweisen, Methoden und Tools sollten situativ und bedarfsgerecht eingesetzt werden. Nicht alles ist für jedes Projekt und jede Projektgröße geeignet. Je kleiner ein Projekt, desto weniger Projektmanagement-Overhead ist in der Regel notwendig und wirtschaftlich sinnvoll.

Anregungen und Verbesserungsvorschläge nehme ich gerne auf, denn dieses Handbuch ist nur gut, wenn es sich weiterentwickelt.

Zahlreiche Studien und Praxisbeispiele belegen, dass effektives Projektmanagement ein entscheidender – wenn nicht der entscheidende – Erfolgsfaktor für Projekte ist und maßgeblich zum Unternehmenserfolg beiträgt. Es lohnt sich daher, auf professionelles Projektmanagement zu setzen. Dieses Handbuch soll Sie dabei unterstützen.

Viel Freude beim Lesen und der erfolgreichen Umsetzung!

Rüdiger Stahl

Hinweise

Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist außerhalb des Unternehmens nur mit schriftlicher Zustimmung der TQ-Group GmbH zulässig.

Alle Angaben in diesem Buch wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Dennoch können Autor und Herausgeber (TQ-Group GmbH) keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernehmen. Eine Haftung für Schäden materieller oder ideeller Art, die aus der Nutzung der Inhalte entstehen, ist – soweit gesetzlich zulässig – ausgeschlossen.

Dieses Handbuch ist kein Ersatz für Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, sondern soll nur der Ergänzung und dem besseren Verständnis dienen. Verbindlich sind die geltenden Verfahrens- und Arbeitsanweisungen.

Die in diesem Buch verwendeten personenbezogenen Formulierungen schließen alle Geschlechter gleichermaßen ein.

Inhaltsverzeichnis

1	Projektmanagement ist ganz einfach, oder?	1
2	Was ist Projektmanagement?	3
3	Projektbeteiligte	5
3.1	Stakeholder und Projektleitungsausschuss.	6
3.2	Projektleiter (Projektmanager).	8
3.3	Projektteam (Projektmitarbeiter)	10
4	Herausforderungen beim Projektmanagement	13
4.1	Das magische Dreieck	13
4.2	Zehn Fehler, die es zu vermeiden gilt	15
5	Die wesentlichen Elemente des Projektmanagements	19
5.1	Planung	20
5.2	Steuerung	21
5.3	Transparenz und Überwachung	22
5.4	Korrektur	24
5.5	Kommunikation	25
6	Entwicklungsprozesse.	27
6.1	Wasserfall-Modell	29
6.2	V-Modell	30
6.3	Bedeutung des V-Modells	31
6.4	Systementwicklung	32
6.5	Das V-Modell von TQ	39
6.5.1	Angebotsphase.	43
6.5.2	Planungs- und Konzeptphase (ggf. inkl. A-Mustern).	45
6.5.3	Realisierungsphase/Umsetzungsphase/Design-Phase	48
6.5.4	Qualifizierungsphase, Verifizierung und Validierung	49
6.5.5	Serienüberleitung	51
6.5.6	Entwicklungsbegleitende Prozesse	53

6.5.7	Entwicklungsschleifen (Iterationen), Redesign und ABC-Muster	55
6.5.8	Typischer Entwicklungsprozess vom Angebot bis zum Serienanlauf	58
6.5.9	Zusammenfassung V-Modell von TQ	58
6.6	Herstellprozess-Entwicklung (Manufacturing Engineering)	59
6.6.1	Herstellprozess-Anforderungsdefinition	61
6.6.2	Herstellprozess-Planung und -Konzeption	63
6.6.3	Herstellprozess-Realisierung	65
6.6.4	Herstellprozess-Qualifizierung	66
6.6.5	Prozesskopplung zwischen Produktentwicklung und Herstellprozess-Entwicklung	73
6.7	Prüfprozess- und Prüfmittelentwicklung (Test Engineering)	75
6.7.1	Prüfprozess- und Prüfmittel-Anforderungsdefinition	76
6.7.2	Prüfprozess-Planung und Prüfmittel-Konzeption	78
6.7.3	Prüfmittel- und Prüfprozess-Realisierung	81
6.7.4	Prüfmittel- und Prüfprozess-Qualifizierung	82
6.8	Vorteile des V-Modells	87
6.9	Grenzen und Nachteile des V-Modells	88
6.10	Zusammenfassung V-Modell	94
6.11	Entwicklung sicherheitskritischer Applikationen	95
6.11.1	Was sind sicherheitskritische Applikationen?	96
6.11.2	Geltende Normen und Bestimmungen für sicherheitskritische Applikationen	97
6.11.3	Was bedeutet „Sicherheit von technischen Einrichtungen“?	98
6.11.4	Wesentlichen Anforderungen an die Entwicklung und Herstellung	99
6.11.5	Management-System zur Sicherung der erforderlichen Ressourcen und Prozesse	101
6.11.6	Sicherer Entwicklungsprozess nach dem V-Modell	103
6.11.7	Lückenlose und anforderungsgerechte Dokumentation	105
6.11.8	Systematische Gefährdungs- und Risikoanalyse	117
6.11.9	Design sicherheitskritischer Systeme	120
6.11.10	Validierung und Verifikation sicherheitskritischer Systeme	121
6.11.11	Sichere Herstellung	123
6.11.12	Installation, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung und Außerbetriebnahme	124
6.12	Schutzrechte und IP-Management	127

7	Wesentliche Projektmanagement-Werkzeuge	135
7.1	Anforderungsdefinition	135
7.1.1	Requirements Engineering	140
7.1.2	Bewertung von Anforderungen	142
7.1.3	Bewertungstabelle für Anforderungen an Produkteigenschaften	148
7.2	Anforderungsmanagement/Requirements Management	149
7.3	Leistungsdefinition/Leistungsbeschreibung	153
7.4	Vertragliche Grundlagen und Vertragsprüfung	155
7.5	Projektstrukturplan	156
7.6	Verantwortungsmatrix, RACI- und RASIC-Matrix	158
7.7	Konzept	162
7.8	Projekt- und Meilensteinplan	163
7.9	Planungspoker (Planning Poker)	170
7.10	Projektkalkulation	170
7.11	Projekt- oder Entwicklungsvertrag	174
7.12	Kick-off-Meeting	176
7.13	Aufgabenmanagement	177
7.14	Risikomanagement	178
7.14.1	Risikomanagementplan	181
7.14.2	Risikomanagement-Tabelle	181
7.14.3	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse FMEA	187
7.14.4	Notfallpläne	198
7.14.5	Risikomanagement der Projektrisiken	199
7.14.6	Risikomanagement der Produktrisiken	200
7.14.7	Risikomanagement der Produktionsrisiken	203
7.15	Projekttagebuch/Projektlogbuch	210
7.16	Änderungsmanagement	211
7.17	Fortschritts- und Terminüberwachung	214
7.18	Meilensteintrend-Analyse	216
7.19	Projektkosten-Monitoring	218
7.19.1	Erfassung der Projektkosten	218
7.19.2	Überwachung der Projektkosten	220
7.19.3	Vermeidung von Budgetüberschreitungen	221
7.19.4	Einleitung von Abhilfemaßnahmen bei Abweichungen	221
7.20	Zielkostenverfolgung, Target-Costing, Herstellkosten-Monitoring	223
7.20.1	Herstellkosten-Kalkulation	223
7.20.2	Target-Costing	224
7.20.3	Herstellkosten-Überwachung	227
7.20.4	Einleitung von Abhilfemaßnahmen bei Abweichungen	228
7.21	Interne Prüfungen, Reviews und Freigaben	230

7.22	Projektstatus-Reports, Flash-Reports.	232
7.23	Abweichungsmanagement und Recovery-Maßnahmen.	234
7.23.1	Mögliche Abhilfemaßnahmen.	235
7.23.2	Problemlösungsstrategie.	238
7.23.3	Recovery-Plan.	239
7.23.4	Eskalation.	239
7.23.5	Zusammenfassung Abweichungsmanagement und Recovery-Maßnahmen.	240
7.24	Aus Fehlern und sonstigen Erfahrungen lernen, Lessons-Learned.	241
7.24.1	Generelles Vorgehen bei erheblichen Abweichungen und Fehlerhäufungen.	242
7.24.2	Lessons-Learned-Workshops.	244
8	Soft Facts und Soft Skills beim Projektmanagement.	249
8.1	Information.	250
8.2	Kommunikation.	251
8.3	Teambildung und Teamentwicklung.	256
8.4	Arbeitsumfeld.	259
8.5	Konfliktlösung.	260
8.6	Menschliche Faktoren / Human Factors.	262
8.7	Reduzierung menschlicher Fehler und rechtzeitige Erkennung.	265
8.8	Persönliche Faktoren.	267
8.9	Mitarbeiterführung durch den Projektleiter.	267
9	Agiles Projektmanagement und Scrum.	279
9.1	Was ist agiles Projektmanagement?.	279
9.2	Der Ursprung von agilem Projektmanagement und Scrum.	281
9.2.1	Toyota-Produktionssystem (TPS).	281
9.2.2	Lean Production, Lean Management und Lean Development.	283
9.2.3	Die Entwicklung von agilem Projektmanagement und Scrum.	285
9.3	Das Agile Manifest.	288
9.4	Agiles Projektmanagement nach Scrum.	292
9.4.1	Die Rollen bei Scrum.	292
9.4.2	Die Elemente zur Umsetzung von Scrum.	293
9.4.3	Product-Owner.	294
9.4.4	Scrum-Master.	296
9.4.5	Entwicklungsteam.	298
9.4.6	Der Scrum-Entwicklungsprozess.	300
9.5	Dual-Track-Anforderungsmanagement/Dual- Track-Methode.	317

9.6	Scrum of Scrums	319
9.7	SAFe Framework für große Software-Produktportfolios	322
9.8	Tools zur praktischen Umsetzung von Scrum (Scrum-Tools)	326
9.8.1	Karten und Planungsboard	326
9.8.2	Software-Tools	327
9.9	Vorteile von agilem Projektmanagement	330
9.10	Grenzen und Nachteile von agilem Projektmanagement	333
9.11	Scrum bei sicherheitskritischen Applikationen, hybrides Projektmanagement	335
9.12	Einsatz von Scrum bei der Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten	339
10	Zusammenarbeit mit Lieferanten	343
10.1	Lieferanten-Vorauswahl und Vorqualifizierung	343
10.2	Anfrage	346
10.3	Angebotsauswertung	347
10.4	Verhandlungsphase	349
10.5	Entwickungsvertrag und Beauftragung	351
10.6	Umsetzung und Zusammenarbeit	354
10.7	Eingangsprüfungen und Freigaben	354
10.8	Reklamationsbearbeitung	355
11	Was Projekte scheitern lässt und wie man es besser macht	357
11.1	Wie man ein Projekt garantiert zum Scheitern bringt	357
11.2	Vorgehensweisen erfolgreicher Projektleiter	359
11.3	Einhaltung von Terminen und Projektbudget	362
11.3.1	Ursachen für Termin- und Budgetüberschreitungen	362
11.3.2	Maßnahmen zur Vermeidung von Termin- und Budgetüberschreitungen	366
12	Der Weg zu Effektivität und Effizienz bei der Projektarbeit	375
12.1	Klare Ziele, Anforderungen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten	376
12.2	Fokus auf die Erzeugung von Mehrwerten und Kundennutzen	376
12.3	Angemessene Ressourcen, Qualifikation und Eignung der Mitarbeiter	377
12.4	Einsatz möglichst kleiner, aber leistungsfähiger Teams	378
12.5	Geeignete Arbeitsumgebung und Tools	379
12.6	Synchronisierung zwischen Teammitgliedern und Stakeholdern	380
12.7	Anwendung des Minimalprinzips	380
12.8	Schlanke Dokumentation / Lean Documentation	382
12.9	Vermeidung von Störungen und Unterbrechungen	384

12.10	Förderung von Flow	385
12.11	Einsatz von Timeboxing.	386
12.12	Wiederverwendung von Entwicklungsergebnissen und Standardisierung	387
12.13	Null-Fehler-Strategie, Fehlervermeidung und Fehlerfrüherkennung	388
12.14	Automatisierung.	395
12.15	Schaffung von Transparenz und Visualisierung.	397
12.16	Frühzeitige Erkennung von Abweichungen und Einleitung von Abhilfemaßnahmen	397
12.17	Verbindlichkeit, Verlässlichkeit und Termineinhaltung	398
12.18	Würdigung von Erfolgen und konstruktive Kritik.	400
12.19	Kontinuierliche Verbesserung	401
12.20	Effektive und effiziente Kommunikation.	402
12.21	So viel Projektmanagement, wie nötig	408
12.22	Zusammenfassung	408
Publisher Erratum zu: Handbuch für effektives Projektmanagement		E1
Literatur.		411
Stichwortverzeichnis.		413

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Stakeholder, Projektleiter, Projektteam	6
Abb. 4.1	Das magische QKT-Dreieck	14
Abb. 4.2	Planungsaufwand in Abhängigkeit von Planungsgenauigkeit, Projektkomplexität und Innovationsgrad	15
Abb. 5.1	Projektmanagement-Regelkreis + Kommunikation	20
Abb. 6.1	Zwei typische aufeinanderfolgende Entwicklungszyklen	28
Abb. 6.2	Typischer Prozess nach dem Wasserfallmodell	29
Abb. 6.3	Typisches V-Modell	30
Abb. 6.4	Systementwicklung.	35
Abb. 6.5	V-Modell von TQ (vereinfachte Darstellung).	39
Abb. 6.6	Überlappung der Projektphasen	42
Abb. 6.7	Typische Entwicklungsschleifen und Muster.	57
Abb. 6.8	Typischer Entwicklungsprozess vom Angebot bis zum Serienanlauf	58
Abb. 6.9	Detailansicht des V-Modells von TQ	59
Abb. 6.10	Ablauf der Herstellprozess-Entwicklung (Manufacturing Engineering)	61
Abb. 6.11	Beispiel für ein Herstellprozess-Diagramm zur Visualisierung der Herstellprozesse	65
Abb. 6.12	Beispiel einer Normalverteilung von Messwerten	68
Abb. 6.13	Bewertung des Maschinenfähigkeitsindex C_{mk}	70
Abb. 6.14	Maschinenfähigkeitsindex C_{mk} /Prozessfähigkeitsindex C_{pk} , Toleranz, Yield und Fehlerquoten bei Normalverteilung	70
Abb. 6.15	Bewertung des Prozessfähigkeitsindex C_{pk}	72
Abb. 6.16	Prozesskopplung zwischen Produktentwicklung und Herstellprozess-Entwicklung.	74
Abb. 6.17	Ablauf der Prüfprozess- und Prüfmittelentwicklung (Test Engineering)	76
Abb. 6.18	Bewertung des Messmittelfähigkeitsindex C_{gk}	86
Abb. 6.19	Sequentieller Ablauf versus Überlappung	89

Abb. 6.20	Planungsunsicherheit in Abhängigkeit von Innovationsgrad und Komplexität	91
Abb. 6.21	Zeitlicher Verlauf des Projektaufwandes	94
Abb. 6.22	Sicherheit von technischen Einrichtungen	100
Abb. 6.23	Definition und Umsetzung von Anforderungen und Verifikation nach dem V-Modell	104
Abb. 6.24	Die wichtigsten Dokumente bei der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme	106
Abb. 6.25	Dokumente und Daten gemäß DO-254 für die Hardware-Entwicklung für die Luftfahrt	107
Abb. 6.22	Dokumente und Daten gemäß DO-178 für die Software-Entwicklung für die Luftfahrt.	108
Abb. 7.1	Die wichtigsten Projektmanagement-Werkzeuge.	136
Abb. 7.2	360°-Requirements-Engineering	141
Abb. 7.3	Bewertungstabelle für Anforderungen an Produkteigenschaften (Beispiel).	149
Abb. 7.4	Entstehung und Verarbeitung der Anforderungen (orange) bei Systemprojekten.	152
Abb. 7.5	Typischer Projektstrukturplan.	157
Abb. 7.6	Beispiel für eine Verantwortungsmatrix	159
Abb. 7.7	Beispiel 2 für eine RACI-Matrix mit je einer Spalte je Mitarbeiter oder Stelle.	160
Abb. 7.8	Beispiel 1 für eine RACI-Matrix mit je einer Spalte je Rolle.	160
Abb. 7.9	Typischer Projektplan.	164
Abb. 7.10	Meilensteinplan (Beispiel)	165
Abb. 7.11	Kritischer Pfad (rot) zum vorherigen Beispiel in Abb. 7.9.	169
Abb. 7.12	Mehraufwandsrisiko in Abhängigkeit von Projektkomplexität, Anforderungen, Neuartigkeit, Erfahrung und Kompetenz	173
Abb. 7.13	Beispiel einer Risikomanagement-Tabelle.	182
Abb. 7.14	Mögliche Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos.	182
Abb. 7.15	Mögliche Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos gemäß ISO 14971.	183
Abb. 7.16	Mögliche Bewertung des Schadensausmaßes eines Risikos.	184
Abb. 7.17	Mögliche Bewertung des Schadensausmaßes eines Risikos nach ISO 14971	184
Abb. 7.18	Risikomatrix zur Bewertung von Risiken und Ermittlung einer Risikokennzahl	185
Abb. 7.19	Mögliche Zuordnung von Risikoklassen zur Risikokennzahlen (RKZ)	186

Abb. 7.20	Beispiel einer einfachen FMEA-Tabelle mit Risiko-Prioritäts-Zahl RPZ.	189
Abb. 7.21	Typische Grenzen zur Klassifizierung der Risikoprioritätszahl (RPZ) einer FMEA.	190
Abb. 7.22	Ermittlung der Aufgabenpriorität zu Risiken gemäß AIAG-VDA-FMEA-Handbuch.	191
Abb. 7.23	Beispiel einer FMEA-Tabelle mit Aufgabenpriorität AP gemäß AIAG-VDA-FMEA-Handbuch.	192
Abb. 7.24	Beispielhafte Werte für die Auftretenswahrscheinlichkeit.	193
Abb. 7.25	Beispielhafte Werte für Entdeckungswahrscheinlichkeit und Schlupf.	194
Abb. 7.26	Effektive Wahrscheinlichkeit zu Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeit.	195
Abb. 7.27	Ermittlung der effektiven Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler auftritt und nicht entdeckt wird.	196
Abb. 7.28	Bewertung Bedeutung/Schadensausmaß.	196
Abb. 7.29	Alternative Ermittlung einer aussagekräftigen FMEA-Risikokennzahl.	197
Abb. 7.30	Risikoklassen zu Risikokennzahl RKZ.	198
Abb. 7.31	Beispiel für eine Meilensteintrend-Analyse (Grafik).	217
Abb. 7.32	Beispiel für Projektkosten-Monitoring mit Hochrechnung der Budgetausschöpfung.	220
Abb. 7.33	Herstellkosten-Kalkulation.	224
Abb. 7.34	Untergliederung Gesamtsystem in Funktionsblöcke für das Target-Costing der Herstellkosten.	226
Abb. 7.35	Verrechnung von Materialkosten inkl. MGK.	226
Abb. 7.36	Verrechnung von Materialkosten ohne MGK.	227
Abb. 7.37	Tabelle zur Herstellkosten-Überwachung.	227
Abb. 7.38	6-Augen-Prinzip bei der Erstellung, Prüfung und Freigabe von Dokumenten und sonstigen Arbeitsergebnissen.	231
Abb. 7.39	Projektstatus-Report-Vorlage.	233
Abb. 7.40	Projektstatusbericht in PowerBI.	233
Abb. 7.41	Tabelle für Lessons-Learned-Workshop.	247
Abb. 8.1	Beispiel einer Kommunikationsmatrix.	253
Abb. 8.2	Phasen der Teamentwicklung (vereinfacht).	259
Abb. 8.3	Maslowsche Bedürfnispyramide, Hierarchie der Bedürfnisse.	272
Abb. 8.4	Geeigneter Führungsstil in Abhängigkeit von der Situation.	274
Abb. 9.1	Das Toyota-Produktionssystem (TPS-Haus).	283
Abb. 9.2	Manifest für Agile Softwareentwicklung.	288
Abb. 9.3	Prinzipien hinter dem Agilen Manifest.	289
Abb. 9.4	Die Rollen bei Scrum.	292
Abb. 9.5	Scrum-Prozessdarstellung.	293

Abb. 9.6	Anzahl Kommunikationskanäle in Abhängigkeit von der Teamgröße	299
Abb. 9.7	Entwicklung der Burn Rate je Sprint	313
Abb. 9.8	Burn-Down-Chart.	313
Abb. 9.9	Dual-Track-Anforderungsmanagement	319
Abb. 9.10	Typische Teamstruktur bei Scrum of Scrums mit drei Entwicklungsteams	321
Abb. 9.11	Backlogs bei Scrum-of-Scrums mit drei Entwicklungsteams	322
Abb. 9.12	Produktentstehung beim SAFe Framework 6.0	325
Abb. 9.13	Typisches Scrum-Planning-Board	327
Abb. 9.14	Reports in Jira für agile Projekte (Screenshot).	329
Abb. 9.15	Typisches Burn-down-Chart eines Sprints	329
Abb. 10.1	Prozess zur Zusammenarbeit mit Lieferanten	344
Abb. 10.2	Vergleichsmatrix zur Preisstrukturanalyse und Er-mittlung eines synthetischen Bestpreises	349
Abb. 12.1	Die drei ökonomischen Prinzipien: Minimalprinzip, Maximalprinzip und Extremumprinzip	381
Abb. 12.2	Fehlerkosten in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Entdeckung	389
Abb. 12.3	Effektive Kommunikation von Entscheidungen.	405
Abb. 12.4	Darstellung der wichtigsten Elemente für eine effektive und effiziente Projektarbeit	409

Tabellenverzeichnis

Tab. 6.1	Erläuterung der Dokumente und Daten gemäß DO-254 und DO-178 für die Hard- und Software- Entwicklung für die Luftfahrt	109
Tab. 6.2	Sicherheits-Integritätslevel gemäß DIN EN 61508	119
Tab. 6.3	Performance-Level von sicherheitsbezogenen Steuerungsteilen (Sicherheitsfunktionen)	119
Tab. 6.4	Design Assurance Level (DAL) in der Luftfahrt gemäß DO-254 und DO-178	120
Tab. 7.1	Einfache Kosten-/Nutzen-Bewertungsskala	147
Tab. 7.2	Erweiterte Kosten-/Nutzen-Bewertungsskala	147
Tab. 7.3	Gegenüberstellung Anforderungsdefinition/Leistungsdefinition.	154
Tab. 7.4	Typische Entwicklungsrisiken und mögliche Vorsorge- und Abhilfemaßnahmen	201
Tab. 7.5	Typische Produktrisiken und mögliche Vorsorge- und Abhilfemaßnahmen.	204
Tab. 7.6	Typische Produktionsrisiken und mögliche Vorsorge- und Abhilfemaßnahmen.	207
Tab. 7.7	Typische Abweichungen bei Projekten und mögliche Abhilfemaßnahmen	236
Tab. 8.1	Vier-Phasen-Modell der Teamentwicklung nach Tuckman.	259
Tab. 10.1	Technische und kaufmännische Kriterien und Gewichtungen zur Angebotsbewertung (Beispiel).	347