

Torsten Posch • Klaus Birken • Michael Gerdorn

# **Basiswissen Softwarearchitektur**

**Verstehen, entwerfen, wiederverwenden**

3., aktualisierte und erweiterte Auflage

**f | ] dpunkt.verlag**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil I</b>	<b>Grundlagen und Organisation</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
1.1	Warum Softwarearchitektur? . . . . .	4
1.2	Was ist Softwarearchitektur? . . . . .	6
1.2.1	Definition von Softwarearchitektur. . . . .	6
1.2.2	Ziele und Aufgaben von Softwarearchitektur. . . . .	13
1.2.3.	Wodurch wird Softwarearchitektur beeinflusst? . . . . .	18
1.3	Bedeutung von Softwarearchitektur. . . . .	20
1.3.1	Symptome bei fehlender Softwarearchitektur. . . . .	22
1.4	Zusammenfassung . . . . .	23
<b>2</b>	<b>Softwarearchitektur in der Organisationsstruktur</b>	<b>25</b>
2.1	Wechselwirkungen zwischen Architektur und Unternehmen. . . . .	25
2.2	Die Rolle des Softwarearchitekten . . . . .	27
2.2.1	Allgemeine Eigenschaften und Aufgaben. . . . .	29
2.2.2	Aufgaben im Entwicklungsprojekt . . . . .	31
2.2.3	Das Architekturteam . . . . .	39
2.3	Zusammenspiel von Softwarearchitektur und Projektmanagement . . . . .	43
2.3.1	Bedeutung von Softwarearchitektur für das Projektmanagement . . . . .	43
2.3.2	Das Führungsteam aus Projektleiter und Softwarearchitekt . . . . .	50
2.4	Zusammenfassung . . . . .	53

<b>Teil II</b>	<b>Erstellung der Softwarearchitektur</b>	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>Vorgehen</b>	<b>57</b>
3.1	Überblick . . . . .	58
3.2	Vorbereitungen für den Entwurf. . . . .	60
3.2.1	Anforderungsanalyse. . . . .	61
3.2.2	Einflussfaktoren. . . . .	64
3.3	Iterativ, inkrementeller Entwurf, Dokumentation und Bewertung. . . . .	65
3.3.1	Der erste Architekturentwurf. . . . .	66
3.3.2	Iterativ, inkrementelles Ausbauen des Entwurfs. . . . .	68
3.4	Die Umsetzung der Architektur. . . . .	69
3.5	Zusammenfassung. . . . .	70
<b>4</b>	<b>Einflussfaktoren</b>	<b>71</b>
4.1	Bedeutung von Einflussfaktoren. . . . .	71
4.2	Arten von Einflussfaktoren. . . . .	74
4.2.1	Organisatorische Faktoren. . . . .	74
4.2.2	Technologische Faktoren. . . . .	75
4.2.3	Produktfaktoren. . . . .	76
4.2.4	Flexibilität, Veränderbarkeit und Einfluss. . . . .	79
4.3	Spezifikation von Einflussfaktoren. . . . .	79
4.3.1	Identifizieren und Präzisieren der Faktoren. . . . .	80
4.3.2	Analyse der Faktoren. . . . .	84
4.3.3	Identifizieren von Architekturthemen und Entwickeln von Strategien. . . . .	86
4.4	Zusammenfassung. . . . .	89
<b>5</b>	<b>Entwurf von Softwarearchitekturen</b>	<b>91</b>
5.1	Entwurfsumfeld und wichtige Begriffe. . . . .	92
5.1.1	Entwurfsziele. . . . .	92
5.1.2	Entwurf und Komplexität. . . . .	94
5.1.3	Vorleistungen. . . . .	95
5.1.4	Allgemeine Aktivitäten beim Entwurf. . . . .	97
5.1.5	Fünf Kriterien für einen korrekten Entwurf. . . . .	99
5.2	Fundamentale Entwurfsprinzipien. . . . .	102
5.2.1	Abstraktion. . . . .	103
5.2.2	Kapselung. . . . .	104
5.2.3	Modularität. . . . .	105
5.2.4	Hierarchie. . . . .	106
5.2.5	Konzeptuelle Integrität. . . . .	107

5.3	Komponenten und Schnittstellen . . . . .	108
5.3.1	Komponenten - Grundbausteine der Architektur . . . . .	108
5.3.2	Schnittstellen - Vertragswerk der Softwarearchitektur . . . . .	112
5.3.3	Techniken zur Adaption von Komponenten . . . . .	113
5.4	Entwurfsschritte und Heuristiken . . . . .	114
5.4.1	Konkrete Entwurfsschritte . . . . .	115
5.4.2	Heuristiken . . . . .	120
5.5	Zusammenfassung . . . . .	125
<b>6</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>127</b>
6.1	Bedeutung der Dokumentation . . . . .	128
6.2	Anforderungen an eine Dokumentation . . . . .	129
6.2.1	Allgemeine Anforderungen an eine Projektdokumentation . . . . .	130
6.2.2	Anforderungen an Architekturbeschreibungen . . . . .	132
6.3	Bestandteile einer Architekturdokumentation . . . . .	134
6.3.1	Sichten eines Systems . . . . .	134
6.3.2	Zusammenspiel der Sichten . . . . .	136
6.3.3	Beschreibung des Aufbaus und Hilfestellungen . . . . .	136
6.3.4	Zusammenfassung . . . . .	137
6.4	Architektursichten . . . . .	137
6.4.1	Kontextsicht . . . . .	139
6.4.2	Struktursicht . . . . .	140
6.4.3	Verhaltenssicht . . . . .	141
6.4.4	Abbildungssicht . . . . .	141
6.4.5	Sichten in der Literatur . . . . .	142
6.5	UML 2 als Notation für Architektursichten . . . . .	145
6.5.1	UML-Überblick . . . . .	145
6.5.2	Darstellungsmöglichkeiten für die Kontextsicht . . . . .	148
6.5.3	Darstellungsmöglichkeiten für die Struktursicht . . . . .	153
6.5.4	Darstellungsmöglichkeiten für die Verhaltenssicht . . . . .	156
6.5.5	Darstellungsmöglichkeiten für die Abbildungssicht . . . . .	166
6.5.6	Beschreibungsmöglichkeiten für weitere Architektur Aspekte . . . . .	168
6.5.7	UML Erweiterungsmechanismen zur Konsistenzsicherung . . . . .	172
6.6	Zusammenfassung . . . . .	174

<b>7</b>	<b>Bewertung</b>	<b>175</b>
7.1	Grundlagen der Architekturbewertung . . . . .	175
7.1.1	Allgemeines Vorgehen und Ergebnis . . . . .	177
7.1.2	Arten von Bewertungen und Zeitpunkt . . . . .	178
7.1.3	Der Faktor Erfahrung . . . . .	180
7.2	Bewertungsmethoden . . . . .	181
7.2.1	Fragetechniken . . . . .	182
7.2.2	Messtechniken . . . . .	183
7.2.3	Auf Erfahrung basierende Argumentation . . . . .	184
7.2.4	Kategorisierung der Bewertungsmethoden . . . . .	184
7.3	Szenariobasierte Bewertung . . . . .	186
7.3.1	ATAM . . . . .	186
7.3.2	ATAM-Phasen . . . . .	187
7.3.3	ATAM-Schritte . . . . .	192
7.4	Kosten und Nutzen . . . . .	197
7.4.1	Kosten . . . . .	198
7.4.2	Nutzen . . . . .	199
7.5	Zusammenfassung . . . . .	201
<b>8</b>	<b>Die Toolbox des Softwarearchitekten</b>	<b>203</b>
8.1	Einführung . . . . .	203
8.1.1	Historie und derzeitiger Stand . . . . .	204
8.1.2	Vorteile und Aufbau unserer Toolbox . . . . .	205
8.1.3	Wie erwirbt der Architekt sein Wissen? . . . . .	207
8.2	Lösungsvorlagen und Methoden . . . . .	207
8.2.1	Anwendung von Architekturstilen . . . . .	208
8.2.2	Anwendung von Architekturmustern . . . . .	213
8.2.3	Anwendung von Entwurfsmustern . . . . .	219
8.3	Technologien und Werkzeuge . . . . .	227
8.3.1	Betriebssysteme und Programmiersprachen . . . . .	228
"	8.3.2 Bibliotheken, Komponenten und Frameworks . . . . .	229
8.3.3	Modellierung und Generierung . . . . .	232
8.3.4	Analyse und Rekonstruktion . . . . .	234
8.4	Zusammenfassung . . . . .	236

<b>9</b>	<b>Fallbeispiel</b>	<b>239</b>
9.1	Projektbeschreibung . . . . .	239
9.2	Schrittweises Vorgehen zur Erstellung der Architektur . . . . .	240
9.3	Ausgangssituation . . . . .	242
9.4	Anforderungen und Use Cases. . . . .	243
9.5	Analysemodell. . . . .	245
9.6	Aufbau der Architekturdokumentation . . . . .	246
9.7	Architekturerstellung . . . . .	247
	9.7.1 Spezifikation der Einflussfaktoren. . . . .	247
	9.7.2 Entwurf und Dokumentation. . . . .	253
	9.7.3 Umfangreiches Assessment . . . . .	260
9.8	Umsetzung der Architektur. . . . .	262
9.9	Zusammenfassung. . . . .	263
<b>Teil III</b>	<b>Industrielle Softwareentwicklung</b>	<b>265</b>
<b>10</b>	<b>Softwarearchitektur im industriellen Maßstab</b>	<b>267</b>
10.1	Chronische Probleme der heutigen Softwareentwicklung . . . . .	268
	10.1.1 Unnötige Freiheitsgrade bei Sprachen und Tools. . . . .	268
	10.1.2 Schwerpunkt auf Einzelprojekten. . . . .	270
	10.1.3 Ungenügendes Zusammenspiel von Komponenten. . . . .	270
10.2	Bahnbrechende Innovationen . . . . .	273
	10.2.1 Innovationsfeld 1: Systematische Wiederverwendung . . . . .	273
	10.2.2 Innovationsfeld 2: Modellgetriebene Entwicklung . . . . .	274
10.3	Komplexität und die Abstraktionslücke . . . . .	276
	10.3.1 Arten von Komplexität in der Softwareentwicklung . . . . .	276
	10.3.2 Die Abstraktionslücke. . . . .	277
	10.3.3 Verkleinern der Abstraktionslücke. . . . .	278
10.4	Zusammenfassung. . . . .	279
<b>11</b>	<b>Produktlinien für Software</b>	<b>281</b>
11.1	Was sind Produktlinien? . . . . .	281
	11.1.1 Vom Softwaresystem zur Standardplattform . . . . .	282
	11.1.2 Grundlegende Begriffe. . . . .	284
	11.1.3 Wann sind Softwareproduktlinien sinnvoll? . . . . .	287
	11.1.4 Softwareproduktlinien in drei Dimensionen. . . . .	293
	11.1.5 Wiederverwendung als treibende Kraft . . . . .	294

11.2	Aktivitäten und Vorgehen . . . . .	297
11.2.1	Wesentliche Aktivitäten zum Betrieb einer Produktlinie. . . . .	297
11.2.2	Tätigkeiten des Softwarearchitekten . . . . .	299
11.2.3	Allgemeine Schritte zum Produktlinienentwurf. . . . .	301
11.2.4	Softwarebezogene Schritte zur Einführung . . . . .	302
11.3	Architektur und Software Engineering. . . . .	303
11.3.1	Aufgaben für Architekt und Softwareingenieur. . . . .	303
11.3.2	Komponenten - Grundbausteine der Produktlinie. . . . .	307
11.3.3	Objektorientierte Frameworks. . . . .	309
11.4	Technische und organisatorische Aufgaben. . . . .	312
11.4.1	Technische Aufgaben. . . . .	312
11.4.2	Organisatorische Aufgaben. . . . .	314
11.5	Zusammenfassung . . . . .	314
<b>12</b>	<b>Modellbasierte Entwicklung mit MDA und DSLs</b>	<b>317</b>
12.1	Grundidee von MDA. . . . .	318
12.2	Konzepte. . . . .	320
12.2.1	Modelle. . . . .	320
12.2.2	Transformationen. . . . .	323
12.3	Metamodellierung . . . . .	325
12.3.1	Vier-Schichten-Modell der Metamodellierung. . . . .	326
12.4	Fallstudie. . . . .	328
12.4.1	Plattformunabhängiges Modell (PIM). . . . .	328
12.4.2	Technische Lösung und Markierungen. . . . .	329
12.4.3	Transformation PIM zu PSM. . . . .	330
12.4.4	Plattformabhängiges Modell (PSM). . . . .	331
12.4.5	Transformation PSM zu Code. . . . .	332
12.5	Alternative: Domänenspezifische Sprachen. . . . .	334
12.5.1	Grundidee der domänenspezifischen Sprachen. . . . .	334
12.5.2	Werkzeugunterstützung für DSLs. . . . .	336
12.5.3	Anwendungsfelder. . . . .	338
12.6	Zusammenfassung . . . . .	339
	<b>Anhang</b>	<b>341</b>
	<b>Literatur</b>	<b>343</b>
	<b>Index</b>	<b>349</b>