

SYSTEMS ENGINEERING

Florian Harzenetter

Synthese von Systemarchitekturen aus funktionalen Anforderungen



Herbert Utz Verlag · München

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2002

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die
der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von
Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechani-
schem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in
Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur
auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH · 2002

ISBN 3-8316-0127-5

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

1. Einführung	5
1.1. Ausgangssituation	5
1.2. Aufgabenstellung	6
1.3. Aufbau und Inhalt der Arbeit	6
2. Architekturdefinition im Systementwicklungsprozess	9
2.1. Aufgaben und Ziele einer Architekturdefinition	9
2.2. Einordnen der Architekturdefinition in den Systemsentwurfsprozess	11
2.2.1. Wasserfallmodell	12
2.2.2. Evolutionäres Vorgehensmodell	13
2.3. Prozess der Architekturdefinition in der Systementwicklung	15
2.3.1. Inputs in die Architekturdefinition	15
2.3.2. Vorgehen bei der Architekturdefinition	16
2.3.3. Outputs der Architekturdefinition	18
2.4. Probleme bei der Architekturdefinition	19
2.4.1. Informationsunsicherheit	19
2.4.2. Fehlende methodische Unterstützung	20
3. Grundlagen des Verfahrens	21
3.1. Lösungsansätze zur Bewertung von Architekturen	21
3.1.1. Funktionsmetriken	21
3.1.2. SAAM	24
3.2. Lösungsansätze zur Synthese und Optimierung von Systemarchitekturen	25
3.2.1. Ch. Alexander	25
3.2.2. ATAM	27
3.2.3. Verwendung von Architectural Patterns, Heuristiken und Richtlinien	29
3.3. Zusammenhang zwischen Produktstrukturen und der Produktqualität	30
3.3.1. Qualitätsaspekte	32
3.3.2. Qualitätsanforderungen aus dem Produktlebenszyklus	33
3.3.3. Qualitätsanforderungen als Basis für Strukturveränderungen	37
4. Der „Rapid Architecting“ Prozess	39
4.1. Grundlagen	39
4.2. Eingabedaten in den Prozess	42
4.3. Schritt 1: Synthese von Systemstrukturen	45
4.4. Schritt 2: Analyse der Systemstruktur	47
4.5. Schritt 3: Bewerten der Systemstruktur	47
4.6. Schritt 4: Entscheidung	52
Ausgabedaten des Prozesses	53
5. Das Verfahren QuEst	55
5.1. Grundlegendes Vorgehen	55
5.2. Problemstruktur	57
5.2.1. Elemente der Problemstruktur	58
5.2.2. Identifikation der Elemente und deren Verknüpfungen	61
5.2.3. Gewichtung der Verknüpfungen	63
5.2.4. Sonderfall Redundanzen	68

5.3.	<i>Architekturkonzept</i>	70
5.4.	<i>Strukturmetriken</i>	71
5.4.1.	Berechnung der Strukturmetriken	73
5.4.2.	Berechnung der Funktionsmetriken in Matrixdarstellung	96
5.5.	<i>Qualitätskriterien und Strukturmerkmale</i>	106
5.5.1.	Abhängigkeiten zwischen Struktur und Qualität	106
5.5.2.	Gewichten von Funktionsmetriken	111
5.5.3.	Bewertung eines Architekturkonzepts	113
5.6.	<i>Optimieren des Architekturkonzepts</i>	114
5.6.1.	Der Simulated Annealing Algorithmus	114
5.6.2.	Anwendung von Simulated Annealing für QuEST	115
5.7.	<i>Sensitivitätsanalyse</i>	119
5.7.1.	Vorgehensmodell	119
5.7.2.	Darstellung der Ergebnisse	120
5.7.3.	Aussagekraft der Ergebnisse	123
5.8.	<i>Architekturbeschreibung</i>	124
5.8.1.	Identifikation der Schnittstellen	124
5.8.2.	Beispiel	126
5.8.3.	Verwendung der gewonnen Informationen	126
6.	Anwendungsbeispiele	129
6.1.	<i>Anwendung in einem Industrieprojekt</i>	129
6.1.1.	Beschreibung der Aufgabenstellung bei SHS	129
6.1.2.	Anwendung der Methodik QuEST	130
6.1.3.	Ergebnisse	135
6.2.	<i>Ausführung eines Literaturbeispiels</i>	137
6.2.1.	Das Beispiel	137
6.2.2.	Szenariotechniken zur Anforderungsermittlung	138
6.2.3.	Modellierung	143
6.2.4.	Gewichten der Qualitätsanforderungen	147
6.2.5.	Berechnung	149
6.2.6.	Optimierung	159
6.2.7.	Architekturbeschreibung	162
6.2.8.	Sensitivitätsanalyse	164
6.2.9.	Vergleich mit den Ergebnissen aus [Hatley & Pirbhai, 1987]	165
7.	Ausblick	169
7.1.	<i>Anwendung für Produktfamilien</i>	169
7.2.	<i>Produktmigration</i>	170
7.3.	<i>Wiederverwendungstechniken</i>	170
7.4.	<i>Target Costing</i>	171
7.5.	<i>Optimierungsverfahren</i>	172
8.	Zusammenfassung	173
9.	Literaturverzeichnis	175
10.	Verwendete Formelzeichen	183

A. QuEst^{TOOL} - Eine Software zur Umsetzung der Methodik	191
<i>A 1.1. Motivation</i>	<i>191</i>
<i>A 1.2. Funktionsumfang</i>	<i>191</i>
A 1.2.1. Editieren des Modells	192
A 1.2.2. Bewerten des Modells	194
A 1.2.3. Optimieren des Modells	195
A 1.2.4. Sensitivitätsanalyse	198

1. Einführung

1.1. Ausgangssituation

Unternehmen finden sich heutzutage einem ständig steigenden Konkurrenzdruck ausgesetzt. Gerade Marketinginstrumente wie das Internet lassen einfache und schnelle Preis- und Leistungsvergleiche von Anbietern rund um den Globus zu, so dass Produkte, die die Wünsche des Kunden nicht vollständig zufrieden stellen, sehr schnell vom Markt verdrängt werden.

Da der Kunde durch seine Kaufentscheidungen letztendlich über den Erfolg eines Unternehmens entscheidet, rückt dieser immer mehr in den Fokus der Bemühungen des Unternehmens. Die bestmögliche Erfüllung der Kundenwünsche ist die Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmen. Dieses Ziel wird durch die Optimierung von drei Eigenschaften der Produkte erreicht: Der Preis, die Funktionalität und die Qualität.

Der Preis des Produkts kann insbesondere durch eine Rationalisierung der Produktstellungs-, Vertriebs- und Entsorgungsprozesse erreicht werden. Die Rationalisierung der Unternehmensprozesse wird vorangetrieben, in dem in immer größerer Tiefe einzelne Tätigkeiten, die zur Erstellung und zum Vertrieb eines Produkts erforderlich sind, erfasst, gemessen und dokumentiert werden. Die so geschaffene Wissensbasis erlaubt die Umstrukturierung und Optimierung der Prozesse mit dem Ziel einer minimalen Durchlaufzeit unter Beibehaltung bzw. Verbesserung der Qualität. Das Durchdringen der Unternehmensprozesse stößt aber insbesondere im Bereich der Produktentwicklung auf Probleme, da die informellen und kreativen Prozesse nur schwer sinnvoll formalisierbar sind.

Gleichzeitig erweitern sich die Möglichkeiten für Unternehmen durch die Entwicklung neuer Technologien in hohem Tempo. Die exponentiell steigende Rechenleistung und Datenübertragungskapazität und der anhaltend sinkende Raumbedarf und die sinkenden Kosten für solche Systeme in den letzten Jahren und Jahrzehnten, erlaubt die Implementierung immer neuer Funktionen in Produkten. Davon sind nicht nur Softwaresysteme betroffen, sondern auch Produkte in denen traditionell nur geringe Anteile an Software enthalten sind, beispielsweise der Automobilsektor oder den Anlagenbau. Aus dieser Entwicklung ergeben sich für die Unternehmen immer neue Möglichkeiten ihre Produkte und Dienstleistungen zu verbessern. Die engen Grenzen bestehender Technologien können gesprengt werden; die Produkte mit immer besserer Funktionalität können angeboten werden.

Jedoch werden die Funktionalitäten der Produkte nicht nur erweitert, sondern die Produkte werden auch so gestaltet, dass die Nutzer bei der Realisierung der Ziele, die sie zum Einsatz des Produkts bewegen, bestmöglich unterstützt werden. In den letzten Jahren wurde der Qualitätsbegriff daher immer mehr über Eigenschaften wie Haltbarkeit hinaus gehend als „Fitness for Purpose“ betrachtet: Das Produkt soll nicht nur die

geforderten Funktionalitäten bereitstellen, sondern sich darüber hinaus in allen Phasen des Systemlebenszyklusses optimal bewähren. Dabei müssen Produkteigenschaften wie die Wartbarkeit, die Wiederverwendbarkeit, Portabilität etc. realisiert werden, die es erlauben, das Produkt in allen Phasen des Produktlebenszyklusses problemlos zu verwenden.

Ebenso wie bei der Rationalisierung der Unternehmensprozesse ist hierzu erforderlich, die Funktionalität der Produkte und deren Qualität bewerten zu können, um Ansatzpunkte für eine Optimierung des Produktes identifizieren zu können. Ein wesentlicher Ansatzpunkt, die Qualität eines Produkts in diesem Sinne zu gewährleisten, ist die Wahl einer geeigneten Systemarchitektur.

1.2. Aufgabenstellung

In dieser Arbeit sollen die Einflussfaktoren auf die Produktqualität im oben definierten Sinne identifiziert werden. Die Wirkung dieser Einflussfaktoren soll dazu genutzt werden, in möglichst frühen Phasen der Produktentwicklung die zu erwartende Qualität eines Produkts abzuschätzen und zu optimieren.

Ziel ist es, eine Methode zu definieren, die zunächst geeignete Bewertungsmaßstäbe für die in den ersten Phasen der Produktentwicklung definierte Systemarchitektur festlegt. Diese Bewertungsmaßstäbe sollen darüber Auskunft geben, wie gut eine Systemarchitektur die geforderten Qualitätsmerkmale unterstützt. Hierzu ist es erforderlich, geeignete Modellierungsformen für die Systemarchitektur zu definieren, die die Bewertung der relevanten Aspekte durch entsprechende Metriken erlaubt. Die Bewertung soll dann der Ausgangspunkt für eine gezielte Manipulation der Systemarchitektur sein, so dass diese so verändert werden kann, dass sie die geforderten Qualitätsmerkmale optimal unterstützt werden. Ergebnis der Anwendung dieser Bewertungs- und Optimierungsmethode muss eine Architekturbeschreibung sein, die dem weiteren Systementwicklungsprozess zu Grunde gelegt werden kann.

1.3. Aufbau und Inhalt der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in mehrere Kapitel, in denen zunächst die Grundlagen für die hier entwickelte Methode erarbeitet werden, die dann die Methode beschreiben und die anschließend die Anwendung der Methode an Hand von zwei Beispielen erläutern.