

Mahbouba Gharbi · Arne Koschel
Andreas Rausch · Gernot Starke

Basiswissen



für Software- architekten

Aus- und Weiterbildung nach
iSAQB-Standard zum
Certified Professional for
Software Architecture
Foundation Level



dpunkt.verlag

iSAQB >



Mahbouba Gharbi ist Geschäftsführerin und Chef-Architektin bei iTech Progress GmbH und iSAQB-Vorstandsvorsitzende, ist bekennender Softwarearchitektur-Fan, Autorin zahlreicher Fachartikel und häufige Sprecherin auf internationalen Konferenzen.



Prof. Dr. Arne Koschel ist Dozent an der Hochschule Hannover mit dem Schwerpunkt verteilte (Informations-)Systeme. Er hat langjährige industrielle Praxis in Entwicklung und Architektur verteilter Informationssysteme. Nebenberuflich berät und referiert er zu Themen wie SOA, Integration, Middleware, EDA und Cloud Computing. Er ist Active Board Member im iSAQB.



Prof. Dr. Andreas Rausch leitet den Lehrstuhl für Software Systems Engineering an der Technischen Universität Clausthal. Er war und ist in der industriellen Praxis als Berater und leitender Softwarearchitekt bei einer Reihe von großen verteilten Softwaresystemen tätig.



Dr. Gernot Starke, innoQ Fellow, arbeitet als Berater für methodische Softwarearchitektur, Technologiemanagement und Projektorganisation. Seit mehr als 15 Jahren gestaltet er die Architektur von Softwaresystemen unterschiedlicher Größe.

Papier
plus⁺
PDF.

Zu diesem Buch – sowie zu vielen weiteren dpunkt.büchern – können Sie auch das entsprechende E-Book im PDF-Format herunterladen. Werden Sie dazu einfach Mitglied bei dpunkt.plus⁺:

www.dpunkt.plus

**Mahbouba Gharbi · Arne Koschel · Andreas
Rausch · Gernot Starke**

Basiswissen für Softwarearchitekten

**Aus- und Weiterbildung nach iSAQB-
Standard zum Certified Professional
for Software Architecture -
Foundation Level**

4., überarbeitete und aktualisierte Auflage



dpunkt.verlag

Mahbouba Gharbi
m.gharbi@itech-progress.com

Arne Koschel
akoschel@acm.org

Andreas Rausch
andreas.rausch@tu-clausthal.de

Gernot Starke
gs@gernotstarke.de

Lektorat: Christa Preisendanz

Copy-Editing: Ursula Zimpfer, Herrenberg

Satz: Birgit Bäuerlein

Herstellung: Stefanie Weidner

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen

Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über

<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-86490-781-4

PDF 978-3-96910-012-7

ePub 978-3-96910-013-4

mobi 978-3-96910-014-1

4., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2020

Copyright © 2020 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Hinweis:

Dieses Buch wurde auf PEFC-zertifiziertem Papier aus nachhaltiger Waldwirtschaft gedruckt. Der Umwelt zuliebe verzichten wir zusätzlich auf die Einschweißfolie.



PEFC/04-31-0810

PEFC zertifiziert

Das Papier für dieses Buch stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen.

www.pefc.de

Schreiben Sie uns:

Falls Sie Anregungen, Wünsche und Kommentare haben, lassen Sie es uns wissen: hallo@dpunkt.de.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

Vorwort zur 4. Auflage

Softwarearchitektur bildet – neben motivierten Teams und gutem Management – einen wichtigen Erfolgsfaktor von Softwareprojekten. Sie stellt im Sinne einer systematischen Konstruktion sicher, dass Qualitätsanforderungen wie beispielsweise Erweiterbarkeit, Flexibilität, Performance oder Time-to-Market erfüllt werden können.

Softwarearchitektinnen und Softwarearchitekten bringen die Kundenwünsche in Einklang mit den technischen Möglichkeiten und Randbedingungen. Sie sorgen für eine passende Struktur und das Zusammenspiel aller Systemkomponenten. Als Teamplayer arbeiten sie eng mit Softwareentwicklerinnen und Softwareentwicklern sowie anderen Projektbeteiligten zusammen.

Unser Buch »Basiswissen für Softwarearchitekten« orientiert sich am Lehrplan zum »Certified Professional for Software Architecture - Foundation Level« (CPSA-F) des International Software Architecture Qualification Board (iSAQB). Der iSAQB e.V. legt als internationales und offenes Gremium Standards für die Ausbildung, Prüfung und Zertifizierung von Softwarearchitekten fest.

Die 4. Auflage unseres Buches bietet eine Aktualisierung auf Basis des neuen CPSA-F-Lehrplans in der Version 5.1 vom Januar 2020. Bei der Überarbeitung des iSAQB-

Lehrplans wurden einige Themen auf weitere Ausbildungsstufen verschoben und sind somit nicht mehr Teil des »Foundation Level«-Lehrplans. Diese Inhalte sind zwar weiterhin in unserem Buch zu finden, sie sind jedoch als »Exkurs« hervorgehoben. Wer das Buch nur zur Prüfungsvorbereitung nutzt, der kann diese Exkurse ignorieren. Des Weiteren wurde das Glossar aktualisiert. Die Leserinnen und Leser¹ können sich auch auf neue und verbesserte Prüfungsbeispielfragen freuen, die eine gezieltere Prüfungsvorbereitung ermöglichen.

Mit der Zertifizierung zum CPSA-F weisen Softwarearchitekten einen fundierten Wissens- und Kenntnisstand für die Konstruktion kleiner und mittlerer Systeme nach. Ausgehend von einer hinreichend detailliert beschriebenen Anforderungsspezifikation können sie eine angemessene Softwarearchitektur entwerfen und dokumentieren. CPSA-F-Absolventen besitzen damit das Rüstzeug, um problembezogene Entwurfsentscheidungen auf der Basis ihrer vorab erworbenen Praxiserfahrung zu treffen.

Das Selbststudium des vorliegenden Buches ermöglicht die Vorbereitung auf diese Zertifizierungsprüfung – praktische Erfahrung in Entwurf und Entwicklung von Softwaresystemen, das Beherrschung einer höheren Programmiersprache sowie der Grundlagen von UML vorausgesetzt. Darüber hinaus empfehlen wir als Autoren grundsätzlich den Besuch entsprechender Präsenzveranstaltungen, weil der Erfahrungsaustausch mit anderen Experten nicht durch Lektüre zu ersetzen ist.

Wir als Autoren arbeiten, lehren und forschen seit vielen Jahren im Bereich des Software & Systems Engineering sowie zur Konstruktion mittlerer und großer IT-Systeme. Wir hoffen, einen Teil unserer Erfahrungen in diesem Buch für Sie als Leser angemessen aufbereitet zu haben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen sowie viel Erfolg bei Ihrer Schulungsmaßnahme und Prüfung zum CPSA-F.

*Mahbouba Gharbi, Arne Koschel, Andreas Rausch, Gernot
Starke*

Ludwigshafen, Hannover, Clausthal-Zellerfeld, Köln, im Juni
2020

Inhaltsübersicht

1 Einleitung

- 1.1 Softwarearchitektur als Disziplin im Software Engineering
- 1.2 iSAQB – International Software Architecture Qualification Board
- 1.3 Certified Professional for Software Architecture – Foundation und Advanced Level
- 1.4 Zielsetzung des Buches
- 1.5 Voraussetzungen
- 1.6 Leitfaden für den Leser
- 1.7 Zielpublikum
- 1.8 Danksagungen

2 Grundlagen von Softwarearchitekturen

- 2.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
- 2.2 Softwareintensive Systeme und Softwarearchitekturen
- 2.3 Grundlegende Konzepte von Softwarearchitekturen
- 2.4 Der Softwarearchitekturentwurf aus der Vogelperspektive

2.5 Lernkontrolle

3 Entwurf von Softwarearchitekturen

- 3.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
- 3.2 Überblick über das Vorgehen beim Architekturentwurf
- 3.3 Entwurfsprinzipien und Heuristiken
- 3.4 Architekturzentrierte Entwicklungsansätze
- 3.5 Techniken für einen guten Entwurf
- 3.6 Architekturmuster
- 3.7 Entwurfsmuster
- 3.8 Lernkontrolle

4 Beschreibung und Kommunikation von Softwarearchitekturen

- 4.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
- 4.2 Das CoCoME-Beispiel
- 4.3 Sichten und Schablonen
- 4.4 Technische oder querschnittliche Konzepte in Softwarearchitekturen
- 4.5 Architektur und Implementierung
- 4.6 Übliche Dokumenttypen für Softwarearchitekturen
- 4.7 Praxisregeln zur Dokumentation
- 4.8 Beispiele weiterer Architektur-Frameworks
- 4.9 Lernkontrolle

5 Softwarearchitekturen und Qualität

- 5.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
- 5.2 Bewertung von Softwarearchitekturen
- 5.3 **EXKURS:** Prototyp und technischer Durchstich
- 5.4 Architekturanalyse

5.5 Lernkontrolle

6 EXKURS: Werkzeuge für Softwarearchitekten

- 6.1 Allgemeine Hinweise zu Werkzeugen
- 6.2 Werkzeuge zum Anforderungsmanagement
- 6.3 Werkzeuge zur Modellierung
- 6.4 Werkzeuge zur Generierung
- 6.5 Werkzeuge zur statischen Codeanalyse
- 6.6 Werkzeuge zur dynamischen Analyse
- 6.7 Werkzeuge zum Build-Management
- 6.8 Werkzeuge zum Konfigurations- und Versionsmanagement
- 6.9 Werkzeuge zum Codemanagement
- 6.10 Werkzeuge zum Test
- 6.11 Werkzeuge zur Dokumentation

Anhang

A Beispielfragen

- A.1 Auszüge aus der Prüfungsordnung
- A.2 Beispielfragen

B Abkürzungsverzeichnis

C Glossar

D Literaturverzeichnis

Index

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

- 1.1 Softwarearchitektur als Disziplin im Software Engineering
- 1.2 iSAQB – International Software Architecture Qualification Board
- 1.3 Certified Professional for Software Architecture – Foundation und Advanced Level
- 1.4 Zielsetzung des Buches
- 1.5 Voraussetzungen
- 1.6 Leitfaden für den Leser
- 1.7 Zielpublikum
- 1.8 Danksagungen

2 Grundlagen von Softwarearchitekturen

- 2.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
 - 2.1.1 Lernziele
- 2.2 Softwareintensive Systeme und Softwarearchitekturen
 - 2.2.1 Was ist ein softwareintensives System?

- 2.2.2 **EXKURS:** Ausprägungen von softwareintensiven Systemen
 - 2.2.3 Bedeutung der Softwarearchitektur für ein softwareintensives System
 - 2.3 Grundlegende Konzepte von Softwarearchitekturen
 - 2.3.1 Was ist eine Softwarearchitektur?
 - 2.3.2 Bausteine, Schnittstellen und Konfigurationen
 - 2.3.3 Konzepte der Beschreibung von Softwarearchitekturen
 - 2.3.4 Architekturbeschreibung und Architekturebenen
 - 2.3.5 Wechselwirkungen zwischen Softwarearchitektur und Umgebung
 - 2.3.6 Qualität und Nutzen der Softwarearchitektur
 - 2.4 Der Softwarearchitekturentwurf aus der Vogelperspektive
 - 2.4.1 Ziele und Aufgaben des Softwarearchitekturentwurfs
 - 2.4.2 Der Softwarearchitekturentwurf im Überblick
 - 2.4.3 Wechselspiel der Tätigkeiten und Abstraktionsstufen im Entwurf
 - 2.4.4 **EXKURS:** Aufgaben des Softwarearchitekten und Bezug zu anderen Rollen
 - 2.5 Lernkontrolle
- ## 3 **Entwurf von Softwarearchitekturen**
- 3.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
 - 3.1.1 Lernziele

- 3.2 Überblick über das Vorgehen beim Architekturentwurf
- 3.3 Entwurfsprinzipien und Heuristiken
 - 3.3.1 Top-down und bottom-up
 - 3.3.2 Hierarchische (De-)Komposition
 - 3.3.2.1 Divide et impera
 - 3.3.2.2 Prinzipien bei der Zerlegung
 - 3.3.2.3 So-einfach-wie-möglich-Prinzip
 - 3.3.2.4 Trennung von Verantwortlichkeiten
 - 3.3.3 Schmale Schnittstellen und Information Hiding
 - 3.3.3.1 Information Hiding
 - 3.3.3.2 Verwendung von Schnittstellen
 - 3.3.4 Regelmäßiges Refactoring und Redesign
- 3.4 Architekturzentrierte Entwicklungsansätze
 - 3.4.1 **EXKURS:** Domain Driven Design
 - 3.4.1.1 Fachmodelle als Basis
 - 3.4.1.2 Systematische Verwaltung der Domänenobjekte
 - 3.4.1.3 Strukturierung der Fachdomäne
 - 3.4.1.4 Arten von Domänen
 - 3.4.1.5 Integration von Domänen
 - 3.4.2 **EXKURS:** MDA
 - 3.4.3 Referenzarchitekturen
 - 3.4.3.1 Generative Erzeugung von Systembausteinen
 - 3.4.3.2 Aspektorientierung
 - 3.4.3.3 Objektorientierung
 - 3.4.3.4 Prozedurale Ansätze

- 3.5 Techniken für einen guten Entwurf
 - 3.5.1 Ausgangssituation und Motivation:
degeneriertes Design
 - 3.5.2 Lose Kopplung
 - 3.5.3 Hohe Kohäsion
 - 3.5.4 Offen-geschlossen-Prinzip
 - 3.5.5 Umkehr der Abhängigkeiten
 - 3.5.6 Abtrennung von Schnittstellen
 - 3.5.7 Zyklische Abhängigkeiten auflösen
 - 3.5.8 Liskov'sches Substitutionsprinzip
- 3.6 Architekturmuster
 - 3.6.1 Adaptierbare Systeme
 - 3.6.1.1 Dependency Injection
 - 3.6.2 Interaktive Systeme
 - 3.6.2.1 Model View Controller
 - 3.6.2.2 Model View Presenter
 - 3.6.2.3 Presentation Abstraction Control
 - 3.6.3 Vom Chaos zur Struktur
 - 3.6.3.1 Schichtenarchitektur
 - 3.6.3.2 Pipes and Filters
 - 3.6.3.3 Blackboard
 - 3.6.4 Verteilte Systeme
 - 3.6.4.1 Broker
 - 3.6.4.2 **EXKURS:** Serviceorientierung
 - 3.6.4.3 Modularisierung
 - 3.6.4.4 Microservices
- 3.7 Entwurfsmuster
 - 3.7.1 Adapter
 - 3.7.2 Observer

- 3.7.3 Decorator
 - 3.7.4 Proxy
 - 3.7.5 Fassade
 - 3.7.6 Brücke
 - 3.7.7 State
 - 3.7.8 Mediator
- 3.8 Lernkontrolle

4 Beschreibung und Kommunikation von Softwarearchitekturen

- 4.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan
 - 4.1.1 Lernziele
- 4.2 Das CoCoME-Beispiel
 - 4.2.1 Anwendungsfälle im CoCoME-System
 - 4.2.2 Übersicht über den strukturellen Aufbau des CoCoME-Systems
- 4.3 Sichten und Schablonen
 - 4.3.1 Bewährte Sichten nach iSAQB
 - 4.3.2 UML-Diagramme als Notationsmittel in Sichtenbeschreibungen
 - 4.3.3 Sichtenbeschreibung - Grobaufbau und Einführungsbeispiel
 - 4.3.3.1 Grobaufbau - schablonenartige Sichtenbeschreibung
 - 4.3.3.2 Beispiel: Auszug aus einer Sichtenbeschreibung für eine Bausteinsicht
 - 4.3.4 Kontextsicht oder Kontextabgrenzung
 - 4.3.5 Bausteinsicht
 - 4.3.6 Laufzeitsicht

- 4.3.7 Verteilungssicht bzw. Infrastruktursicht
 - 4.3.8 Wechselwirkungen zwischen Architektursichten
 - 4.3.9 Hierarchische Verfeinerung von Architektursichten
- 4.4 Technische oder querschnittliche Konzepte in Softwarearchitekturen
- 4.4.1 Technische bzw. querschnittliche Konzepte: Beispieldimensionen
 - 4.4.2 Beispiel: Fehlerbehandlung
 - 4.4.3 Beispiel: Sicherheit
- 4.5 Architektur und Implementierung
- 4.5.1 Beispiel: Implementierung
- 4.6 Übliche Dokumenttypen für Softwarearchitekturen
- 4.6.1 Zentrale Architekturbeschreibung
 - 4.6.2 Architekturüberblick
 - 4.6.3 Dokumentübersicht
 - 4.6.4 Übersichtspräsentation
 - 4.6.5 »Architekturtapete«
 - 4.6.6 Handbuch zur Dokumentation
 - 4.6.7 Technische Informationen
 - 4.6.8 Dokumentation von externen Schnittstellen
 - 4.6.9 Template
- 4.7 Praxisregeln zur Dokumentation
- 4.7.1 Regel 1: »Schreiben aus der Sicht des Lesers«
 - 4.7.2 Regel 2: »Unnötige Wiederholung vermeiden«
 - 4.7.3 Regel 3: »Mehrdeutigkeit vermeiden«

- 4.7.4 Regel 4: »Standardisierte Organisationsstruktur bzw. Schablonen«
- 4.7.5 Regel 5: »Begründen Sie wesentliche Entscheidungen schriftlich«
- 4.7.6 Regel 6: »Überprüfung auf Gebrauchstauglichkeit«
- 4.7.7 Regel 7: »Übersichtliche Diagramme«
- 4.7.8 Regel 8: »Regelmäßige Aktualisierungen«

4.8 Beispiele weiterer Architektur-Frameworks

- 4.8.1 4+1-Framework
- 4.8.2 RM-ODP
- 4.8.3 SAGA

4.9 Lernkontrolle

5 Softwarearchitekturen und Qualität

5.1 Einbettung in den iSAQB-Lehrplan

- 5.1.1 Lernziele

5.2 Bewertung von Softwarearchitekturen

- 5.2.1 Qualitative Bewertung
 - 5.2.1.1 DIN ISO/IEC 25010
 - 5.2.1.2 Qualitätsmerkmale
 - 5.2.1.3 Weitere Qualitätsmerkmale
 - 5.2.1.4 Auswirkungen bestimmter Qualitätsmerkmale
 - 5.2.1.5 Taktiken und Praktiken

- 5.2.2 Quantitative Bewertung

- 5.2.2.1 Überprüfung von Architekturregeln
 - 5.2.2.2 Metriken
 - 5.2.2.3 Zyklomatische Komplexität

5.3 EXKURS: Prototyp und technischer Durchstich

- 5.3.1 Technischer Durchstich
 - 5.3.2 Prototyp
 - 5.3.2.1 Einsatz von Softwareprototypen
 - 5.3.2.2 Arten von Softwareprototypen
 - 5.4 Architekturanalyse
 - 5.4.1 **EXKURS: ATAM-Methode**
 - 5.4.1.1 Vorgehen bei der Bewertung
 - 5.5 Lernkontrolle
- 6 EXKURS: Werkzeuge für Softwarearchitekten**
- 6.1 Allgemeine Hinweise zu Werkzeugen
 - 6.1.1 Kosten von Werkzeugen
 - 6.1.2 Lizenzen und Lizenzbedingungen
 - 6.2 Werkzeuge zum Anforderungsmanagement
 - 6.2.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.2.2 Herausforderungen von Werkzeugen für das Anforderungsmanagement
 - 6.2.3 Beispielhafte Vertreter
 - 6.3 Werkzeuge zur Modellierung
 - 6.3.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.3.2 Herausforderungen von Werkzeugen für die Modellierung
 - 6.3.3 Beispielhafte Vertreter
 - 6.4 Werkzeuge zur Generierung
 - 6.4.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.4.2 Herausforderungen von Codegeneratoren
 - 6.4.3 Beispielhafte Vertreter
 - 6.5 Werkzeuge zur statischen Codeanalyse
 - 6.5.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien

- 6.5.2 Herausforderungen von Werkzeugen zur statischen Codeanalyse
- 6.5.3 Beispielhafte Vertreter
- 6.6 Werkzeuge zur dynamischen Analyse
 - 6.6.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.6.2 Herausforderungen von Werkzeugen zur dynamischen Analyse
 - 6.6.3 Beispielhafte Vertreter
- 6.7 Werkzeuge zum Build-Management
 - 6.7.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.7.2 Herausforderungen von Werkzeugen zum Build-Management
 - 6.7.3 Beispielhafte Vertreter
- 6.8 Werkzeuge zum Konfigurations- und Versionsmanagement
 - 6.8.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.8.2 Herausforderungen von Werkzeugen zum Konfigurations- und Versionsmanagement
 - 6.8.3 Beispielhafte Vertreter
- 6.9 Werkzeuge zum Codemanagement
 - 6.9.1 Herausforderungen von Werkzeugen zum Codemanagement
 - 6.9.2 Beispielhafte Vertreter
- 6.10 Werkzeuge zum Test
 - 6.10.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien
 - 6.10.2 Herausforderungen von Testwerkzeugen
 - 6.10.3 Beispielhafte Vertreter
- 6.11 Werkzeuge zur Dokumentation
 - 6.11.1 Anforderungen und Entscheidungskriterien

- 6.11.2 Herausforderungen von Dokumentationswerkzeugen
- 6.11.3 Beispielhafte Vertreter

Anhang

A Beispielfragen

- A.1 Auszüge aus der Prüfungsordnung
- A.2 Beispielfragen

B Abkürzungsverzeichnis

C Glossar

D Literaturverzeichnis

Index

1 Einleitung

Software ist allgegenwärtig. Dies gilt sowohl für kommerzielle Unternehmenssoftware als auch für nahezu alle anderen Bereiche des beruflichen, öffentlichen und privaten Alltags: Fliegen, Telefonieren, Überweisen, Autofahren - all das wäre ohne Software kaum noch möglich. In jedem Haushalt und in vielen Alltagsgegenständen, von der Waschmaschine bis zum Auto, werden softwaregesteuerte Bestandteile verwendet [BJ+06]. Software steht in der Regel nicht autark für sich, sondern ist in Geräte mit Hardware und Elektronik oder in Geschäftsprozesse, mit denen Unternehmen ihre Wertschöpfung erzielen, eingebettet [TTL00].

Der Nutzen und wirtschaftliche Erfolg von Unternehmen und Produkten wird zunehmend von Software und deren Qualität bestimmt (siehe [BM++96], [SV99], [TTL00]). Als Folge stehen Softwareingenieure und damit die Disziplin Software Engineering vor der Herausforderung, immer komplexere Anforderungen immer schneller und kostengünstiger bei gleichzeitig hoher Softwarequalität umzusetzen.

Die kontinuierliche Steigerung der Größe und Komplexität von softwareintensiven Systemen hat inzwischen dazu geführt, dass sie zu den komplexesten von Menschen geschaffenen künstlichen Systemen überhaupt zählen. Bestes Beispiel ist das Internet: ein auf Software basierendes weltumspannendes System. Inzwischen ist das

Internet sogar auf der internationalen Raumstation ISS verfügbar und hat damit die Grenzen der Erde überschritten.

Nur ein strukturiertes und systematisches Herangehen kann dabei gesichert zum Erfolg führen. Trotz Anwendung etablierter Softwareentwicklungsmethoden bleibt die Anzahl der fehlgeschlagenen Softwareprojekte seit Jahren erschreckend hoch. Um dem entgegenzuwirken, versucht man in den frühen Phasen des Software Engineering bereits möglichst viele Fehler zu vermeiden bzw. dort zu identifizieren und auszumerzen. Zu diesen Phasen zählen insbesondere das Requirements Engineering sowie die Softwarearchitektur. Getreu den Worten von Ernst Denert, einem der Väter der methodischen Softwareentwicklung, wollen wir uns hier mit Softwarearchitektur beschäftigen, der »Königsdisciplin des Software Engineering« (zitiert aus dem Geleitwort von Ernst Denert in [\[Sie04\]](#)).

1.1 Softwarearchitektur als Disziplin im Software Engineering

Bereits in den 60er-Jahren wurden die Probleme mit Softwareprojekten unter dem Stichwort Softwarekrise bekannt. Vom 7. bis 11. Oktober 1968 fand im oberbayerischen Garmisch eine kleine Konferenz statt: Das Wissenschaftskomitee der NATO hatte 62 hochrangige Forscher und Praktiker von internationalem Ruf eingeladen, um unter dem Titel »Software Engineering« über die Zukunft der Softwareentwicklung nachzudenken. Heute gilt diese Konferenz als Geburtsstunde des Software Engineering [\[Dij72\]](#).

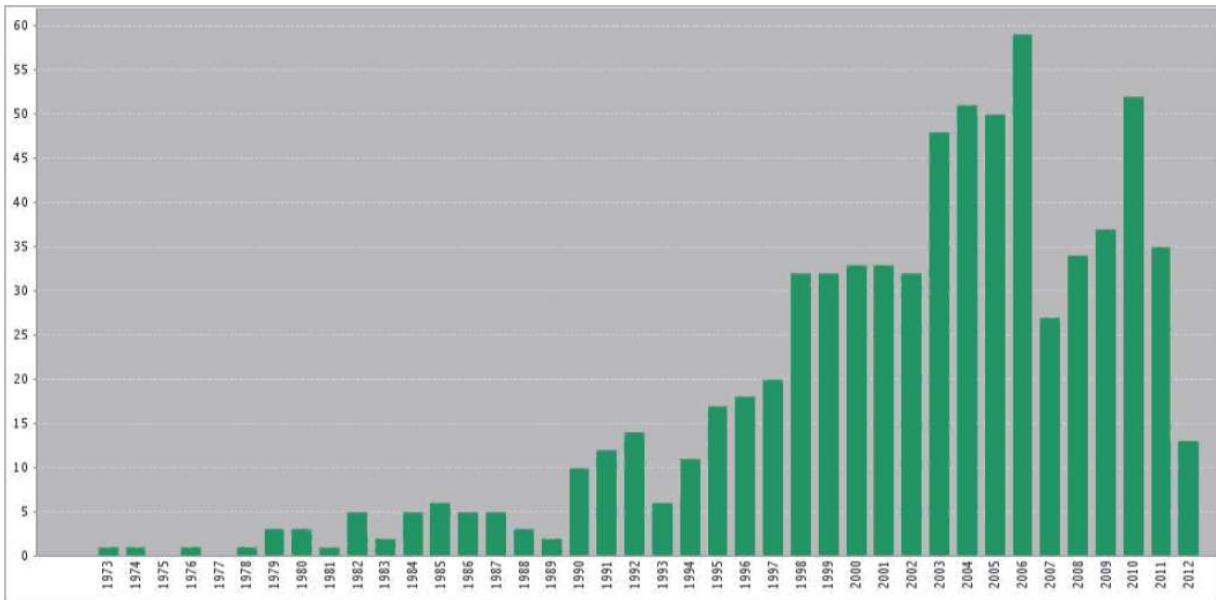


Abb. 1-1 Veröffentlichungen zu Softwarearchitektur seit 1973 [Reu12]

Im Vergleich zu traditionellen Ingenieurdisziplinen wie beispielsweise dem Bauwesen, das auf mehrere Tausend Jahre Erfahrung zurückblicken kann, ist Software Engineering mit dem Geburtsjahr 1968 noch sehr jung. So erscheint es auch nicht verwunderlich, dass dessen Teildisziplin Softwarearchitektur noch deutlich jünger ist. [Abbildung 1-1](#) demonstriert dies deutlich: Das Web of Knowledge, eine der großen und renommierten Publikationsdatenbanken, verzeichnet erst ab den 90er-Jahren eine wachsende Anzahl von Publikationen zum Thema Softwarearchitektur [Reu12].

Betrachten wir hingegen die klassische Architektur im Bauwesen, so können wir auf eine bereits Jahrtausende währende Tradition zurückblicken. Ein wichtiger Vordenker war hier Marcus Vitruvius Pollio, ein römischer Architekt aus dem ersten Jahrhundert vor Christus. Er ist Autor des Werkes »De architectura«, das heute unter dem Titel »Ten Books on Architecture« bekannt ist [Vit60]. Vitruvius vertrat die These, dass gute Architektur durch eine

kunstvolle Kombination der folgenden Elemente zu erreichen sei:

- **utilitas (Nützlichkeit):**
Das Gebäude erfüllt seine Funktion.
- **firmitas (Festigkeit):**
Das Gebäude ist stabil und langlebig.
- **venustas (Schönheit):**
Das Gebäude ist ästhetisch gestaltet.

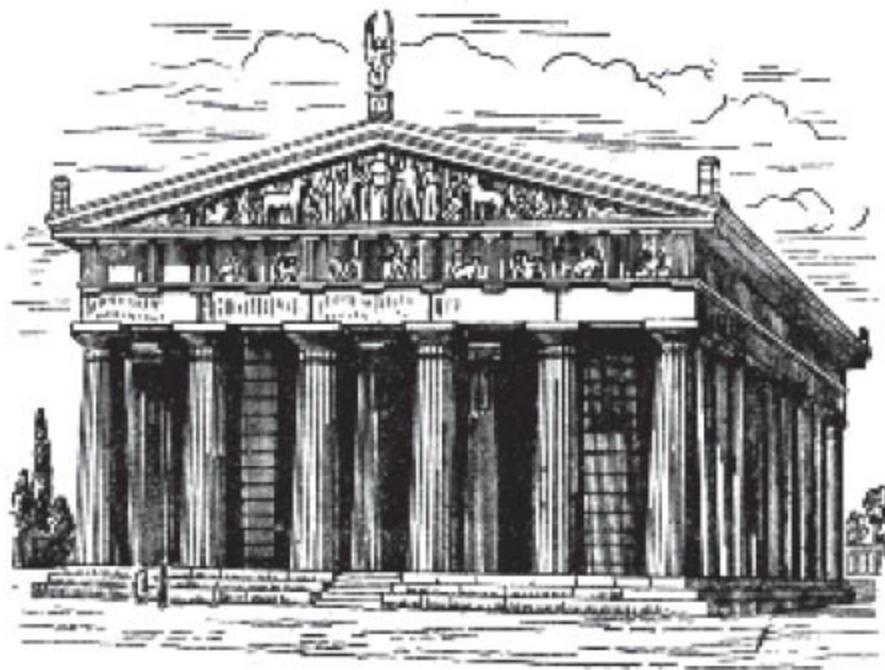


Abb. 1-2 Architektur im alten Rom

Diese These lässt sich direkt auf die Disziplin Softwarearchitektur übertragen. Ziel der Softwarearchitektur und damit Aufgabe eines Softwarearchitekten ist es, ein System zu konstruieren, das in einem kunstvoll ausgewogenen Dreiklang die drei folgenden Eigenschaften vereint:

- **utilitas (Nützlichkeit):**

Die Software erfüllt die funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen der Nutzer und Kunden.

- **firmitas (Festigkeit):**

Die Software ist stabil im Hinblick auf die geforderten Qualitätseigenschaften, z.B. die Anzahl der gleichzeitig zu bedienenden Nutzer, und langlebig, da zukünftige Weiterentwicklungen möglich sind, ohne das System komplett neu bauen zu müssen.

- **venustas (Schönheit):**

Die Software ist sowohl außen (gegenüber dem Nutzer) wohlstrukturiert, sodass sie intuitiv nutzbar ist, als auch innen (gegenüber demjenigen, der die Software pflegen und weiterentwickeln soll) wohlstrukturiert, sodass dieser die internen Strukturen der Software leicht verstehen und damit gut seinen Aufgaben nachkommen kann.

1.2 iSAQB - International Software Architecture Qualification Board

Softwarearchitektur ist eine sehr junge Disziplin, über deren genauen Umfang und ihre Ausgestaltung in der Informatik trotz vieler Publikationen immer noch viele unterschiedliche Meinungen kursieren. Aufgaben und Verantwortungsbereiche von Softwarearchitekten werden sehr unterschiedlich definiert und in vielen Softwareprojekten ständig neu verhandelt.

Für andere Disziplinen im Software Engineering hingegen, wie z.B. beim Projektmanagement, Requirements Engineering oder Testen, gibt es inzwischen einen deutlich

ausgereifteren Wissenskanon. Dafür bieten unabhängige Organisationen Lehrpläne an, die klar beschreiben, welche Kenntnisse und Fähigkeiten eine entsprechende Ausbildung vermitteln soll (Testen: www.istqb.org, Requirements Engineering: www.ireb.de, Projektmanagement: www.pmi.org).

Vor diesem Hintergrund haben Anfang 2008 verschiedene Softwarearchitekturexperten aus Wirtschaft und Wissenschaft das »International Software Architecture Qualification Board« als eingetragenen Verein (iSAQB e.V., www.isaqb.org) gegründet. Dessen Ziel ist es, Standards für die Ausbildung und Zertifizierung von Softwarearchitekten zu definieren. Bewusst wird im iSAQB jegliche Hersteller- oder Produktorientierung vermieden. Zertifizierungen auf den unterschiedlichen Stufen Foundation Level, Advanced Level und Expert Level ermöglichen es Softwarearchitekten, sich den Stand ihrer Kenntnisse und Fähigkeiten durch ein anerkanntes Verfahren bescheinigen zu lassen (siehe Abb. 1-3).

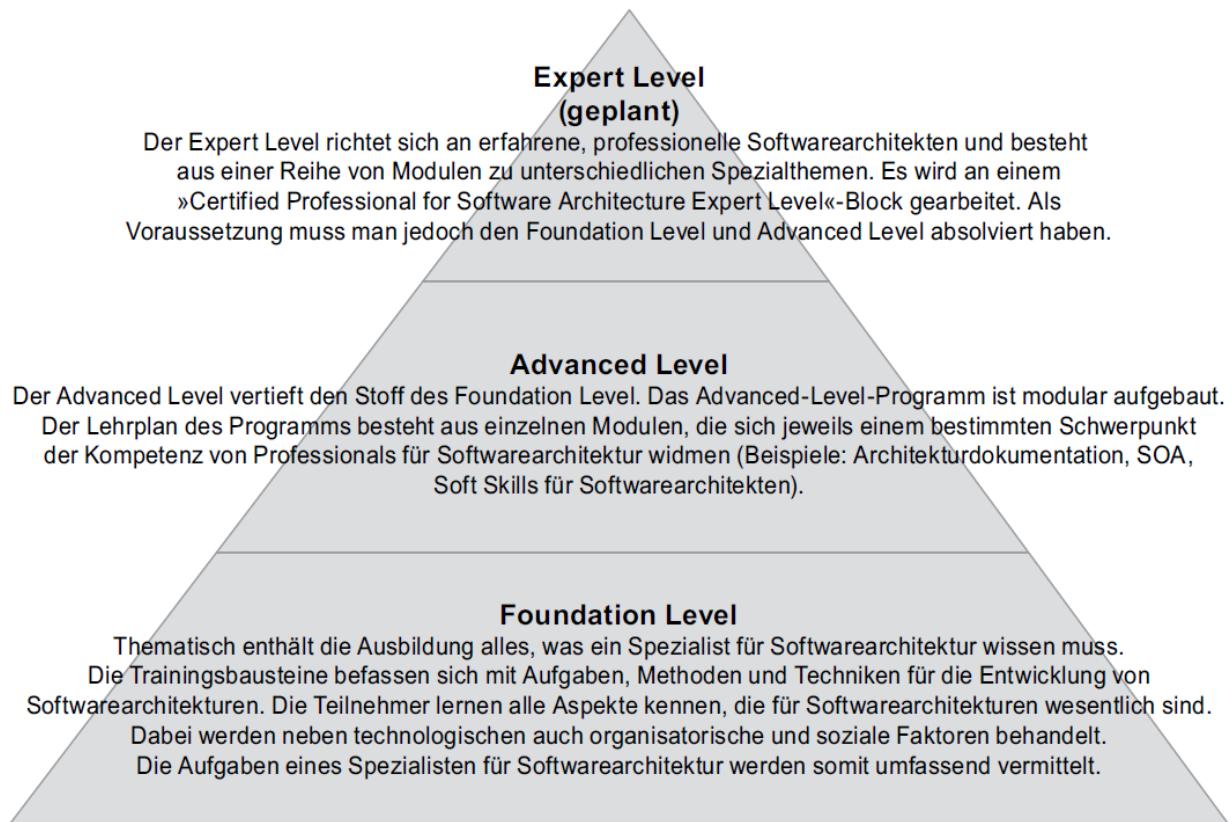


Abb. 1-3 iSAQB-Zertifizierungsstufen (www.isaqb.org)

Von diesem standardisierten Lehr- und Ausbildungsplan profitieren sowohl etablierte als auch angehende Softwarearchitekten und ebenso Unternehmen oder auch entsprechende Aus- und Weiterbildungseinrichtungen, da er die eingangs geschilderte begriffliche Unsicherheit beseitigt. Nur auf Basis von präzisen Lehr- und Ausbildungsplänen kann eine Prüfung und Zertifizierung angehender Softwarearchitekten stattfinden und so letztlich ein qualitätsgesicherter Ausbildungsstand von Softwarearchitekten mit einem entsprechend akzeptierten Wissenskanon etabliert werden.

Die Zertifizierung zum **Certified Professional for Software Architecture** (CPSA) wird von unabhängigen Zertifizierungsstellen durchgeführt. Basis für die Zertifizierung zum CPSA (Foundation Level) ist ein anspruchsvoller, vom iSAQB in Einklang mit dem Lehrplan