

Teil II  
**Erstellung der  
Softwarearchitektur**



### 3 Vorgehen

*Der künstlerische Arbeitsprozess kommt mir vor wie eine Transsubstantiation, wie eine Verwandlung, wobei das Ich sich wie ein Beobachter fühlt und das Werk ihr Zeuge zu sein scheint.*

Sofia Kouldakidou, Herdecke/Ruhr

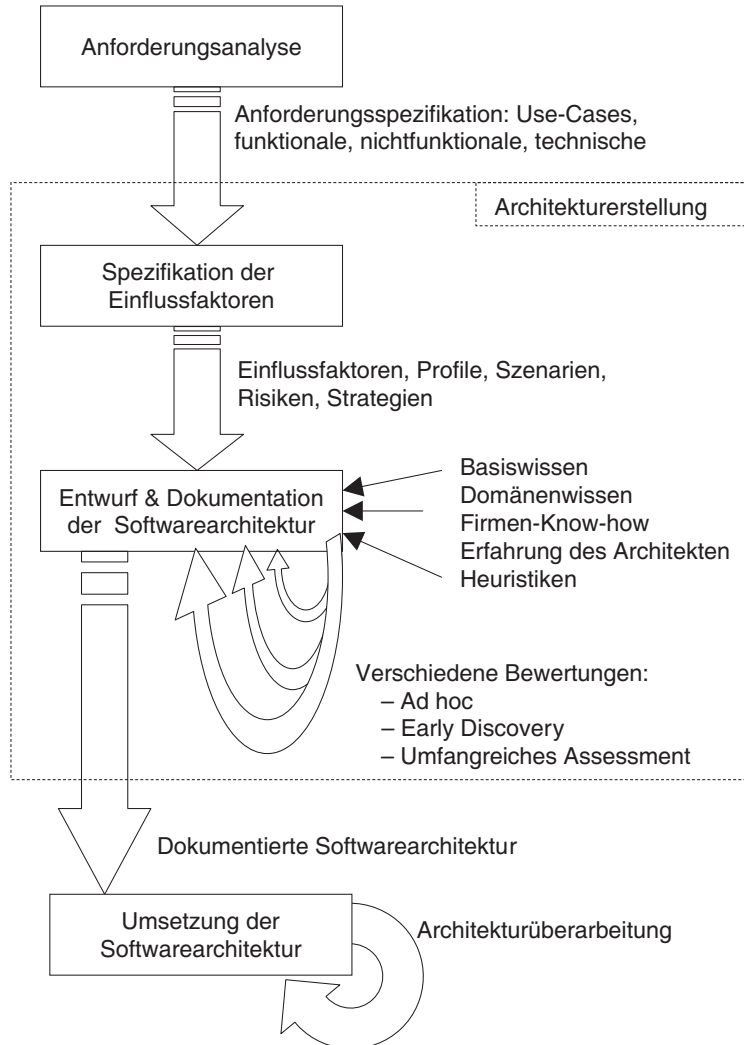
Können Sie sich vorstellen, dass der Potsdamer Platz in Berlin entstanden ist, indem sich alle Handwerker und Bauarbeiter am Tag des Projektbeginns treffen, ein paar grobe Absprachen treffen, wie z. B. wir wollen eine herausragende Architektur, Platz für 1000 Büros, drei Kinos, fünf Hotels und ein Theater. Zudem müssen wir in einem Jahr fertig sein, und es darf nicht mehr als 30 Millionen Euro kosten. Darauf beginnt jeder mit seinen Arbeiten. Während die Gebäude errichtet werden, sprechen sich die Beteiligten immer wieder ab, sobald irgendwelche Fragen aufkommen. Malen Sie sich aus, wie und ob überhaupt das Bauvorhaben in diesem Fall abgeschlossen worden wäre!

Die letzten beiden Kapitel haben besprochen, was Softwarearchitektur ist, welche Aufgaben sie hat und wie sie im organisatorischen Umfeld eingebunden ist. Im zweiten Teil dieses Buches wollen wir Ihnen aufzeigen, wie Softwarearchitektur erstellt wird. Der eigentliche Entwurf der Architektur ist dabei nur ein Schritt. Wichtig ist es auch, die Architektur auf den richtigen Annahmen aufzubauen und sie angemessen zu dokumentieren. Ebenso müssen Sie bewerten können, ob Sie auf die richtige Architektur setzen, bevor in die Implementierung übergegangen wird.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über das gesamte Vorgehen der Architekturerstellung. Die einzelnen Schritte und Bausteine werden in den anschließenden Kapiteln dann noch ausführlicher behandelt.

### 3.1 Überblick

Das Erstellen einer Softwarearchitektur ist mehr als der alleinige Entwurf eines Architekten im stillen Kämmerlein. Gerade ein solches Vorgehen ist bei komplexeren Projekten zum Scheitern verurteilt. Kommunikation zwischen allen Beteiligten ist ein wesentliches Element, das ein *Vorgehen* berücksichtigen muss. Abb. 3-1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Schritte während der Erstellung einer Architektur.



**Abb. 3-1** Überblick des Vorgehens zur Erstellung einer Softwarearchitektur

Das Vorgehen kann aus der Sicht des eigentlichen Architekturentwurfs in drei Bereiche eingeteilt werden:

- Vorbereitungen für den Entwurf
- Entwurf, Dokumentation und Bewertung
- Umsetzung der Architektur

Jeder der drei Bereiche wird im Folgenden kurz angerissen. Im weiteren Verlauf des Kapitels werden wir dann auf jeden Bereich aus der Perspektive des Vorgehens noch genauer eingehen. Darauf aufbauend werden einzelne Aspekte wie Entwurf, Dokumentation und Bewertung in späteren Kapiteln detaillierter ausgeführt.

Bevor mit der Erstellung der Architektur begonnen wird, findet die *Anforderungsanalyse* statt. Diese liefert wichtige Eingangsinformationen für die Architektur. Insbesondere ist dies die Anforderungsspezifikation, bestehend aus funktionalen Anforderungen mit Use Cases, nichtfunktionalen Anforderungen sowie technischen Anforderungen und ein zu den Anforderungen passendes fachliches Modell. Der Anforderungsanalyse schließt sich die Spezifikation der Einflussfaktoren als weiterer Vorbereitungsschritt an. Die wichtigsten Ergebnisse dieses Schrittes sind die Einflussfaktoren spezifiziert über Profile und Szenarien sowie Risiken und dazu passende Strategien. Nun sind die wichtigsten Vorbereitungen für den Entwurf der Architektur getroffen.

*Vorbereitungen für den Entwurf*

Der nächste Schritt ist der eigentliche Entwurf der Architektur durch den Architekten oder das Architekturteam. Gleichzeitig mit dem Entwurf wird die Softwarearchitektur angemessen dokumentiert. Einfluss auf den Entwurf nehmen, neben den Ergebnissen aus der Vorbereitung, verschiedene Formen des Wissens. Dazu zählen ein gewisses Basiswissen, Domänenwissen, Firmen-Know-how, die Erfahrung des Architekten sowie Heuristiken für den Entwurf. Die entworfene Architektur wird immer wieder bewertet. Hierfür kommen verschiedene Bewertungsmethoden, wie z. B. die Ad-hoc-Bewertung, das Early Discovery Review oder ein umfangreiches Assessment zum Einsatz. Auf Basis des Ergebnisses einer jeden Bewertung wird iterativ mit dem Entwurf der Architektur fortgefahren.

*Entwurf, Dokumentation und Bewertung*

Wir haben nun eine dokumentierte und bewertete Softwarearchitektur. Auf Basis dieser kann mit der Umsetzung begonnen werden. Das bedeutet, die Software wird auf Grundlage der Architektur implementiert. Im Rahmen der Umsetzung ist die Architektur jedoch nicht eingefroren, sondern wird weiter reifen und muss gepflegt werden. Eine ständige Überarbeitung der Architektur ist somit notwendig.

*Umsetzung der Architektur*

Es gibt keinen *Prozess*, der für jede Art von Projekt passend ist. Deshalb müssen Prozesse den gegebenen Umständen angepasst wer-

*Tailoring, Agilität, iterativ und inkrementell*

den. Man spricht dann von *Prozesstailoring*. Jedoch gibt es grundlegende Konzepte bei der Erstellung einer Softwarearchitektur, die, wenn einmal verstanden, die Basis für einen solchen Prozess legen können. Das im Folgenden noch genauer vorgestellte Vorgehen soll deshalb als Sammlung solcher grundlegenden Konzepte verstanden werden. Sie sind in einer logischen, aufeinander aufbauenden Reihenfolge beschrieben. Anfangs hilft Ihnen das, die Konzepte im Zusammenhang zu verstehen. Haben Sie deren Bedeutung erst einmal verinnerlicht, können Sie daraus jeweils Ihren angepassten und der Situation angemessenen Prozess im Sinne eines *agilen Vorgehens* gestalten. Sehen Sie den Ablauf der einzelnen Schritte auch nicht zu streng. Die Erstellung einer Softwarearchitektur ist ein *inkrementeller und iterativer Prozess*. Sie werden deshalb viele kleine Schleifen innerhalb des Vorgehens drehen, um die Architektur Stück für Stück wachsen und reifen zu lassen.

Projektarten und  
Fallstudie

Die vorgestellten Konzepte eignen sich nicht nur für die Entwicklung komplett neuer Systeme. Die meisten der heutigen Entwicklungsprojekte zielen darauf ab, bestehende Produkte zu erweitern. Auch werden zum großen Teil fertige Komponenten, wie Betriebssysteme oder Datenbanken, hinzugekauft. Am Ende des zweiten Teils dieses Buches finden Sie zudem eine Fallstudie. Diese stellt sozusagen eine Instanz des Vorgehensmodells dar und veranschaulicht die wichtigsten Schritte und Aspekte nochmals an einem konkreten Beispiel.

### 3.2 Vorbereitungen für den Entwurf

Vorbereitend für den Entwurf finden die Anforderungsanalyse sowie die Spezifikation der Einflussfaktoren statt. Die Anforderungsanalyse ist ein sehr umfassendes Gebiet für sich und als solches nicht Bestandteil dieses Buches. Hier soll nur kurz ein Abriss des Themas gegeben werden, um ein grundlegendes Verständnis als Basis für das Architekturdesign zu schaffen. Bei unseren Ausführungen rund um die Anforderungsanalyse beziehen wir uns weitestgehend auf die Arbeiten von Suzanne und James Robertson [Robertson99], die den *Volere-Anforderungsprozess* und die zugehörige Dokumentvorlage für die *Volere-Anforderungsspezifikation* vorstellen. Neben dem Buch von Robertson zum Volere-Ansatz gibt es noch zahlreiche weitere Literatur zum Thema Anforderungsmanagement. Sehr umfassend wird das Gebiet auch in dem deutschsprachigen Buch von Bruno Schienmann [Schienmann02] behandelt.

Die Spezifikation der Einflussfaktoren wird hier aus Prozesssicht im Überblick dargestellt. Ein eigenständiges Kapitel beschäftigt sich anschließend noch ausführlich mit diesem Thema.

### 3.2.1 Anforderungsanalyse

Der Volere-Prozess ist ein Leitfaden, der ausführt, wie Anforderungen ausfindig gemacht und derart beschrieben werden, so dass sie in der fertigen Software auch getestet werden können. Volere ist ein sehr ausführliches Modell. Wir werden hier nur ganz kurz auf die wesentlichen Aspekte eingehen. Eine ausführliche und qualitativ hochwertige Anforderungsanalyse bildet die perfekte Basis für den Entwurf einer guten Softwarearchitektur. Je mehr Arbeit bereits im Rahmen der Anforderungsanalyse erledigt wurde, desto leichter fallen dem Architekten notwendige vorbereitende Maßnahmen für die Softwarearchitektur.

Die wesentlichen Schritte des Volere-Prozesses sind:

- Ausfindigmachen der Anforderungen
- Niederschreiben der Anforderungen
- Qualitätskontrolle

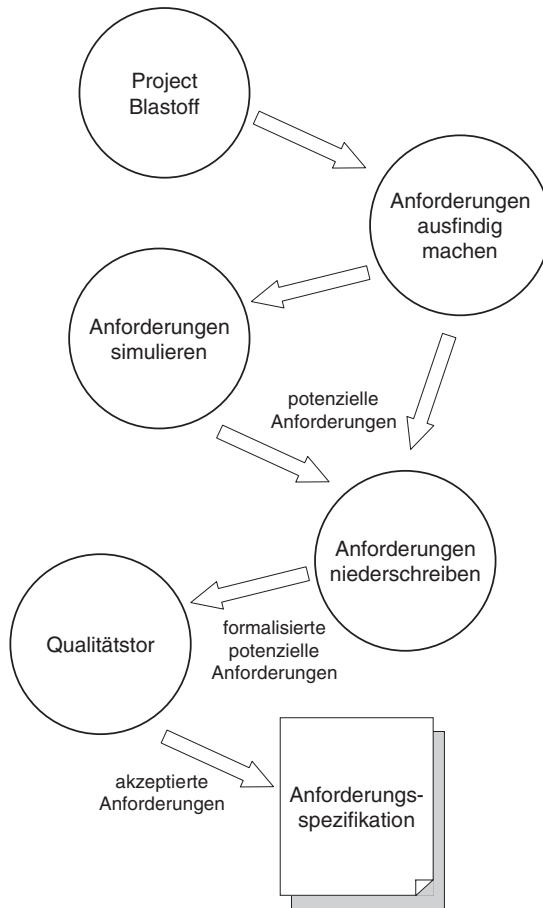
Bevor ein Team von Anforderungsanalysten ans Werk geht, findet ein Treffen für den Projektstart statt. Robertson nennt dies *Blastoff*. Daran nehmen die wichtigsten Stakeholder teil. Ziel des Treffens ist es, das Projekt vorzubereiten und die Machbarkeit sicherzustellen, noch bevor das Projekt startet. Es müssen genügend Fakten zusammengetragen werden, um deutlich zu machen, dass das Projekt lohnende Ziele hat, dass es möglich ist, diese zu erreichen, und dass genügend Rückhalt der Stakeholder vorhanden ist. Es wird ein grobes Kontextmodell entworfen und eine klare Aussage darüber formuliert, was das Produkt leisten soll. Zudem erfolgen eine erste Kostenabschätzung sowie eine erste Bewertung von Risiken. Letzten Endes ist es Ziel des Treffens, eine *Go/no go-Entscheidung* formulieren zu können.

*Projekt-Blastoff*

Wurde das Projekt gestartet, kann sich ein Team von Anforderungsanalysten ans Werk begeben, die Anforderungen ausfindig zu machen. Dazu müssen sie zunächst genau verstehen, was das Produkt exakt leisten soll. Soll das Produkt z. B. einen bestimmten Geschäftsprozess unterstützen, muss dieser von den Analysten im Detail verstanden sein. Die Analysten arbeiten hierfür sehr eng mit den Stakeholdern, insbesondere den zukünftigen Anwendern zusammen. Eingesetzt werden z. B. Fragetechniken, Interviews oder Use-Case-Workshops. Hängt die Anforderungsanalyse fest oder müssen Anforderungen konkreter gemacht werden, können Prototypen oder Szenarien zum Einsatz kommen, um den Anwendern eine Simulation der Anforderungen vorzulegen. Wichtig ist, dass nicht nur nach funktionalen Anforderungen gesucht wird. Auch die nichtfunktionalen Anforderungen, wie z. B. Antwortzeiten oder Benutzeroberfläche, sind von großer Bedeu-

*Ausfindigmachen der Anforderungen*

tung. Eine dritte Kategorie umfasst die technischen Anforderungen. Dabei handelt es sich meist um Vorgaben, welche die Freiheiten des Architekten später einschränken. Müssen Sie z. B. ein Steuergerät wie das für den Auslösemechanismus des Airbags in einem modernen Automobil entwerfen, so wird Ihnen das in der Automobilindustrie standardisierte Echtzeitbetriebssystem OSEK sehr wahrscheinlich vorgeschrieben. Diese technische Anforderung beeinflusst den Entwurf Ihrer Architektur.



**Abb. 3-2** Auszug aus dem Ablauf des Prozesses für die Volere-Anforderungsspezifikation; Quelle [Robertson99]

*Niederschreiben der Anforderungen*

Die gefundenen Anforderungen müssen in einer standardisierten Form niedergeschrieben werden. Verwendung findet dabei die Sprache des Anwendungsbereiches, so dass die Anforderungen von den Anwendern verstanden werden. Um sicherzustellen, dass die Implementie-

nung der fertigen Software auch die Anforderungen erfüllt, müssen die Anforderungen *messbar* sein. Jede Anforderung wird deshalb mit *Abnahmekriterien* versehen, dessen Aufgabe es ist, die Anforderung zu quantifizieren, so dass Tester exakt feststellen können, ob die Implementierung die Anforderung erfüllt oder nicht. Ist eine Anforderung beispielsweise, dass das System leicht portierbar sein soll, so wird ein Abnahmekriterium einen konkreten Fall aufzeigen, der in Form eines Tests durchgeführt und mit erfolgreich oder nicht erfolgreich bewertet werden kann. Im Falle unseres Steuergerätes unter OSEK könnte das Abnahmekriterium z. B. heißen, dass es möglich sein muss, das System mit einem Aufwand von maximal fünf Personentagen auf das Echtzeitbetriebssystem VxWorks zu portieren. Die Anforderungen werden in der Anforderungsspezifikation erfasst. Grundlage hierfür ist eine standardisierte Dokumentvorlage wie die Volere-Spezifikation aus [Robertson99]. Für jede einzelne Anforderung gibt es innerhalb der Spezifikation wieder eine Vorlage, die das Layout zur Erfassung der Anforderung vorgibt. Eine solche Vorlage wird als *Requirements Shell* bezeichnet.

Für die Qualitätskontrolle von Anforderungen beschreibt [Robertson99] das *Qualitätstor*. Jede Anforderung muss dieses virtuelle Tor passieren, um Teil der endgültigen Spezifikation zu werden. Solange eine Anforderung dieses Tor nicht passiert hat, handelt es sich nur um eine potenzielle Anforderung. Aufgabe des Qualitätstors ist es, jede einzelne Anforderung auf Eigenschaften wie Vollständigkeit, Relevanz, Zusammenhalt und Verfolgbarkeit zu überprüfen. Die vollständige Spezifikation wird dann nochmals einer umfassenden Inventur unterzogen, die feststellt, ob Anforderungen fehlen, alle Anforderungen konsistent sind und keine ungelösten Konflikte mehr existieren.

Qualitätskontrolle

Ab dem Zeitpunkt, da die gefundenen Anforderungen eine ausreichende Stabilität aufweisen, wird ein *fachliches Modell* der funktionalen Anforderungen erstellt. Typischerweise handelt es sich dabei um ein *objektorientiertes Analysemodell*, bestehend aus UML-Paket- und Klassendiagrammen für die statischen Zusammenhänge und UML-Interaktionsdiagrammen für die dynamischen Aspekte. Das Modell muss in dem Sinne vollständig sein, dass alle vom System geforderten Anwendungsfälle durch Interaktionen im Klassenmodell realisiert werden können. Die gesamte *Fachlichkeit* wird somit in einem Modell erfasst. In einem Banksystem würden als fachliche Klassen z. B. der Kunde oder die Überweisung existieren. Ein fachlicher Ablauf, der durch ein Interaktionsdiagramm dargestellt ist, wäre das Aufgeben einer Überweisung durch den Kunden. Das fachliche Modell ist frei von jeglicher technischer Lösung. Diese wird erst im Rahmen des

Fachliches Modell

Architekturentwurfs erstellt. Das fachliche Modell dient somit als erste Ausgangsbasis für die Softwarearchitektur. Teilweise wird das fachliche Modell in der Literatur auch als fachliche Architektur bezeichnet. Demgegenüber steht dann die technische Architektur. Letztere bezeichnen wir in diesem Buch als die Softwarearchitektur.

Anforderungs-  
management

Der Prozess der Anforderungsanalyse ist mit dem Übergang zum Architekturdesign nicht abgeschlossen. Ganz im Gegenteil. Anforderungen unterliegen einer permanenten Änderung und bedürfen deshalb stetiger Anpassung. Anforderungsmanagement ist somit eine der wichtigsten Aufgaben, die sich über das gesamte Projekt hinwegziehen.

### 3.2.2 Einflussfaktoren

Haben Sie die initiale Anforderungsanalyse abgeschlossen, können Sie mit der Erstellung der Architektur beginnen. Dabei stolpern Sie aber nicht direkt in den Entwurf der Architektur, sondern bestimmen zunächst die Faktoren, welche die Architektur beeinflussen, so dass Sie beim Entwurf zielgerichtet vorgehen und sicherstellen, dass die fertige Architektur die Anforderungen des Systems erfüllen kann. Das heißt, Sie legen fest, woran Sie sich beim Entwurf orientieren. Dies ist insbesondere wichtig, da ein Architekt immer wieder Abwägungen zwischen konkurrierenden Aspekten treffen muss und dafür eine solide Entscheidungsgrundlage benötigt.

Unterschieden wird zwischen drei Arten von Faktoren, die den Entwurf beeinflussen: organisatorische, technische und Produktfaktoren. Im Rahmen der Spezifikation der Einflussfaktoren werden diese genauer analysiert. Ziel der Spezifikation ist es, die wichtigsten Einflussfaktoren zu finden, deren Veränderlichkeit und Einfluss zu bestimmen sowie Risiken aufzudecken und Strategien zur Risikominimierung zu entwickeln. Bei der Spezifikation wird in drei wesentlichen Schritten vorgegangen:

- *Identifizieren und Präzisieren der Faktoren* – Im ersten Schritt finden Sie die kritischen Einflussfaktoren aus den drei Bereichen. Da die Faktoren meist keine absoluten Größen sind und Gegenstand von Interpretation, müssen diese im Rahmen eines Kontexts noch präzisiert werden. Hierfür erhält jeder Faktor ein Profil bestehend aus mehreren Szenarien. Die Szenarien werden in zwei Schritten definiert. Zunächst wird das Profil in Kategorien unterteilt und danach eine Menge repräsentativer Szenarien für jede Kategorie ermittelt.