

ARCHITEKTUR- BEWERTUNG MIT METHODE: DIE „ARCHITECTURE TRADEOFF ANALYSIS METHOD“ (ATAM) IM ÜBERBLICK



Peter Maier

(E-Mail: peter.maier@pmot.de)ist freier Softwarearchitekt in München und
zertifizierter ATAMSM Evaluator.

Eine Gute Architektur ist die Voraussetzung für ein nachhaltig erfolgreiches Softwareprojekt. Da Architekturentscheidungen nach ihrer Umsetzung nur schwierig zu korrigieren sind, trifft man sie am besten gleich richtig. Dieser Artikel stellt die „Architecture Tradeoff Analysis Method“ (ATAM) vor. Diese Methode bietet einen methodischen Rahmen zur frühzeitigen Überprüfung von Architekturentscheidungen.

Im letzten Jahrzehnt hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass der Architektur eines Systems eine ganz besondere Bedeutung zukommt. Eine gute Architektur führt zu hoher Zufriedenheit bei den Stakeholdern, denn sie schafft die Voraussetzungen für die Erreichung der Qualitätsanforderungen, also denjenigen Anforderungen, nach denen die Stakeholder die Qualität eines Systems bewerten.¹⁾, also diejenigen Anforderungen, nach denen die Stakeholder die Qualität eines Systems bewerten. Da Architekturentscheidungen die grundlegenden Strukturen eines Systems formen, sind sie im späteren Projektverlauf besonders schwierig zu korrigieren. In manchen modernen Entwicklungsprozessen (z. B. im „Rational Unified Process, vgl. [Shu07]) nimmt die Architektur deshalb auch eine zentrale Rolle ein.

Um den wichtigen und schwierigen Architekturentwurf zu meistern, machen wir uns verschiedene Verfahren und Methoden zu Nutze. Eine dieser Methoden ist die *Architecture Tradeoff Analysis Method (ATAM)*. Bei ATAM handelt es sich um ein szenariobasiertes Verfahren zur Bewertung von Softwarearchitekturen. Mit dem Verfahren kann man getroffene Architekturentscheidungen frühzeitig analysieren und gegen die Anforderungen der Stakeholder prüfen. Dazu muss die Architektur eines Systems allerdings explizit formuliert worden sein. Konsequenterweise fühlt sich ATAM besonders in denjenigen Prozessen wohl, die vorab mindestens die

essenziellen Anforderungen eruieren und einen initialen Architekturentwurf vorsehen. Im Folgenden gehe ich von einem entsprechenden Prozess aus.

Verfahren zur Architekturbewertung

Neben ATAM existiert noch eine Menge anderer Bewertungsverfahren für Architekturen und Architekturentscheidungen. Auf oberster Ebene lassen sich diese in quantitative und fragebasierte Verfahren unterteilen.

Die *quantitativen Verfahren* versuchen Entwicklungsartefakte (z. B. Modelle, Quellcode und ausführbare Programme) auf Zahlenwerte abzubilden. Diese Zahlen lassen sich dann als Maß für die Erreichung einer Qualitätsanforderung interpretieren. Die mit Abstand am weitesten verbreiteten quantitativen Verfahren sind Metriken. Daneben existieren unter anderem noch Nachweisverfahren, wie etwa Simulationen, Experimente und Prototypen.

Bei den *fragebasierten Verfahren* erfolgt die Analyse in Form von Frage- und Antwort-Spielen. Sie lassen sich weiter unterteilen in:

- Fragebogenbasierte Verfahren
- Checklistenbasierte Verfahren
- Szenariobasierte Verfahren

Fragebogen- und checklistenbasierten Verfahren ist gemeinsam, dass sie sich eines standardisierten Katalogs von Fragen bedienen. Dieser Katalog umfasst Fragen, die schon in der Vergangenheit immer wieder geholfen haben, Problemzonen aufzudecken. Bei den fragebogenbasierten Verfahren findet man eher grundsätzliche Fragestellungen, während Checklisten

mehr auf die Details einzelner Qualitätsanforderungen eingehen. In einem Fragebogen tauchen also Fragen auf wie zum Beispiel: „Gibt es eine Person, die für die Architektur verantwortlich ist?“ In einer Checkliste zur Benutzbarkeit von Web-Anwendung findet man beispielsweise Fragen zu Schriftgröße, Blocksatz und Zeilenabstand.

Obwohl Fragebögen und Checklisten hilfreich in der Vermeidung typischer Probleme sind, vernachlässigen sie aufgrund ihrer vorgefertigten Natur die spezifischen Anforderungen an das betrachtete System. Hier setzen die szenariobasierten Verfahren an.

Bei den szenariobasierten Verfahren werden intellektuelle Simulationen durchgeführt. Hierbei stellen Szenarien das Drehbuch für den Ablauf der Simulation dar. Das Bewertungsteam geht jedes Szenario Schritt für Schritt durch und untersucht, wie sich dabei das auf dieser Architektur basierende System verhalten würde. Obwohl es sich primär um eine intellektuelle Aktivität handelt, werden dabei unterstützend informelle Skizzen, Berechnungen usw. angefertigt.

Was sind Szenarien?

Szenarien kann man als Ablaufbeschreibung für die Reaktion eines Systems auf das Eintreten eines oder mehrerer Ereignisse betrachten. Im Kontext funktionaler Anforderungen beschreiben Szenarien typischerweise, wie das System auf Benutzerinteraktionen reagiert. Anwendungsfall-Szenarien, die einen konkreten Ausführungspfad durch einen Anwendungsfall (*Use-Case*) beschreiben, eignen sich ideal als Szenarien zur Architekturanalyse.

¹⁾ Qualitätsanforderungen, die in Kategorien wie Performance, Verfügbarkeit, Modifizierbarkeit, Sicherheit, usw. einteilbar sind, werden im Deutschen auch gerne als nichtfunktionale Anforderungen bezeichnet (vgl. [Tot10]).

Bestandteil	Kurzbeschreibung	Beispiele
Quelle	Objekt, das ein Ereignis auslöst	Personen oder andere Systeme
Ereignis	Muss vom System in geeigneter Weise berücksichtigt werden	Benutzerinteraktion oder eine eintreffende Nachricht
Ausgangssituation	Ausgangssituation, in dem sich das System befindet, wenn das Ereignis eintritt	Normalbetrieb oder eingeschränkter Modus
Artefakt	Betroffenes System-Artefakt, kann das ganze System oder nur ein Teil davon sein	Benutzeroberfläche oder Datenbank
Reaktion	Was soll passieren wenn das Ereignis eintritt?	Aktion wird ausgeführt oder Nachricht wird verarbeitet
Maß für die Reaktion	Damit wird die Reaktion objektiv testbar	Mit einer durchschnittlichen Latenzzeit von 1 Sekunde, aber niemals mehr als 2 Sekunden

Tabelle 1: Aufbau eines „Quality Attribute Scenario“.

Da sich Anwendungsfälle und User-Stories zur Beschreibung funktionaler Anforderungen durchgesetzt haben, fällt es erfahrungsgemäß leicht, geeignete Szenarien für die Architekturbewertung zu finden. Qualitätsanforderungen werden in der Praxis aber noch häufig sehr schwammig formuliert: „Das System soll hoch performant und leicht modifizierbar sein“, ist eine typische Aussage. Eine solche Formulierung ist aber weder für den Architektorentwurf, noch für deren Bewertung sonderlich hilfreich. Hier bieten sich *Quality Attribute Scenarios*, also Qualitätsmerkmal-Szenarien, als pragmatischer Ansatz zur Formulierung von Qualitätsanforderungen an. Da sie auch noch direkt zur Validierung der Architektur in szenariobasierten Verfahren verwendet werden können, schlägt man damit gleich zwei Fliegen mit einer Klappe. *Quality Attribute Scenarios* wurden am Software Engineering Institute (SEI) entwickelt (vgl. [Bas03]); sie enthalten die in **Tabelle 1** aufgeführten Bestandteile. Mit den *Quality Attribute Scenarios* könnte die Forderung nach „hoher Performance“ für ein Hochregallager-Verwaltungssystem durch eine paar Szenarien der in **Tabelle 2** gezeigten Art konkretisiert werden.

Szenariobasierte Verfahren

In den letzten beiden Jahrzehnten wurden einige szenariobasierte Verfahren entwickelt. Am besten dokumentiert sind:

- *Software Architecture Analysis Method (SAAM)*: Diese Methode, die bereits vor über 15 Jahren am SEI entwickelt (vgl. [Cle02-b]) wurde, berücksichtigt die Aspekte „Modifizierbarkeit“ und „Funktionalität“.
- *Architecture-Level Modifiability Analysis (ALMA)*: Die Methode wurde 2004 von einem Team holländischer und schwedischer Forscher vorgestellt (vgl. [Ben04]). Sie untersucht die Modifizierbarkeit eines Systems.
- *Architecture Tradeoff Analysis Method (ATAM)*: ATAM ging als Weiterentwicklung aus SAAM hervor (vgl. [Kaz00]) und bietet einen methodi-

schen Rahmen für die Analyse sämtlicher Qualitätsanforderungen.

Obwohl jedes dieser Verfahren seine spezifischen Stärken aufweist und unterschiedliche Schwerpunkte setzt, haben sie doch einige Gemeinsamkeiten.

An erster Stelle stehen die Szenarien, die die Grundlage der Analyse bilden. Obwohl die konkrete Formulierung der Szenarien differiert, wird bei ihrer Akquisition der gesamte betroffene Personenkreis, also alle Stakeholder-Gruppen, mit einbezogen. Darunter fallen unter anderem der zahlende Kunde, das Marketing, der Verkauf, die Endanwender, Entwickler, Tester und die Personen, die für den produktiven Betrieb des Systems und die Betreuung der Anwender verantwortlich sind. Auf diese Weise stellen die Verfahren die Berücksichtigung aller wichtigen Anforderungen sicher. Bringt man diese Personengruppen zu einem gemeinsamen Brainstorming an einem Tisch zusammen, wie das z. B. bei der ATAM der Fall ist, kann sich die Kommunikation erheblich verbessern und es kann ein konstruktiveres Verständnis für die Anforderungen der jeweils anderen entstehen. Anforderungsbezogene Konflikte können in idealer Weise aufgelöst werden. Neben den Stakeholdern benötigt man auch immer die Architekten des Systems und ein Bewertungsteam. Die Architekten werden gebraucht, um die Architektur vorzustellen und beim „Abspielen“ der Szenarien aufkommende Fragen zu beantworten. Das Bewertungsteam kennt sich mit dem Verfahren aus und stellt sicher, dass alles verfahrenskonform abläuft und

Bestandteil	Szenario
Quelle	Auftragsverwaltungssystem
Ereignis	Nachricht zur Einlagerung einer Palette trifft ein
Ausgangssituation	Normalbetrieb, Befüllungsgrad des Lagers <= 80%
Artefakt	System
Reaktion	Stellplatz wird für die Palette gefunden und zurückgemeldet
Maß für die Reaktion	100 % aller Nachrichten werden beantwortet; durchschnittliche Latenz einer Antwort, gemittelt über einen Tag, beträgt max. 500 Millisekunden; maximal 2 % aller Antworten benötigen mehr als 2 Sekunden, keine mehr als 5 Sekunden

Tabelle 2: Beispiel eines „Quality Attribute Scenario“ für Performance.



alle gewonnenen Erkenntnisse angemessen dokumentiert werden. Um alle Aspekte adäquat berücksichtigen zu können, stellt das Bewertungsteam auch Spezialisten für Architektur und ausgewählte Qualitätsmerkmale (z. B. Sicherheit) zur Verfügung. Eine Architekturbewertung, wie z. B. ein Abnahmetest, stellt eine prüfende Qualitätssicherungsmaßnahme dar. Die Erfahrung zeigt, dass solche Prüfungen nicht ausschließlich durch die Urheber des Prüfgegenstandes durchgeführt werden sollten. Das Bewertungsteam sollte deshalb nicht nur Projektmitglieder enthalten.

Alle diese Verfahren können schon sehr früh im Entstehungsprozess eines Systems eingesetzt werden. In zahlreichen Veröffentlichungen wurde bereits belegt, dass Probleme einfacher, schneller und billiger behoben werden können, wenn sie früh erkannt werden. Die Architektur stellt bei den hier betrachteten Entwicklungsprozessen das erste Artefakt dar, das das Ergebnis des Entwicklungsvorhabens beschreibt. Das ist die erste Gelegenheit, schon frühzeitig Schwachstellen aufzudecken und zu eliminieren.

Manchmal werden szenariobasierte Architekturanalysen auch deutlich später durchgeführt. Leider wird oft erst danach gerufen, wenn ein Projekt schon in Schieflage geraten ist. Es kann auch sinnvoll sein, eine Analyse zu initiieren, bevor man ein bestehendes System signifikant erweitert. So lässt sich die Frage beantworten, ob das System in der Lage ist, die zukünftigen Lasten zu tragen oder eventuell eine Ablösung anzustreben.

Eine Analyse muss nicht notwendigerweise das gesamte System betrachten, sondern kann sich ebenso auf einzelne Subsysteme konzentrieren. Auch die betrachteten Qualitätsmerkmale lassen sich situativ einschränken. Wenn beispielsweise ein erfolgreiches Inhouse-System plötzlich auch im Internet zur Verfügung stehen soll, wäre eine Analyse der Sicherheit und Skalierbarkeit sinnvoll.

Die Szenariobasierte Architekturanalyse stellt primär einen Mechanismus zur Reduzierung von Risiken dar. Aber selbst dann, wenn keine Risiken identifiziert werden sollten (was praktisch nie vorkommt), bietet sie eine Menge anderer Vorteile:

- Am Ende steht immer eine bessere Architektur. Eine Architekturbewertung zwingt die Architekten, die

Architektur im Detail zu reflektieren. Die Fragen und Diskussionen während der Analyse führen beinahe immer zu einem tieferen Verständnis und einer besseren Lösung.

- Damit das Bewertungsteam die Architektur überhaupt analysieren und verstehen kann, muss diese dokumentiert werden. Schon deshalb steht am Ende einer Bewertung immer auch eine verbesserte Architekturdokumentation. Typischerweise tritt dabei die Frage, warum etwas so oder so entschieden wurde, deutlich mehr in den Vordergrund.
- Damit die Architektur überhaupt analysiert werden kann, müssen die Anforderungen mit Hilfe von Szenarien formuliert werden. So steht am Ende die Kenntnis der Qualitätsanforderun-

gen. Darüber hinaus liegen diese auch noch in prüfbarer Form vor.

- Alle Beteiligten lernen eine Menge über das zu bauende System.

Neben diesen Gemeinsamkeiten mit anderen szenariobasierten Verfahren hat ATAM natürlich auch einige Spezialitäten.

Spezialitäten der ATAM

ATAM ist Teil einer kompletten Familie aufeinander abgestimmter Architekturmethoden, die vom SEI entwickelt wurden. Zur Familie gehören folgende Elemente:

- *Quality Attribute Workshop (QAW)*: Eine Methode zur Ermittlung der Qualitätsanforderungen (vgl. [Bar03]).
- *Attribute-Driven Design (ADD)*: Eine Methode, die den Entwurfsprozess der

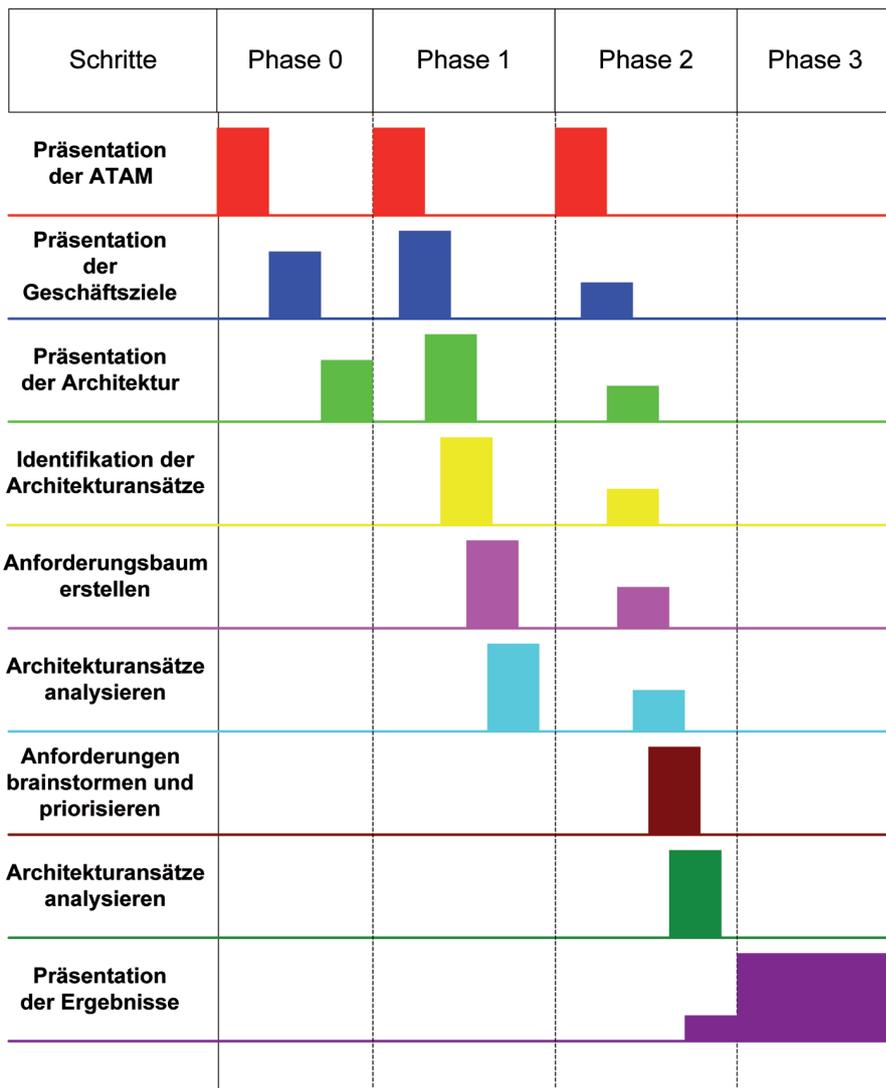


Abb. 1: Aufteilung der Schritte einer ATAM auf die Phasen.

Architektur systematisiert (vgl. [Woj06]).

- *Views and Beyond (V&B)*: Eine Methode zur Dokumentation von Architekturen (vgl. [Cle02-a]).

Methodischer Rahmen

Als ältestes Mitglied der Familie hat sich ATAM mittlerweile zu einer exzellent dokumentierten und in vielen Projekten bewährten Methode gemauert. Sie definiert ein Vorgehensmodell mit vier Phasen und neun Schritten (siehe **Abbildung 1**). Jeder Schritt ist genau definiert und umfasst die folgenden Komponenten:

- Teilnehmer
- Voraussetzungen
- Eingaben
- Aktivitäten
- Ergebnisse
- Abbruchkriterien
- Folgeschritte

Für die Eingaben und Ergebnisse der Schritte liegen Schablonen vor und sämtliche Begriffe sind in einem Glossar definiert. Die Inhalte für die vom Projektteam vorzubereitenden Präsentationen der Geschäftsziele und Architektur sind präzise beschrieben und es liegen Beispiele vor. Die Rollen aller Beteiligten und ihre spezifischen Verantwortlichkeiten im Bewertungsprozess sind detailliert aufgelistet. Außerdem gibt es Regelungen, wann wer etwas zu tun oder zu unterlassen hat und welche Eigenschaften die Kandidaten für eine Rolle mitbringen sollten. Schließlich ist genau beschrieben was bei der Vor- und Nachbereitung einer ATAM zu beachten ist. Abgerundet wird das Ganze mit einer Retrospektive der durchgeführten Bewertung.

Zwei Analysephasen

Bei ATAM wird die eigentliche Architekturanalyse in den Phasen 1 und 2 durchgeführt.

In der Phase 1 trifft sich das Bewertungsteam nur mit den Projektleitern und den Architekten. In dieser Phase liegt ein starker Fokus auf Technologien und den Details der Architektur. Das gibt dem Bewertungsteam die Möglichkeit, ein solides Verständnis der Architektur aufzubauen. Gemeinsam wird ein präzises Bild der essenziellen Qualitätsanforderungen aus Architektursicht aufgebaut. Da die Archi-

tektur primär von den Qualitätsanforderungen geformt wird (vgl. [Bas03] und [Tot10]), [0]beschränkt sich ATAM ausschließlich auf diese. Die essenziellen Qualitätsanforderungen stellen dann das Maß dar, an dem die Architektur in den folgenden Schritten der Phase 1 gemessen wird.

In der Phase 2 werden alle Stakeholder-Gruppen (bis zu 20 Personen) mit einbezogen. Mit diesen werden zunächst die Ergebnisse der Phase 1 rekapituliert. Danach werden in einer gemeinsamen Brainstorming- und Priorisierungssitzung die wichtigsten Qualitätsanforderungen aus Sicht der Stakeholder ermittelt. Vergleicht man diese mit denjenigen aus Phase 1, sieht man schnell, ob die Qualitätsanforderungen im Vorfeld in geeigneter Art und Weise erarbeitet wurden und, ob die Architekten beim Architekturentwurf die richtigen Ziele vor Augen hatten. Egal wie gut man entwirft – mit den falschen Zielen vor Augen ist der Misserfolg vorprogrammiert. Wie in Phase 1 wird die Architektur an den so ermittelten Anforderungen gemessen.

Anforderungsbaum

In beiden Analysephasen von ATAM werden die Qualitätsanforderungen zusammen mit den Beteiligten erarbeitet. Dazu wird ein Werkzeug mit dem Namen „Utility-Tree“ verwendet, den ich hier einfach als „Anforderungsbaum“ bezeichne. Der Anforderungsbaum ermöglicht einen systematischen Top-Down-Ansatz zur Ermittlung der wichtigsten Qualitätsanforderungen. Ausgehend von der Wurzel werden die Qualitätsanforderungen immer feiner unterteilt. An den Blättern des Baumes hängt dann eine auf das notwendigste reduzierte

Form der oben vorgestellten *Quality Attribute Scenarios*. Diese werden dann vom Architekten nach architektonischem Einfluss und von den Stakeholdern nach geschäftlicher Wichtigkeit priorisiert (siehe **Abbildung 2**). Die drei Priorisierungsstufen *Low (L)*, *Medium (M)* und *High (H)* haben sich dabei als vollkommen ausreichend erwiesen. Nur die einflussreichsten und wichtigsten Szenarien, typischerweise etwa fünf aus 30 bis 60 Vorschlägen, werden dann zur Architekturanalyse herangezogen.

Architekturansätze

Das ATAM-Team geht bei der Analyse der vorgestellten Architektur nicht nur die Szenarien Schritt für Schritt durch, sondern versucht auch, die vom Architekten bewusst oder unbewusst eingesetzten Architekturansätze herauszufinden. Architekten erfinden in der Regel nicht alles neu, sondern verwenden meist Ansätze, die sich in früheren Projekten bewährt haben oder in der Literatur dokumentiert sind. Darunter fallen:

- *Architekturmuster*: Zum Beispiel die Schichtenarchitektur (vgl. [Bus00]) zur Strukturierung von Systemen auf oberster Ebene.
- *Entwurfsprinzipien*: Zum Beispiel das Geheimnisprinzip (vgl. [Par72]) zur Entkopplung von Softwarebausteinen.
- *Entwurfstaktiken*: Zum Beispiel die Einführung aktiver Redundanz (vgl. [Bas03]) zur Erhöhung der Verfügbarkeit.

Zu diesen Ansätzen findet man in der Literatur jede Menge an Material. Vor- und Nachteile, sowie (un)erwünschte Nebenwirkungen sind meist bekannt. Diese

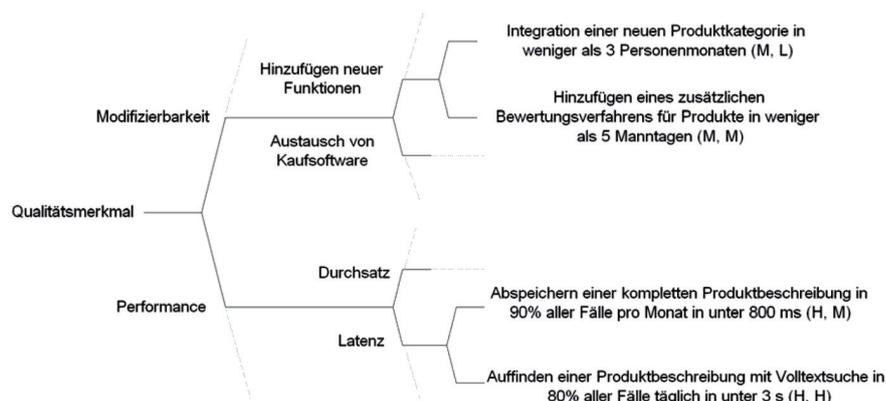


Abb. 2: Ausschnitt aus einem Anforderungsbaum.



Kenntnisse kann das ATAM-Team in die Analyse einfließen lassen, um deren Auswirkungen besser abschätzen zu können. Es kommt z. B. immer wieder vor, dass ein Architekturmuster gewählt wird, um eine ganz bestimmtes Verhalten zu ermöglichen, aber übersehen wird, dass dieses eine andere gewünschte Eigenschaft untergräbt. Die Tatsache, dass eine Architekturentscheidung oft mehrere Qualitätsmerkmale auf einmal beeinflusst, führt in vielen Fällen zu unvermeidlichen Kompromissen. Das ist darauf zurückzuführen, dass sich Qualitätsmerkmale teilweise gegenseitig ausschließen. Beispielsweise führen Performancesteigerungs-Maßnahmen in vielen Fällen zu einer Verschlechterung der Modifizierbarkeit. Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen resultieren oft in schwierigerer Testbarkeit.

Bewertungsergebnisse

Das primäre Ziel aller szenariobasierten Verfahren ist es, Schwachstellen in der Architektur aufzuspüren und als Projektrisiken zu entlarven. Doch neben den elementaren Risiken erforscht die ATAM auch Kompromisse und Abhängigkeiten (siehe auch **Abbildung 3**):

- Abhängigkeiten sind Architekturentscheidungen, die mehrere Bausteine der Architektur betreffen und essenziell für die Erreichung einer ganz bestimmten Qualitätsanforderung sind. Der Name „Abhängigkeit“ (*Sensitivity Point*) resultiert aus dem Umstand, dass die Qualitätsanforderung von dieser Entwurfsentscheidung direkt abhängt. Werden solche Architekturentscheidungen umgeworfen, gehen die damit verbundenen Eigenschaften verloren, und es können neue Risiken entstehen. Deshalb dienen Abhängigkeiten dem Architekten als Warnzeichen („Vorsicht bei der Änderung dieser Architekturentscheidung!“). Beispielsweise ist der Aufwand, den man regelmäßig in die Wartung der Fachlogik eines Systems stecken muss, abhängig von der Kapselung der technischen Aspekte.
- Kompromisse (*Tradeoffs*) sind Entwurfsentscheidungen, die mehrere Qualitätsanforderungen auf einmal beeinflussen und für die Erreichung mindestens einer dieser Anforderungen sehr wichtig sind. So hat die Bit-Tiefe für die Verschlüsselung von Nach-

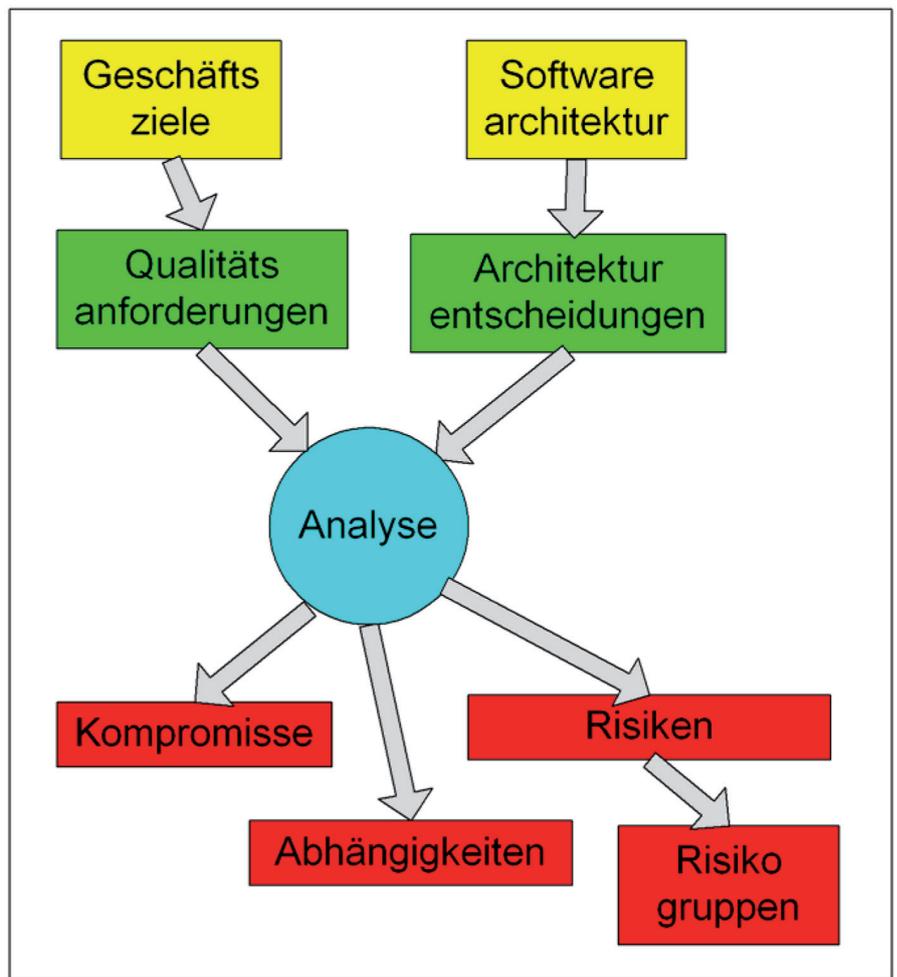


Abb. 3: Konzeptioneller Ablauf einer ATAM.

richten Einfluss auf die Sicherheit und die Performance eines Systems. Je höher die Bit-Tiefe ist, umso sicherer ist die Verschlüsselung, aber auch umso schlechter die Performance. Die konkret gewählte Anzahl der Bits stellt deshalb in der Regel einen Kompromiss zwischen Sicherheit und Performance dar. Dass die Verschlüsselung mit einer Mindestanzahl von Bits stattfindet, ist aber wesentlich für die Erreichung der Sicherheitsanforderungen.

Diese Informationen sind vor allem im weiteren Verlauf des Architekturprozesses relevant: nämlich dann, wenn Maßnahmen zur Eingrenzung der erkannten Risiken ergriffen werden. Wenn Architekturentscheidungen revidiert oder Architekturansätze durch andere ersetzt werden, ist es gut, wenn der Architekt weiß, welche Kompromisse und/oder Abhängigkeiten im Zusammenhang mit den Veränderungen stehen.

Immer wieder weisen mehrere Risiken Gemeinsamkeiten auf, die auf systematische Schwächen im Architekturentwurf hinweisen. Diese werden vom Bewertungsteam als Risikogruppen dokumentiert. Werden Risikogruppen nicht adressiert, ist die Erreichung der Geschäftsziele oft zweifelhaft. Wurde beim Entwurf einer Architektur zum Beispiel kein geeignetes Modell für den Umgang mit Ausnahme- und Fehlersituationen gefunden, führt das während der Architekturanalyse typischerweise zur Identifikation mehrerer Risiken für Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit. Diese einzelnen Risiken miteinander in Verbindung zu bringen und auf ihre gemeinsame Ursache zurückzuführen, ist eine intellektuelle Leistung des ATAM-Bewertungsteams.

In einem typischen Projekt wird aber nicht nur ATAM zur Architekturanalyse verwendet. Eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Verfahren (siehe **Tabelle 3**) macht

Kombination

	Metriken	Nachweisverfahren	Szenariobasierte Verfahren
Abgedeckte Qualitätsmerkmale	Modifizierbarkeit und Zuverlässigkeit	Performance, Funktionalität, Benutzbarkeit, Sicherheit, Zuverlässigkeit	SAAM: Modifizierbarkeit und Funktionalität; ALMA: Modifizierbarkeit; ATAM: Alle
Verwendete Ansätze	Statische Codeanalyse	Experimente, Simulationen und Prototypen	Gedankenexperimente auf Basis systemspezifischer Szenarien
Wann angewandt	Nachdem ein repräsentativer Teil des Systems realisiert wurde	Nach dem Architekturentwurf	Nach dem Architekturentwurf
Besondere Vorteile	Kann automatisiert werden, kostengünstig	Liefern messbare Ergebnisse und sind schon sehr früh im Entwicklungsprozess anwendbar	Schon früh im Entwicklungsprozess anwendbar, Verifikation der Qualitätsanforderungen mit allen Stakeholdern, verbesserte Dokumentation und Kommunikation, Lerneffekte
Besondere Nachteile	Kein Bezug zu den konkreten Anforderungen des untersuchten Systems	Zeitlicher Aufwand und Kosten.	Keine präzisen oder messbaren Ergebnisse. Zeitlicher Aufwand und Kosten.

Table 3: Gegenüberstellung einiger Verfahren zur Architekturanalyse. Diese Darstellung (angelehnt an [Cle02-b]) konzentriert sich auf die in der Praxis typische Anwendung.

deutlich, dass diese sich gegenseitig ergänzen. Durch die geschickte Kombination der verschiedenen Verfahren lässt sich daher der Nutzen der Architekturbewertung maximieren.

Zusammenfassung

ATAM ist eine szenariobasierte Methode zur Bewertung von Softwarearchitekturen. Im Vergleich mit Metriken oder fragebogenbasierten Verfahren wird die Architektur nicht an allgemein gültigen Kriterien, sondern an den konkreten Qualitätsanforderungen der Stakeholder gemessen. Dazu werden die Stakeholder aktiv in die Bewertung mit einbezogen. Um eine Bewertung nach ATAM durchführen zu können, muss mindestens ein vorläufiger Architekturentwurf vorliegen. Weitere Entwicklungsartefakte werden nicht benötigt, weshalb sie auch bei traditionellen Ansätzen schon früh im Entwicklungsprozess eingesetzt werden kann. Neben der Identifikation von Risiken legt sie auch die verwendeten Architekturansätze frei und enthüllt Abhängigkeiten und Kompromisse. Als Nebenprodukt liefert sie messbare und priorisierte Qualitätsanforderungen in Form von Szenarien und verbessert die Kommunikation unter den Stake-

holdern. Die Durchführung erfordert allerdings einen nicht zu unterschätzenden personellen, finanziellen und zeitlichen Aufwand. Deshalb wird sie wohl überwiegend in Projekten mit entsprechendem Risikopotenzial eingesetzt. Selbst wenn im Projekt nicht formell nach ATAM vorgegangen wird, bereichert sie doch die Werkzeugkiste eines jeden erfahrenen Softwarearchitekten. ■

Literatur

[Bar03] M.R. Barbacci, R.J. Ellison, A.J. Lattanze, J.A. Stafford, C.B. Weinstock, W.G. Wood, Quality Attribute Workshops (QAWs), SEI Library 2003

[Bas03] L. Bass, P. Clements, R. Kazman, Software Architecture in Practice, Addison-Wesley 2003

[Ben04] P.O. Bengtsson, N. Lassing, J. Bosch, H. van Vliet, Architecture-level modifiability analysis (ALMA), Journal of Systems and Software 2004

[Cle02-a] P. Clements, F. Bachmann, L. Bass, D. Garlan, J. Ivers, R. Little, Documenting Software Architectures: Views and Beyond, Addison-Wesley Longman 2002

[Cle02-b] P. Clements, R. Kazman, M. Klein, Evaluating Software Architectures, Addison-Wesley 2002

[Kaz00] R. Kazman, M. Klein, P. Clements, ATAM: Method for Architecture Evaluation, SEI Library 2000

[Shu07] A. K. Shuja, J. Krebs, IBM Rational Unified Process and Certification Guide, IBM Press 2007

[Tot10] S. Toth, Des Pudels Kern: Qualitätsanforderungen machen Architektur zum agilen Freundkörper, in: OBJEKTSpektrum 03/2010

[Woj06] R. Wojcik, F. Bachmann, L. Bass, P. Clements, P. Merson, R. Nord, B. Wood, Attribute-Driven Design (ADD), SEI Library 2006

KORREKTURFAHNE

