



# Stand der Praxis von Software-Tests und deren Automatisierung

## Interviews und Online-Umfrage

**Autoren:**

Ove Armbrust  
Michael Ochs  
Björn Snoek

**INFRASTRUKTUR FÜR EINE FORSCHUNGS-  
UND TRANSFERPLATTFORM AM  
FRAUNHOFER IESE in Kaiserslautern für  
regionale, software-entwickelnde KMUs  
(KMU Forschungslaborplattform)**



Gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (EFRE) und des Landes Rheinland-Pfalz (Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz: MWVLW RLP).

Förderkennzeichen: MWVLW;  
Az.: 8315 38 51 04 IESE;  
Kapitel 0877 Titel 892 02.

IESE-REPORT NR. 093.04/D  
VERSION 1.0  
20. SEPTEMBER 2004

---

Eine Publikation des Fraunhofer IESE



Das Fraunhofer IESE ist ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft.

Das Institut überträgt innovative Software-Entwicklungstechniken, -Methoden und -Werkzeuge in die industrielle Praxis. Es hilft Unternehmen, bedarfsgerechte Software-Kompetenzen aufzubauen und eine wettbewerbsfähige Marktposition zu erlangen.

Das Fraunhofer IESE steht unter der Leitung von

Prof. Dr. Dieter Rombach und  
Prof. Dr. Peter Liggesmeyer

Sauerwiesen 6  
67661 Kaiserslautern



## Zusammenfassung

Dieser Bericht fasst die Ergebnisse einer Analyse des aktuellen Standes der Praxis von Software-Tests und deren Automatisierung zusammen. Die Analyse basiert auf einer Unternehmens-Umfrage und auf gleichzeitig durchgeführten Interviews mit einigen ausgewählten Unternehmen, welche als typische Vertreter kleiner und mittelständiger Unternehmen (KMU) angesehen werden können. Der Report greift die aktuelle Situation in der Praxis auf und nimmt dazu Stellung. Weiter wird auf die Fragenbereiche der Umfrage sowie die Fragen selbst eingegangen. Die Ergebnisse der Umfragen und der Interviews werden dann anhand von Auswertungen der Antworten und zusätzlichen Informationen aus den Interviews detailliert besprochen. Abschließend sind im Anhang die Fragen des Fragebogens noch einmal so aufgelistet, wie sie den Befragten gestellt wurden.

### **Danksagung**

Wir danken den folgenden Unternehmen und Personen für die Bereitschaft zu Interviews:

- proALPHA: Dr. Ulrich Klinck-Becker
- verit Informationssysteme: Torsten Stolpmann, Claudia Könecke
- MARKET MAKER: Thomas Kiesgen, Sebastian Scheffler
- WIKON Kommunikationstechnik: Clemens Schitter

Ferner danken wir allen 123 Unternehmen, die bei der Online-Befragung bereitwillig Auskunft gaben, recht herzlich für ihre Mitarbeit und Unterstützung.

**Schlagworte:** software test, test automation, state of the practice, survey



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Situation	1
1.1.1	Testen	1
1.1.2	Testautomatisierung	1
1.2	Problem	2
1.3	Lösungsidee	2
1.4	Aufbau des Berichts	3
<b>2</b>	<b>Datenerhebung</b>	<b>4</b>
2.1	Zielgruppe(n)	4
2.2	Die Umfrage	4
2.2.1	Inhalte der Fragen	5
2.2.2	Strukturierung	6
2.3	Die umfragebegleitenden Interviews	6
<b>3</b>	<b>Überblick Umfrageaufbau</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Auswertung der Umfrage- und Interviewergebnisse</b>	<b>9</b>
4.1	Fragenteil ‚Testen im Unternehmen allgemein‘	10
4.1.1	Generelle Etablierung von Testaktivitäten	10
4.1.2	Testweise verschiedene Systemelemente	11
4.1.3	Automatisierungsgrad von Tests	13
4.1.4	Testorganisation im Unternehmen	14
4.1.5	Test-definierende Rolle(n) im Unternehmen	15
4.1.6	Überblick über die Testtechniken in den Unternehmen	16
4.1.7	Art der durchgeführten Lasttests	17
4.1.8	Management von Testresultaten	18
4.1.9	Planung von Software-Tests	19
4.1.10	Software-Testdokumentation	20
4.1.11	Auswahl von Testmethoden	20
4.1.12	Einsatz von Testwerkzeugen	21
4.1.13	Prozentuale Aufwandsverteilung in der Softwareentwicklung	23
4.1.14	Wichtige Qualitätstreiber im Unternehmen	24
4.1.15	Investitionen für Testautomatisierung	25
4.1.16	Ziele Testen/Testautomatisierung	26
4.1.17	Vision Testen/Testautomatisierung	29
4.2	Fragenteil ‚Testen in Projekten‘	31
4.2.1	Automatisierungsgrad von Qualitätssicherung	31
4.2.2	Automatisierte Tätigkeiten innerhalb der Qualitätssicherung	32
4.2.3	Projektgröße	33
4.2.4	Testaufwände im Verhältnis zum Gesamtaufwand des Projektes	34
4.3	Fragenteil ‚Unternehmenscharakterisierung‘	35
4.3.1	Unternehmensgröße – Anzahl Mitarbeiter	35

4.3.2	Unternehmensgröße – Anzahl Mitarbeiter im Bereich Software	35
4.3.3	Durchschnittliche Projektgröße	36
4.3.4	Jahresumsatz des Unternehmens	36
4.3.5	Erwirtschafteter Umsatzanteil Software	37
4.3.6	Mitarbeiter im eigenen Verantwortungsbereich	37
4.3.7	Budget im eigenen Verantwortungsbereich	38
4.3.8	Existierende Beteiligungen	38
4.3.9	Größte Einzelbeteiligung	39
4.3.10	Unternehmenstyp	39
4.3.11	Einsatzbranchen der Software	40
4.3.12	Hauptmärkte der Unternehmen	41
4.3.13	Unternehmenskategorie	42
4.3.14	Wunsch nach Übermittlung der Umfrageergebnisse	42
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Referenzen</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>46</b>



# 1 Einführung

## 1.1 Situation

Softwaresysteme werden zunehmend größer und komplexer. Sie werden oft auch in eine umgebende Hardware oder weitere Softwaresysteme integriert und halten so Einzug in nahezu alle Bereiche unseres täglichen Lebens. Große Systeme werden weltweit entwickelt, in verschiedenen Zeitzonen, unter völlig unterschiedlichen Voraussetzungen. Eine direkte Folge des daraus resultierenden Anwachsens von Entwicklungsproblemen sind Fehler in eben diesen Softwaresystemen.

Fehler in industriellen Softwaresystemen können zu erheblichen Kosten führen: So z.B. verursachte die Sprengung der Ariane 5-Rakete im Jahr 1996 einen wirtschaftlichen Schaden von ca. 800 Millionen Euro, davon 450 Millionen alleine durch die zerstörte Nutzlast [Lei04]. Darüber hinaus können auch Personenschäden durch Softwarefehler verursacht werden. Zu Sach- und weiteren Schäden durch Softwarefehler siehe auch [Lad93].

Um solche und andere teilweise folgenschwere Fehler vermeiden zu können, ist eine Qualitätssicherung bei der Herstellung von Software unerlässlich

### 1.1.1 Testen

Um die Qualität von Software-Produkten gewährleisten zu können, wurden und werden neue Strategien entwickelt, und umgesetzt. - Im praktischen Einsatz ist jedoch das Testen der entwickelten Software die am meisten genutzte Vorgehensweise um die Verlässlichkeit der Softwaresysteme zu erhöhen und damit die Gefahr von Unglücksfällen (wie z.B. den oben erwähnten) zu senken. Bei dieser Verfahrensweise wird das jeweilige Stück Software getestet und die gefundenen Fehler anschließend korrigiert. Erst wenn eine Software alle Tests ohne gravierende Fehler absolviert kann sie ausgeliefert werden.

### 1.1.2 Testautomatisierung

Unter Automatisierung versteht man im Zusammenhang mit Softwaretests, dass einige oder alle der Schritte Testfallerstellung, Testdatengewinnung, Testtreiber- und Stub-Erstellung, Testausführung und Testauswertung nicht mehr von Menschen ausgeführt werden, sondern ohne menschliches Zutun. Sind an bestimmten Stellen Eingriffe von Menschen notwendig, so spricht man von einer Teil-Testautomatisierung.

Die für manuelle Tests wichtige Forderung nach einer möglichst minimalen Testfallmenge lässt sich durch die Testautomatisierung abschwächen. Dies begründet sich dadurch, dass

- a) Maschinenzeit deutlich kostengünstiger ist als menschliche Arbeitszeit und
- b) Tests ohne erforderliches menschliches Zutun deutlich schneller ablaufen können, als manuelle oder teilmanuelle Tests.

So können mittels automatisch generierter Testsuiten effektiv Kosten eingespart werden. Die möglicherweise ineffizienter und damit größer werdenden Testsuiten erzeugen zwar höhere Maschinenkosten, dies wird jedoch durch die Reduzierung des Personalaufwands ausgeglichen. Weiterhin lässt sich durch logische Analysen der zu testenden Software auch eine effizientere Pfadabdeckung als durch manuelle Testfallerstellung erreichen, so dass auch – bei gleich bleibender Anzahl der Testfälle – die Anzahl der gefundenen Fehler steigt. Dies wiederum sorgt für eine höhere Qualität der Software.

## 1.2 Problem

Softwaretests sind Entwicklungstätigkeiten, die oft gar nicht oder nur unvollständig ausgeführt werden. Dies liegt zu großen Teilen daran, dass die Entwicklung guter und geeigneter Tests einen erheblichen zeitlichen Aufwand verursacht und viele Projekte ohnehin schon knapp bemessen sind. Es entsteht in diesem Zusammenhang oft der Eindruck, dass die Zeit für die eigentliche Entwicklung der Software besser genutzt sei. Auch die Tatsache, dass beim Testen Fehler nachgewiesen werden spielt eine nicht unerhebliche Rolle für die oft ablehnende Haltung gegenüber dem Testen von Software.

## 1.3 Lösungsidee

Da der Test in der Regel recht spät im Entwicklungszyklus stattfindet, entstehen hohe Kosten, um gefundene Fehler zu analysieren und zu korrigieren. Diese Kosten können auch mittels Testautomatisierung kaum gesenkt werden. Nicht unerheblich sind jedoch auch die Aufwände zur Definition der Testfälle, der Erstellung der benötigten Testinfrastruktur (Treiber, Stubs, Laufzeitumgebung), der Testausführung und der anschließenden Testauswertung. Diese können im Gegensatz zu den vorgenannten Kosten sehr wohl mittels Automatisierung gesenkt werden.

Um Entwicklungszeit und Kosten zu sparen streben die Unternehmen im Rahmen dieses Projektes daher an, ihre Softwaretests zu verbessern und – wo es ökonomisch sinnvoll ist – zu automatisieren.

Dieser Report beleuchtet die aktuell praktizierten Ansätze beim Software Testen und liefert damit einen ‚State of the Practice‘.

Zusammen mit dem auch in diesem Projekt erarbeiteten ‚State of the Art‘, welcher sich mit den aktuellen Forschungsansätzen auseinandersetzt, werden so Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt und eine Grundlage für die Einschätzung der Potentiale dieser Möglichkeiten geschaffen.

#### **1.4 Aufbau des Berichts**

In Kapitel 1 wird die Thematik Testen und Testautomatisierung zunächst kurz erklärt und die Problematik in diesem Bereich verdeutlicht, welche dann zu der vorgestellten Lösungsidee führt. In Kapitel 2 erfolgt eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Datenerhebung und der Zielgruppen, die an dieser Studie beteiligt waren. Weiterhin werden die Inhalte der Umfrage besprochen und die Integration der Interviews in die Datenerhebung erläutert. In Kapitel 3 wird auf die Struktur und Inhalt der Umfrage selbst eingegangen, welche dann in Kapitel 4 ausgewertet, analysiert und diskutiert wird. Kapitel 5 fasst die Ergebnisse der Befragung noch einmal kurz zusammen und Kapitel 8 bildet schließlich den Anhang, der den Fragebogen noch einmal im Papier-basierten Original enthält.

## 2 Datenerhebung

Um einerseits eine verlässliche Aussage über die tatsächliche Situation beim Testen von Software und deren Automatisierung in Unternehmen auf einer breiten Basis treffen zu können und andererseits auch individuellen Sichtweisen und unterschiedlichen Beweggründen von Unternehmen Rechnung tragen zu können, wurde eine Doppelstrategie für die Datenerhebung gewählt: Zum einen wurde eine Umfrage erstellt, mit der eine große Gruppe an Software entwickelnden Unternehmen befragt wurde und zum anderen wurden Interviews mit einigen Unternehmen durchgeführt, in denen über den Fragebogen hinaus auch nach Gründen für bestimmte Verfahrens- und Verhaltensweisen beim Testen von Software gefragt wurde.

### 2.1 Zielgruppe(n)

Da das Projekt auf kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) ausgerichtet ist, wurden die zu befragenden Unternehmen aus diesem Bereich gewählt. Allerdings kommt es gelegentlich vor, dass in größeren Unternehmen, deren Kerngeschäft nicht Softwareentwicklung ist, Software unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen entwickelt wird, wie dies bei KMUs der Fall ist. Daher wurde die Gruppe der zu befragenden Unternehmen diesbezüglich erweitert.

### 2.2 Die Umfrage

Auf die Online-Umfrage wurde auf der Homepage des Fraunhofer IESE hingewiesen, sowie im Portal ‚Software-Kompetenz.de‘, in welchem Erfahrungen und Know-how zum Thema Software-Engineering bereitgestellt werden. Somit war eine sehr gute Erreichung der Zielgruppe der zu befragenden Unternehmen gewährleistet. Darüber hinaus wurden 580 Unternehmen aus der Zielgruppe in einem Massen-Emailing direkt angeschrieben und zur Teilnahme an der Befragung eingeladen. Der zeitliche Verlauf der Online-Befragung im Hinblick auf das Wachstum der Stichprobe ist in Abbildung 1 dargestellt.

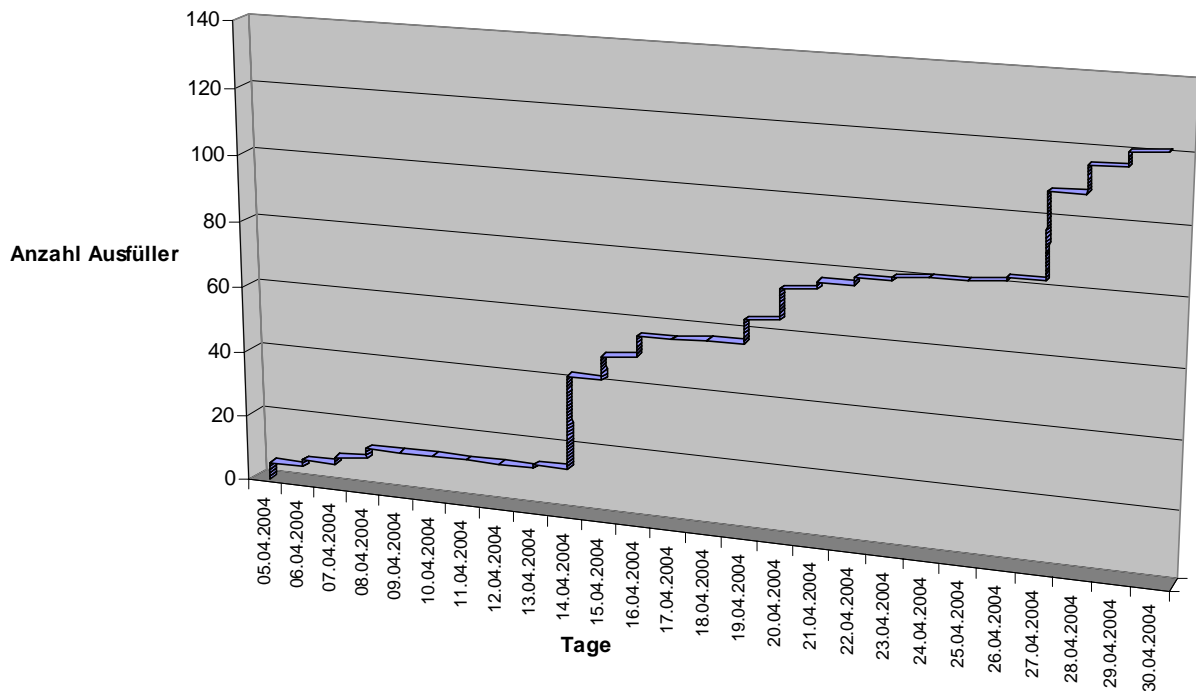


Abbildung 1: Zeitliches Wachstum der Stichprobe in der Befragung

Die Umfrage wurde am 5. April 2004 online gestellt und am selben Tag auf den vorgenannten Homepages bekannt gemacht. Am 14. April erfolgte der Email-Versand der Einladungen zur Teilnahme an der Online-Befragung und am 27. April wurde noch einmal an die Online-Befragung erinnert. Am 30. April endete der Befragungszeitraum. Die Termine 14. und 27. April zeigen jeweils einen signifikanten Anstieg der Stichprobengröße.

### 2.2.1 Inhalte der Fragen

Die einzelnen Fragen wurden nach den Bedürfnissen des Projektes und auf Basis bestehender Standards (z.B. [SWE04]) im Bereich des Testens und der Testautomatisierung zusammengestellt. Die Umfrage wurde als Online-Umfrage konzipiert, um einen einfachen Zugang bereitstellen zu können und die Anonymität zu gewährleisten, wurde aber auf Wunsch auch Papier-basiert an die zu befragenden Unternehmen versendet. Auch die Papier-basierten Rückläufer wurden in die Umfrageergebnisse aufgenommen und dabei anonymisiert.

### 2.2.2 Strukturierung

Der Fragebogen wurde in drei inhaltliche Abschnitte unterteilt:

- Fragen zur Vorgehensweise beim Testen im Unternehmen allgemein
- Fragen zur Vorgehensweise beim Testen in bis zu zwei ausgewählten Projekten
- Fragen zur Charakterisierung des Unternehmens

Der Fragebogenteil zu ausgewählten Projekten war dabei optional und konnte somit übersprungen werden. Die Fragen selbst waren ebenso so gestaltet, dass einzelne Antworten ausgelassen werden konnten.

### 2.3 Die umfragebegleitenden Interviews

Um individuell Bezug auf das Thema Testen und Testautomatisierung nehmen zu können, wurde parallel zur Online-Befragung eine Reihe von Interviews mit ausgewählten Unternehmen aus der Gruppe der KMUs durchgeführt. Ziel dieser Interviews war es, mit Zwischenergebnissen aus der Online-Befragung als Hintergrundwissen, den standardisierten Online-Fragebogen als Interviewleitfaden zu nutzen und diesen in standardisierter Form mit den Interviewpartnern auszufüllen, aber auch gleichzeitig nach Kausalitäten für bestimmte Beobachtungen und Verhaltensweisen von KMUs beim Testen zu hinterfragen. Somit konnten vor dem Hintergrund der standardisierten Umfrage Strömungen und typische individuelle Einflussfaktoren identifiziert werden und die Umfrageergebnisse, soweit möglich, um diese Erkenntnisse ergänzt werden. Hierzu wurden insgesamt fünf Interviews mit Unternehmensvertretern geführt, die Verantwortung im Bereich Testen und Testautomatisierung tragen. Dabei wurden für die Interviews Räumlichkeiten mit geeigneter ruhiger Atmosphäre gewählt und der Zeitraum so bemessen, dass kein Abbruch aus Gründen wie Zeitknappheit erfolgte.

### 3 Überblick Umfrageaufbau

Wie bereits in Abschnitt 2.2.2 kurz erläutert, besteht der Fragebogen aus drei Teilen. Die Fragen dieser drei Teile werden hier kurz skizziert. Eine detaillierte Beschreibung der Fragen befindet sich im Anhang (Kapitel 8). In der unten stehenden Tabelle werden die Hauptabschnitte des Fragebogens (erste Spalte), die Fragennummern im Fragebogen (zweite Spalte) und in den folgenden Spalten der Fragetext und eine Referenz zum Abschnitt mit der Auswertung der jeweiligen Frage aufgelistet.

	<b>Nr</b>	<b>Fragetext</b>	<b>Ab- schnitt</b>
Testen im Unternehmen allgemein	1	In welcher Weise sind die folgenden generellen Testaktivitäten in Ihrem Unternehmen etabliert?	4.1.1
	2	Welche Produkte (Elemente von Systemen) werden auf welche Weise und in welchem Fall in Ihrem Unternehmen getestet?	4.1.2
	2a	Wie weit sind die Tests bei Ihren Produkten automatisiert?	4.1.3
	3	Wie ist das Testen von Software in Ihrem Unternehmen organisiert?	4.1.4
	4	Wer definiert Testfälle in Ihrem Unternehmen üblicherweise?	4.1.5
	5	Welche Testtechniken werden in Ihrem Unternehmen insgesamt verwendet?	4.1.6
	6	Welche der folgenden Lasttests werden in Ihrem Unternehmen durchgeführt?	4.1.7
	7	Welche der folgenden Aktivitäten werden in Ihrem Unternehmen zum Management der Testresultate ausgeführt?	4.1.8
	8	Welche der folgenden Punkte werden in Ihrem Unternehmen in der Planung von Software-Tests adressiert?	4.1.9
	9	Welche der folgenden Artefakte sind Teil der Software-Testdokumentation in Ihrem Unternehmen?	4.1.10
	10	Wie werden in Ihrem Unternehmen Testmethoden ausgewählt?	4.1.11
	11	Welche Arten von Werkzeugen werden in Ihrem Unternehmen in den jeweiligen Tests verwendet?	4.1.12
	12	Wie sind (in etwa) die Aufwände für Software Entwicklung prozentual in Ihrem Unternehmen verteilt?	4.1.13
	13	Welche der unten genannten Qualitätseigenschaften hinsichtlich "Software Product Quality" und "Quality in use" sind die wichtigsten Qualitätstreiber in Ihrem Unternehmen?	4.1.14
	14	Wie hoch waren die Investitionen zur Erreichung des aktuellen Grades an Testautomatisierung in Ihrem Unternehmen?	4.1.15
15	Was sind die Top-Prioritäten in Ihrem Unternehmen bzgl. Testen und Testautomatisierung in den nächsten 1-2 Jahren?	4.1.16.1	

	Nr	Fragetext	Ab-schnitt
	15a	Welche hauptsächlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme sehen Sie?	4.1.16.2
	16	Was ist Ihre Vision bzgl. Testautomatisierung für die nächsten 3 bis 5 Jahre?	4.1.17.1
	16a	Welche hauptsächlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme sehen Sie?	4.1.17.2
Testen in Projekten	17	Wie stark hinsichtlich der durchzuführenden Tätigkeiten in Test- und Qualitätssicherung sind die folgenden Schritte automatisiert?	4.2.1
	17a	Welche Tätigkeiten innerhalb der von Ihnen (teil-)automatisierten Schritte sind automatisiert?	4.2.2
	18	Wie groß war das Projekt?	4.2.3
	19	Wie hoch war der Testaufwand, bezogen auf den Gesamtaufwand des Projekts?	4.2.4
	20	Wie stark hinsichtlich der durchzuführenden Tätigkeiten in Test- und Qualitätssicherung sind die folgenden Schritte automatisiert?	4.2.2
	21	Wie groß war das Projekt?	4.2.3
	22	Wie hoch war der Testaufwand, bezogen auf den Gesamtaufwand des Projekts?	4.2.4
Unternehmenscharakterisierung	23	Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen insgesamt?	4.3.1
	24	Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen in der Entwicklung und Wartung von Software?	4.3.2
	25	Welche Größe haben Projekte in Ihrem Unternehmen durchschnittlich [in T€]?	4.3.3
	26	Wie hoch ist der Jahresumsatz Ihres Unternehmens [in Mio€]?	4.3.4
	27	Welcher prozentuale Anteil am Umsatz wird durch Software (-dienstleistungen) erwirtschaftet?	4.3.5
	28	Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Verantwortungsbereich?	4.3.6
	29	Welches Budget steht Ihrem Verantwortungsbereich zur Verfügung [in T€]?	4.3.7
	30	Existieren Beteiligungen anderer Unternehmen an Ihrem Unternehmen?	4.3.8
	31	Wie hoch ist ungefähr die größte Einzelbeteiligung eines anderen Unternehmens an Ihrem Unternehmen?	4.3.9
	32	Zu welcher der folgenden Kategorien gehört Ihr Unternehmen?	4.3.10
	33	In welchen Industriesektoren setzen Sie Ihre Software ein bzw. wird Ihre Software eingesetzt?	4.3.11
	34	Welche der folgenden Märkte sind bzgl. Ihrer Commercial-off-the-shelf Produkte bzw. Individualsoftware als Hauptmärkte anzusehen?	4.3.12
	35	Zu welchen Kategorien gehört Ihr Unternehmen?	4.3.13
	36	Möchten Sie die Ergebnisse dieser Studie nach deren Abschluss per eMail erhalten? - Falls ja: Tragen Sie bitte Ihre eMail-Adresse hier ein.	4.3.14



## 4 Auswertung der Umfrage- und Interviewergebnisse

Es werden im Folgenden die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Fragen dargestellt und diskutiert. An dieser Stelle fließen zusätzlich die Ergebnisse aus den Interviews in anonymisierter Form ein. Diese geben zum Teil einen tieferen Einblick in die besprochenen Themenbereiche geben.

Die Anzahl beantworteter Fragen, wie bei Online-Fragebögen häufig beobachtbar, nimmt über die Länge des Fragebogens stetig ab (siehe Abbildung 2). Daher werden zu den Auswertungen der jeweiligen Fragen absolute Zahlen über die Anzahl der Antworten angegeben.

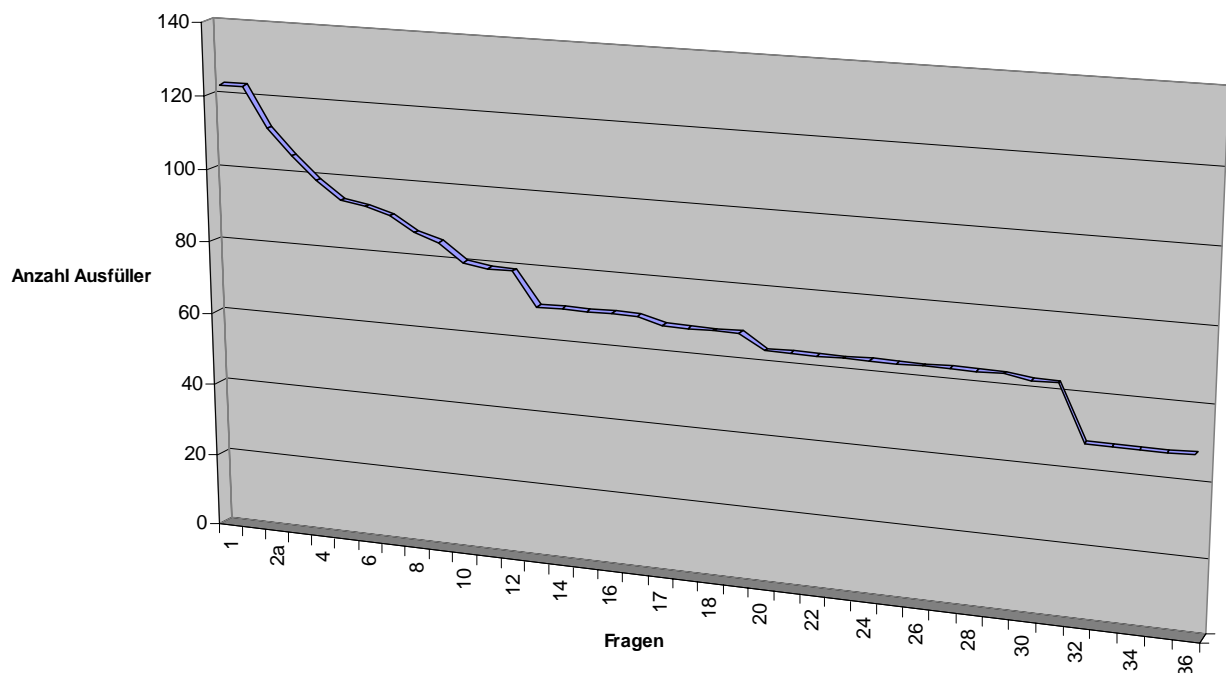


Abbildung 2: Anzahl der beantworteten Fragen (von Frage 1 bis 36)

Die Verlaufskurve der Anzahl der Antworten ist typisch für Online-Fragebögen: Während der ersten fünf Frageseiten ist ein kontinuierlicher Rückgang der Antwortenden festzustellen, der sich dann aber auf einem stabilen Niveau einpendelt und erst bei den Unternehmensfragen zu Firmenbeteiligungen erneut

einbricht. Diese waren aufgrund der Unterscheidung von KMUs nach der EFRE-Definition<sup>1</sup> erforderlich.

#### 4.1 Fragenteil ‚Testen im Unternehmen allgemein‘

Es folgen die Fragen, welche die aktuell bei den Unternehmen durchgeführten Testaktivitäten und die dabei automatisierten Bereiche betreffen.

##### 4.1.1 Generelle Etablierung von Testaktivitäten

**Fragetext:**

In welcher Weise sind die folgenden generellen Testaktivitäten in Ihrem Unternehmen etabliert?

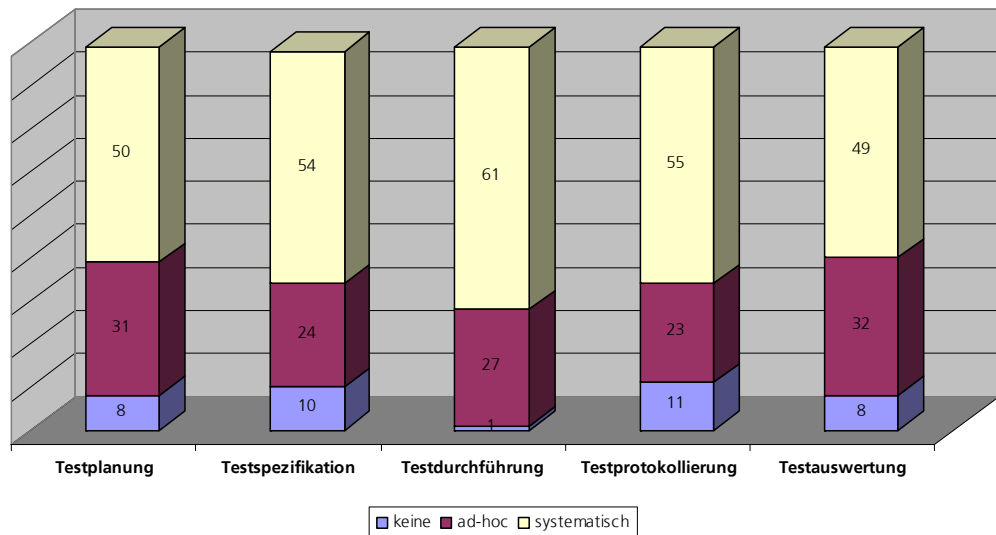


Abbildung 3: Statistische Ergebnisse der Frage 1

Die Frage wurde von insgesamt 123 Unternehmen beantwortet und spiegelt neben einigen unentschlossenen, welche keine Auswahl getroffen haben, zunächst eine sehr hohe Zahl an Unternehmen wider, die Softwaretests durchführen. Von diesen Unternehmen praktizieren fast zwei Drittel nach eigener Einschätzung systematische Testaktivitäten. Es ist außerdem zu sehen, dass weniger als 1% eine Testdurchführung nicht unterstützen.

<sup>1</sup> EFRE-Definition für KMU:

- Zahl der Beschäftigten < 250
- Jahresumsatz < 40 Mio € oder Bilanzsumme < 27 Mio. €
- Unabhängigkeit: Nicht mehr als 25 % des Kapitals oder der Stimmanteile dürfen im Besitz von einem oder von mehreren Unternehmen gemeinsam stehen, welche die Definition der KMU nicht erfüllen.

Als Gründe für nicht vorhandene Testplanung wurden Zeitmangel und erhebliche Zweifel am Sinn dieser Tätigkeiten genannt. Bei der Auswertung wiederum wurde implizit vorhandenes Wissen als Grund für einen Verzicht auf systematische oder Ad-hoc Tests genannt. Hier wurde auch auf Uneinheitlichkeiten in der Protokollierung und damit verbundenen Zusatzaufwand verwiesen, sowie Personalengpässe als Begründung für fehlende Testauswertungen angegeben. Ebenso zählte Personalmangel zu den Hauptgründen für einen Verzicht auf systematische Tests. Wenig überraschend ist weiterhin die Begründung für die Einführung von systematischen Verfahrensweisen bei Testaktivitäten. Diese begründet sich überwiegend durch das Wachstum eines Unternehmens.

#### 4.1.2 Testweise verschiedene Systemelemente

##### Frage text:

Welche Produkte (Elemente von Systemen) werden auf welche Weise und in welchem Fall in Ihrem Unternehmen getestet?

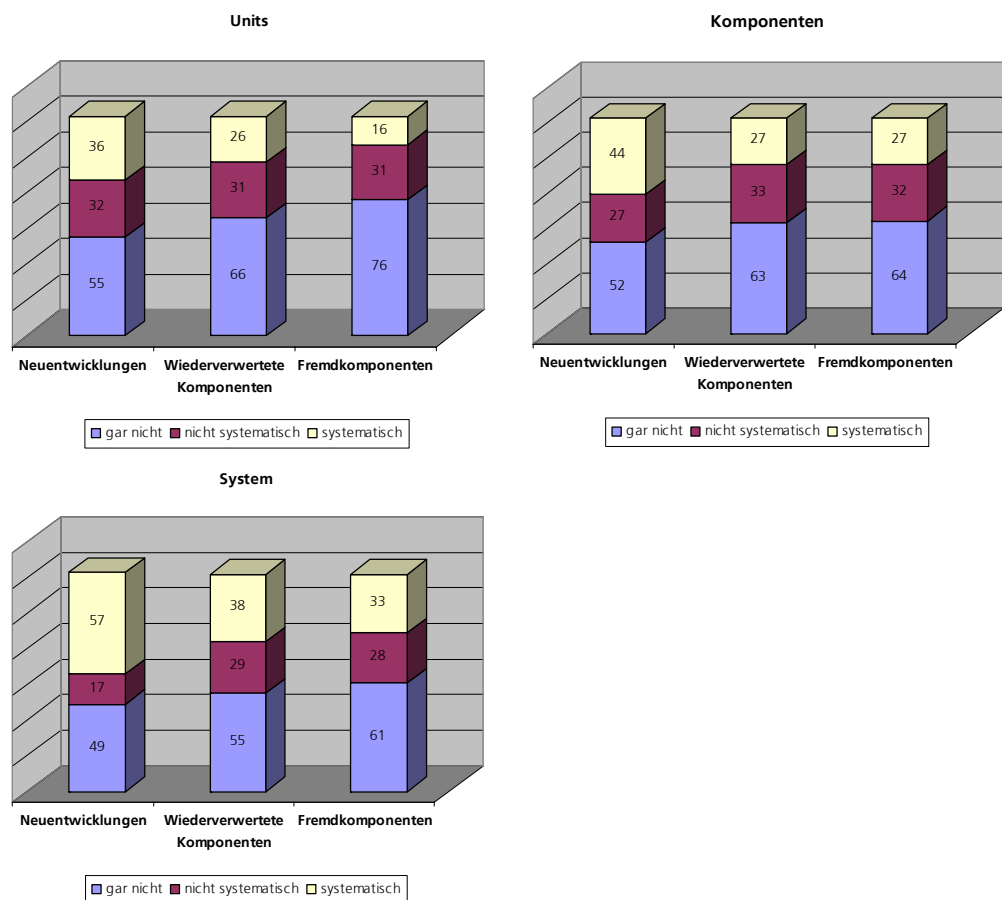


Abbildung 4: Statistische Ergebnisse der Frage 2

Diese Frage konkretisiert die vorangegangene Frage hinsichtlich der tatsächlich getesteten Produkte (klassifiziert nach „Neuentwicklungen“, „wieder verwendeten Komponenten“ und „Fremdkomponenten“) und wurde ebenfalls von 123 Unternehmen beantwortet. Es bestand die Möglichkeit, keine Antwort auszuwählen. Es fällt auf, dass der Anteil an nicht durchgeführten Tests gegenüber der vorherigen Frage stark anwächst. Weiterhin ist deutlich erkennbar, dass bei Neuentwicklungen generell mehr getestet wird.

Zur Begründung für weniger (systematisches) Unit-Testen werden sowohl Agile Entwicklungsmethodiken angegeben, die eine häufige Anpassung der Testroutinen an dieser Stelle nicht sinnvoll erscheinen lassen, als auch auf nachgelagerte Testebenen, wie z.B. die Systemebene verwiesen. Das generell schwache Abschneiden der Tests von Fremdkomponenten wird durch mangelnde Testmöglichkeiten und Abdeckung durch Integrationstests belegt. Häufig gestalten sich die Integrationstests allerdings auch recht einfach, wie an folgendem Zitat erkannt werden kann: „Integrieren - Anschauen - Läuft“.

Von allen interviewten Unternehmen, die Testwerkzeuge in den oben Bereichen einsetzen, wurde erklärt, dass diese durch ein Unternehmenswachstum (und damit eine steigende Komplexität der Softwareentwicklung) erforderlich wurden. Eine erhebliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang jedoch auch die Verfügbarkeit von Testwerkzeugen, die erst in den letzten Jahren in einen sinnvollen Bereich gerückt ist.

### 4.1.3 Automatisierungsgrad von Tests

#### Frage text:

Wie weit sind die Tests bei Ihren Produkten automatisiert?

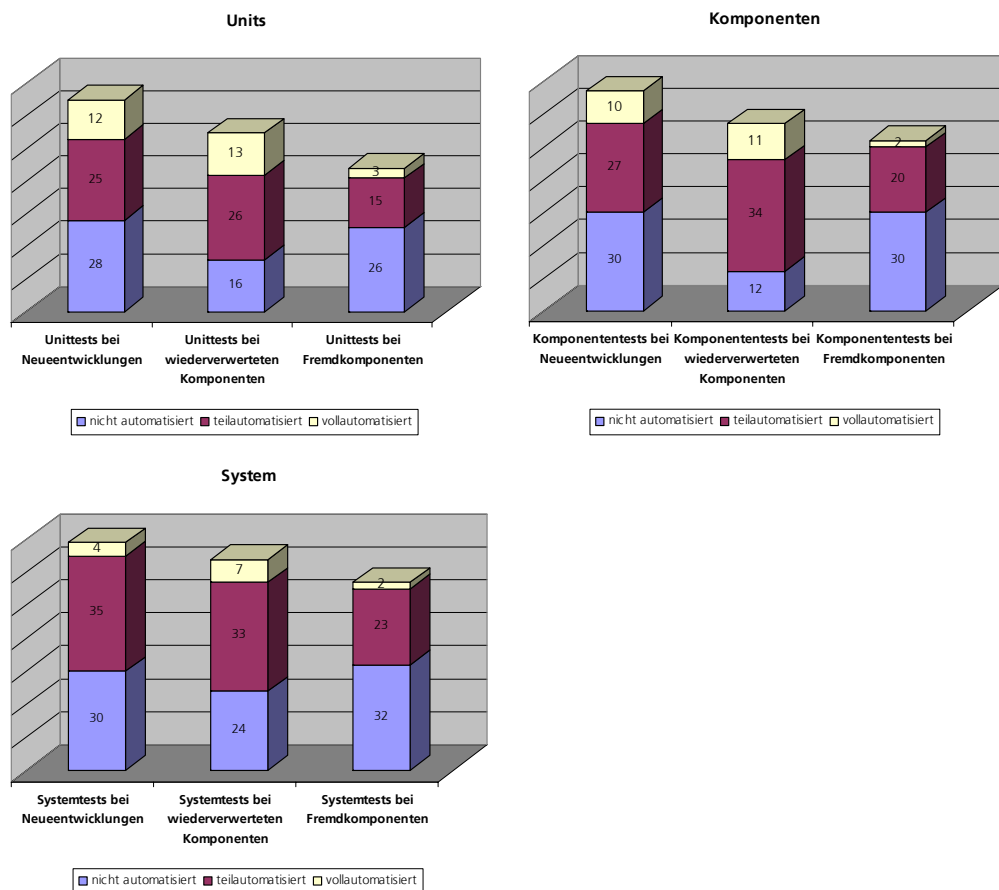


Abbildung 5: Statistische Ergebnisse der Frage 2a

Zum Automatisierungsgrad bei den Tests äußerten sich 112 Unternehmen, wobei auch hier wieder die Möglichkeit bestand, keine Angaben zu machen. Eine Vollautomatisierung von Tests ist sehr selten zu finden. Die verbleibenden Antworten verteilen sich zu etwa gleichen Teilen auf teilautomatisierte Ansätze und das vollständige Fehlen von Automatisierung beim Testen.

Als große Probleme bei der Automatisierung von Tests wurde die noch immer mangelnde Verfügbarkeit von ‚einsatzfähigen‘ Werkzeugen dieser Art beklagt, sowie die Schwierigkeiten bei der damit verbundenen Formalisierung von Spezifikationen genannt. Auch Ressourcen-Engpässe spielen eine große Rolle bei der

zögerlichen Automatisierung, da natürlich auch hier Software zu pflegen ist und dies einen erheblichen Zusatzaufwand bedeutet.

#### 4.1.4 Testorganisation im Unternehmen

**Fragetext:**

Wie ist das Testen von Software in Ihrem Unternehmen organisiert?

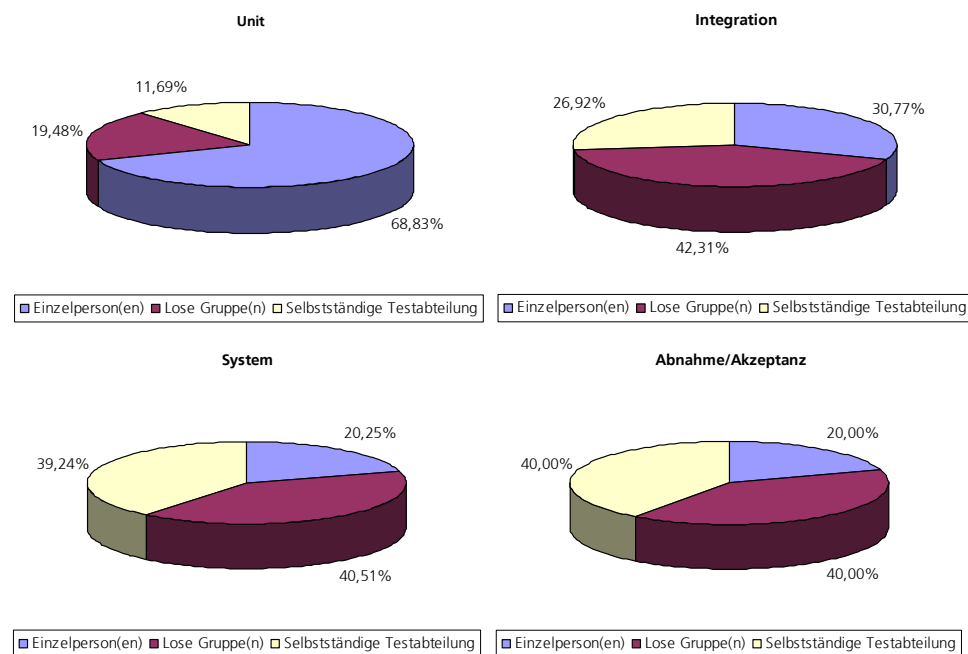


Abbildung 6: Statistische Ergebnisse der Frage 3

Die Frage nach der betrieblichen Organisation der im Hause stattfindenden Softwaretests wurde von 105 Unternehmen beantwortet. Dabei konnten jedoch ca. 30% der Unternehmen keine klare Zuordnung zu einer der möglichen Antworten vornehmen. Unter den gegebenen Antworten fällt auf, dass ein hohes Maß an Übereinstimmung bei der Organisation von System- und Abnahme/Akzeptanz-Tests besteht. In diesen Fällen dominiert die Durchführung von Tests in Losen Gruppen und in eigenen Testabteilungen das Testen durch Einzelpersonen. Dagegen liegt der Anteil von testenden Einzelpersonen gegenüber den System- und Abnahme/Akzeptanztests bei Integrationstests um 10 % höher. Allerdings sind hier weniger eigene Testabteilungen in Aktion. Wesentliche Unterschiede zu den drei bisher angesprochenen Testarten zeigen sich im Bereich der Unit-Tests: Hier dominieren die Einzelpersonen-Tests mit ca.  $\frac{2}{3}$  gegenüber den Losen Gruppen und organisierten Abteilungen, die das verbleibende  $\frac{1}{3}$  ausmachen.

In den Interviews konnte zusätzlich herausgearbeitet werden, dass in vielen Unternehmen zwar eine feste Gruppe für die Testorganisation verantwortlich ist, diese jedoch abteilungsübergreifend fungiert. Somit ergibt sich ein fließender Übergang zwischen den Auswahloptionen ‚Lose Gruppe‘ und ‚Selbstständige Testabteilung‘. Ebenso ergab sich in den Interviews folgende Kausalität: Häufig ist bei Unternehmen, deren Testorganisation in den Händen von Einzelpersonen liegt, die geringe Firmengröße dafür verantwortlich.

#### 4.1.5 Test-definierende Rolle(n) im Unternehmen

##### Fragetext:

Wer definiert Testfälle in Ihrem Unternehmen üblicherweise?

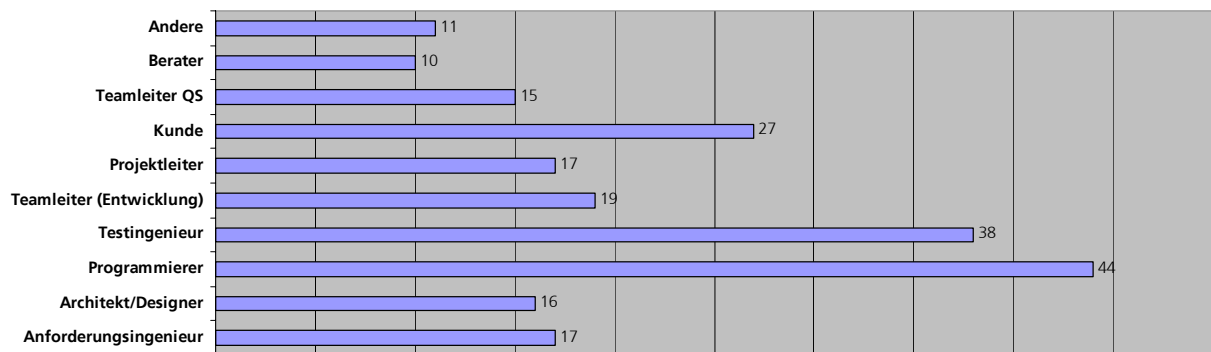


Abbildung 7: Statistische Ergebnisse der Frage 4

Ebenfalls die Organisation von Testen betreffend beantworteten 99 Unternehmen die Frage nach dem Ursprung von Testfällen: Die meistgenannte Rolle zur Testfalldefinition in den befragten Unternehmen ist die Rolle „Programmierer“. Die Rolle Testingenieur wird als zweithäufigste Rolle zur Erstellung von Testfällen genannt. Weiterhin wird der Kunde als Test-definierende Rolle relativ häufig genannt. Die übrigen in Frage kommenden Rollen, wie z.B. Teamleiter QS, Projektleiter, etc., werden mit relativ gleichmäßiger Häufigkeit als Quelle für Testfälle benannt. Dabei ist zu beachten, dass in KMUs personelle Überdeckungen zwischen Programmierern und Testingenieuren durchaus üblich sind.

### 4.1.6 Überblick über die Testtechniken in den Unternehmen

**Fragetext:**

Welche Testtechniken (und -arten bzw. Grundlagen für Tests) werden in Ihrem Unternehmen insgesamt verwendet?

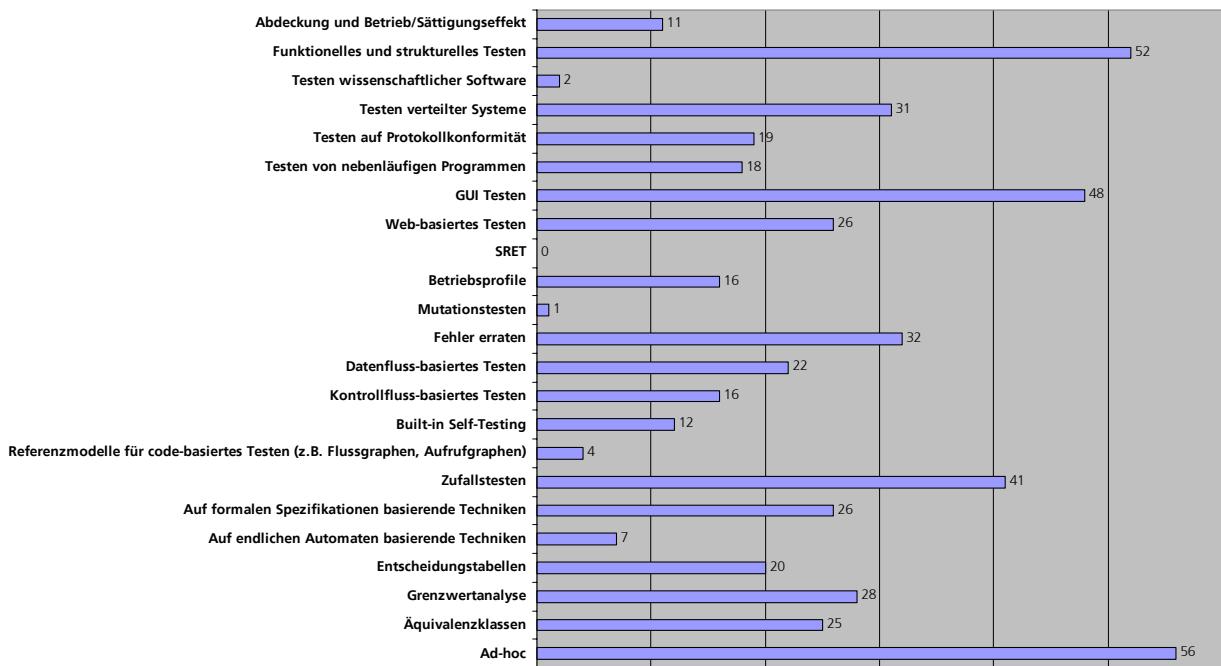


Abbildung 8: Statistische Ergebnisse der Frage 5

Von 94 Unternehmen wurden deren verwendete Testtechniken (und -arten bzw. Grundlagen für Tests) angegeben. Dabei fällt auf, dass der größte Anteil der Techniken als Ad-hoc beschrieben wurde und mit geringem Abstand funktionales und strukturelles, sowie GUI-Testen genannt wurde. Weiterhin sind Zufallstesten, und das Erraten von Fehlern eine häufig eingesetzte „Technik“. Im Anschluss an das breite Mittelfeld bilden SRET<sup>2</sup>, Mutationstesten und Testen wissenschaftlicher Software die Schlusslichter.

<sup>2</sup> Software Reliability Engineered Testing (SRET) ist ein Systemtest, in dessen Mittelpunkt Ausfallsicherheit erwartete Feld-Nutzung und kritische Einflüsse unterschiedlicher Operationen aufeinander stehen.



#### 4.1.7 Art der durchgeführten Lasttests

**Fragetext:**

Welche der folgenden Lasttests werden in Ihrem Unternehmen durchgeführt?

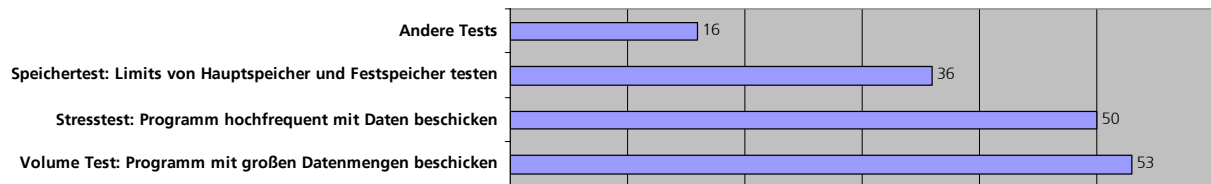


Abbildung 9: Statistische Ergebnisse der Frage 6

Die durchgeführten Lasttests, die von den 93 antwortenden Unternehmen näher spezifiziert wurden, sind hauptsächlich Volumen Tests und Stresstests. Auch werden häufig Speichertests durchgeführt. Ca. 10% der durchgeführten Lasttests sind dagegen andere als die drei bereits benannten Arten von Lasttests.

Einige der interviewten Unternehmen erklärten hinsichtlich der Lasttests, dass diese nur in Fällen durchgeführt werden, in welchen tatsächlich ein Anlass besteht. Weiterhin werden auch von diversen Unternehmen Dauertests durchgeführt, bei denen z.B. ein System über einen längeren Zeitraum läuft und dadurch Laufzeitprobleme ermittelt werden können (z.B. Aufbau von Datenbankverbindungen ohne anschließende Freigabe).

#### 4.1.8 Management von Testresultaten

**Fragetext:**

Welche der folgenden Aktivitäten werden in Ihrem Unternehmen zum Management der Testresultate ausgeführt?

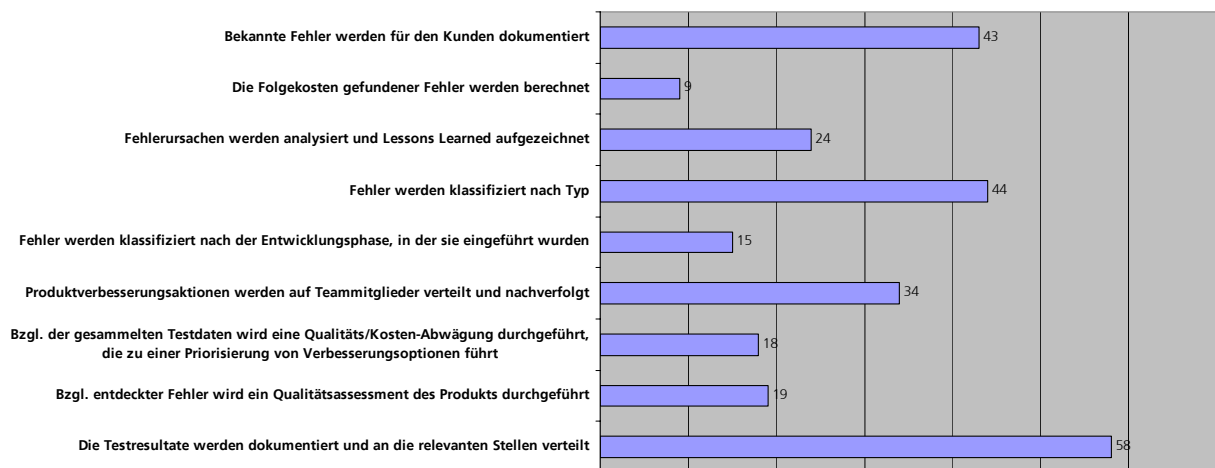


Abbildung 10: Statistische Ergebnisse der Frage 7

Von den befragten Unternehmen machten 91 der über die Art und Weise, wie Testresultate in ihrem Hause gemanagt werden. Hier zeigt sich als häufigstes Verfahren die Dokumentation von Testresultaten mit anschließender Verteilung an die relevanten beziehungsweise betroffenen Stellen in der Entwicklung. Nahezu ebenso häufig werden auch Aktivitäten wie Dokumentation für den Kunden und Klassifikation von Fehlertypen durchgeführt. Eine ähnlich häufige Praxis ist die Verteilung und Nachverfolgung von Aufgaben zur Produktverbesserung auf Basis der Testresultate (25 Nennungen).

Auch hier war eine häufige Begründung der interviewten Unternehmen für nicht durchgeführte Aktivitäten aus obiger Aufstellung die Ressourcen-Problematik und zu geringer (Zusatz-) Nutzen gegenüber dem Aufwand.

#### 4.1.9 Planung von Software-Tests

##### Frage**text**:

Welche der folgenden Punkte werden in Ihrem Unternehmen in der Planung von Software-Tests adressiert?

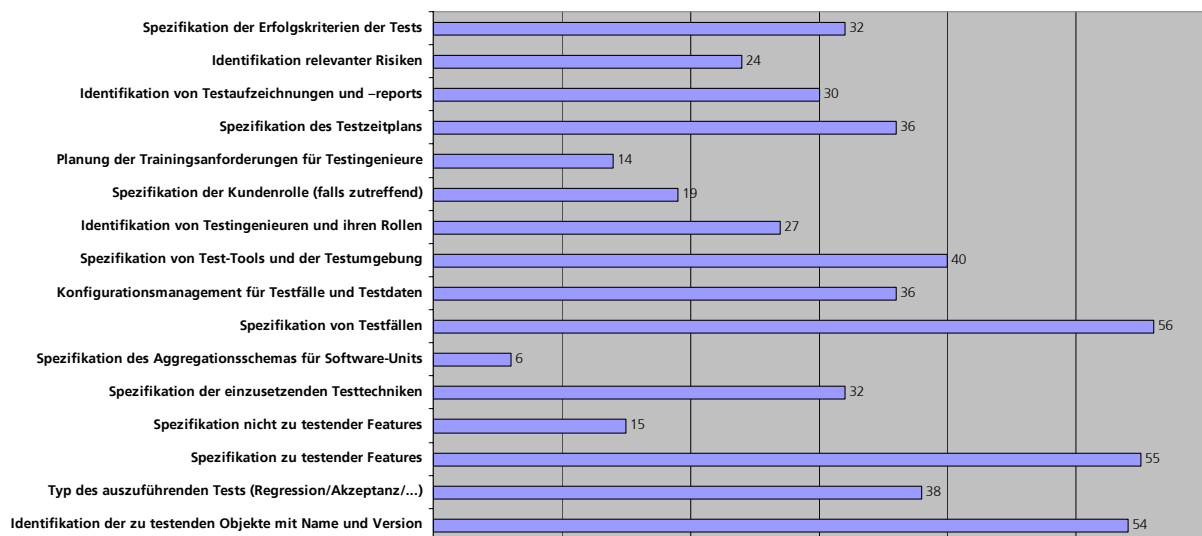


Abbildung 11: Statistische Ergebnisse der Frage 8

Die Frage nach der Ausrichtung bei der Testplanung wurde von 87 Unternehmen beantwortet. Hier sind die Spezifikation von Testfällen und zu testender Features, sowie die Identifikation zu testender Objekte (etc.) als häufigste adressierte Aktionen genannt. In zweiter Reihe stehen Punkte wie z.B. die Spezifikation von Test-Tools und der Testumgebung, der Typ des auszuführenden Tests sowie Konfigurationsmanagement.

#### 4.1.10 Software-Testdokumentation

**Fragetext:**

Welche der folgenden Artefakte (Dokumentationsbestandteile) sind Teil der Software-Testdokumentation in Ihrem Unternehmen?

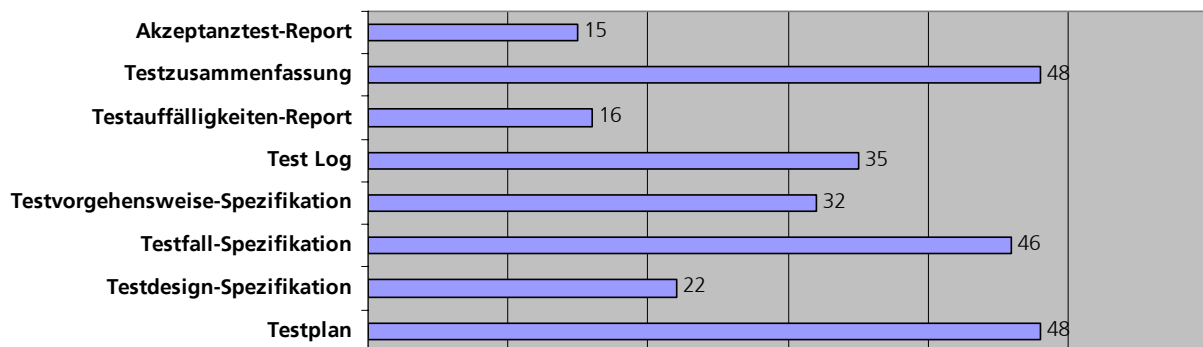


Abbildung 12: Statistische Ergebnisse der Frage 9

Die Bestandteile der Testdokumentation wurden von 85 Unternehmen klassifiziert. Als meist genannte Bestandteile wurden der Testplan und die Testzusammenfassung, sowie die Test-Spezifikation genannt. Auch häufige Bestandteile sind die Artefakte Test Log und Spezifikation der Testvorgehensweise.

Hinsichtlich des Testauffälligkeiten-Reports wurde von verschiedenen interviewten Unternehmen angemerkt, dass prinzipiell alles, was auffällig ist, auch einen hohen Stellenwert hat und somit im Report entsprechend vorhanden sein muss.

#### 4.1.11 Auswahl von Testmethoden

**Fragetext:**

Wie werden in Ihrem Unternehmen Testmethoden ausgewählt?

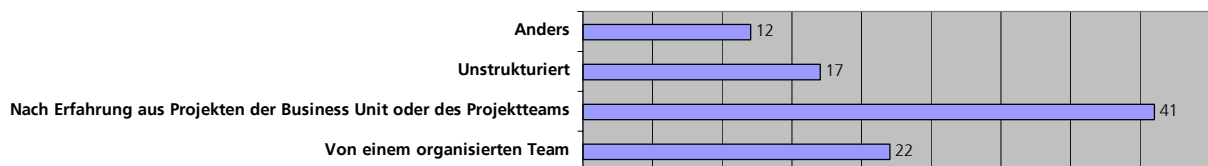


Abbildung 13: Statistische Ergebnisse der Frage 10

Die Auswahl der Testmethoden erfolgt bei den 80 antwortenden Unternehmen mehrheitlich auf Basis von Erfahrungen aus Projekten. Nur etwa halb so viele Unternehmen setzen bei der Auswahl von Testmethoden auf ein organisiertes

Team, was sich in etwa mit den Aussagen zu Frage 3 (Testorganisation, vgl. Abschnitt 4.1.4) deckt. Unstrukturierte und andere Arten der Auswahl kommen dabei deutlich seltener vor.

Ergänzend zu den angegebenen Antwortmöglichkeiten wurden für Spezialfälle von Testmethoden in den Interviews auch noch Wirtschaftsprüfer. Diese

#### 4.1.12 Einsatz von Testwerkzeugen

##### Frage**text**:

Welche Arten von Werkzeugen werden in Ihrem Unternehmen in den jeweiligen Tests verwendet?

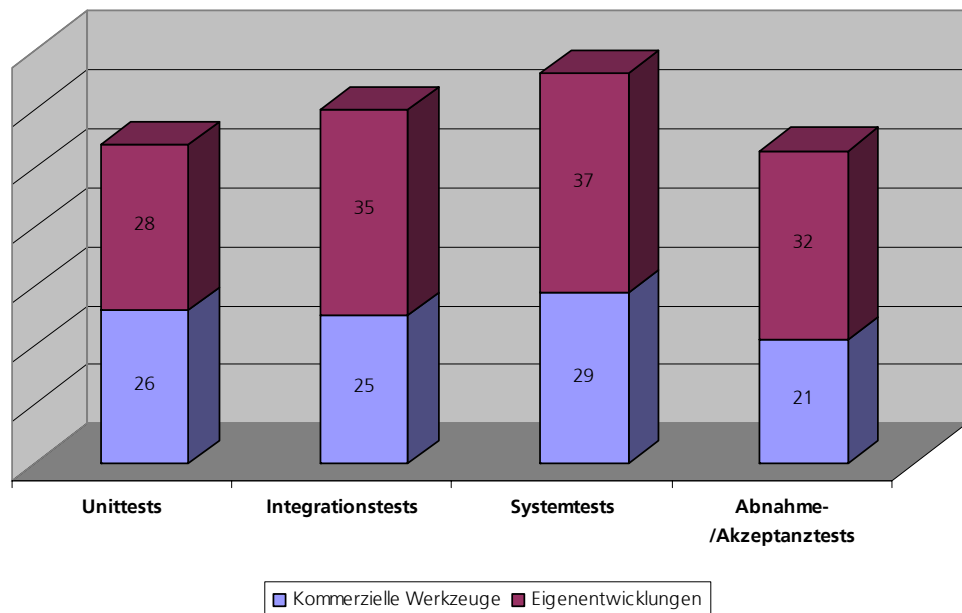


Abbildung 14: Statistische Ergebnisse der Frage 11

Die Frage, die zunächst nur zwischen den Klassen „kommerzielle Werkzeuge“ und „Eigenentwicklungen“ unterscheidet, wurde von 79 Unternehmen beantwortet, wobei auch die Möglichkeit bestand, keine Angaben zu machen. Generell ist erkennbar, dass die Gesamtzahl von unterstützenden Werkzeugen bei den Systemtests und den Integrationstests am höchsten ist. Die Verteilung zwischen kommerziellen Werkzeugen und Eigenentwicklungen ist in allen Bereichen recht ähnlich: Etwas mehr als die Hälfte der eingesetzten Werkzeuge sind Eigenentwicklungen. Dies lässt auf ein Portfolio verfügbarerer kommerzieller Werkzeuge schließen, die nicht ausreichend für die Einsatzgebiete anpassbar

sind. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass bei KMUs aufgrund von Ressourcen-Knappheit solche Werkzeuge nicht angeschafft werden.

In den Interviews wurde vorwiegend die mangelnde Verfügbarkeit geeigneter Tools als Grund für den Einsatz selbst entwickelter Tools genannt. Weiterhin wurden mangelnde Anpassbarkeit kommerzieller Werkzeuge als Gründe für den Einsatz von Eigenentwicklungen benannt.

Kommerzielle Werkzeuge, welche in den jeweiligen Tests von den befragten Unternehmen verwendet werden, sind im Folgenden exemplarisch aufgelistet:

- **Unittests:** CAST, Clover, Compuware Tools (TestPartner), Mercury WinRunner, Purify, QAC, Rational Entwicklertools, SOTOGRAPH, SQS-TEST (/Professional), Testcomplete 3, utplsql/unit, xUnit family (JUnit, CxxTest, jfcUnit, sUnit, httpUnit, dUnit, WebUnit) und Debugmöglichkeiten von Compilern
- **Integrationstests:** Araxis, Cactus, CAN-Tools (CANalyzer, CANoe), Compuware Tools (TestPartner), Mercury Tools (Test Director, WinRunner), Polyspace, Rational Tool (TestManager, RationalRobot), Segue-Tools (Silk, SilkPerformer), SQS-TEST (/Professional), Testcomplete 3, xUnit family (JUnit)
- **Systemtests:** C&R-Tools, CAN-Tools (CANalyzer, CANoe), CATT, Compuware Tools, ControlDesk, DE-Tester, dSpace, LabVIEW, Memory-Leakage-Tools, Mercury Tools (Test Director, LoadRunner, WinRunner), Rational Tools (Testmanager, RationalRobot), Segue-Tools (Silk, SilkTest, SilkPerformer), Segue-Tools (SilkPerformer), SQS-TEST (/Professional), sSpace, TestPartner, TestStand, xUnit Family (httpUnit, WebUnit), Lasttests-Tools
- **Abnahme-/Akzeptanztests:** CAN-Tools (CANalyzer, CANoe), CATT, Compuware Tools, Drivelmage, LabVIEW, Mercury Tools (Test Director, WinRunner), Rational Tools (Testmanager, RationalRobot), Segue-Tools (SilkPerformer, SilkTest), SQS-TEST (/Professional), TestStand, XDE-Tester, Fahrzeuge

#### 4.1.13 Prozentuale Aufwandsverteilung in der Softwareentwicklung

##### Fragetext:

Wie sind (in etwa) die Aufwände für Software Entwicklung prozentual in Ihrem Unternehmen verteilt?

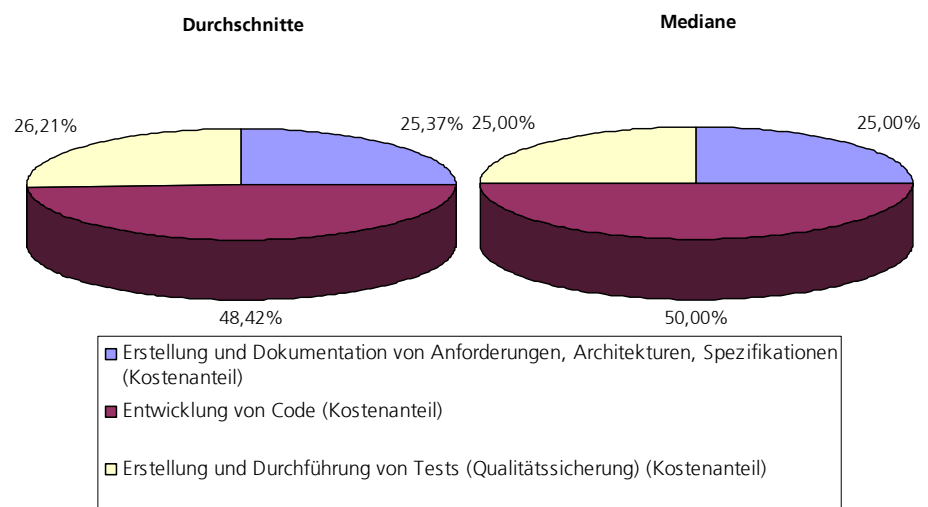


Abbildung 15: Statistische Ergebnisse der Frage 12

Bei den 79 antwortenden Unternehmen liegt die Aufwandsverteilung in der Softwareentwicklung – im Durchschnitt – für die Bereiche „Erstellung von Anforderungen, Architektur, Spezifikation“, „Entwicklung von Code“ und „Qualitätssicherung“ bei einem Verhältnis von etwa  $\frac{1}{4}$  zu  $\frac{1}{2}$  zu  $\frac{1}{4}$ . Da es sich bei den hier angegebenen Werten um Mittelwerte handelt, existieren auch Aufwandsverteilungen, die stark von den hier identifizierten Werten  $\frac{1}{4}$  zu  $\frac{1}{2}$  zu  $\frac{1}{4}$  abweichen. So lag z.B. der niedrigste Werte für Erstellung und Dokumentation von Anforderungen, Architekturen, Spezifikationen bei 3% und der niedrigste Wert für Entwicklung von Code bei 10%. Ebenso war der niedrigste Wert für Erstellung und Durchführung von Tests bei mit 10% beziffert. Spitzenwerte wurden für Erstellung und Dokumentation von Anforderungen z.B. mit 60% erreicht und mit 85% für Entwicklung von Code<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Dabei ist zu beachten, dass sich diese Werte nicht zu 100% aufsummieren, da sie aus der Betrachtung verschiedener Unternehmen hervorgehen.

#### 4.1.14 Wichtige Qualitätstreiber im Unternehmen

##### Fragetext:

Welche der unten genannten Qualitätseigenschaften hinsichtlich "Software Product Quality" und "Quality in use" sind die wichtigsten Qualitätstreiber in Ihrem Unternehmen?

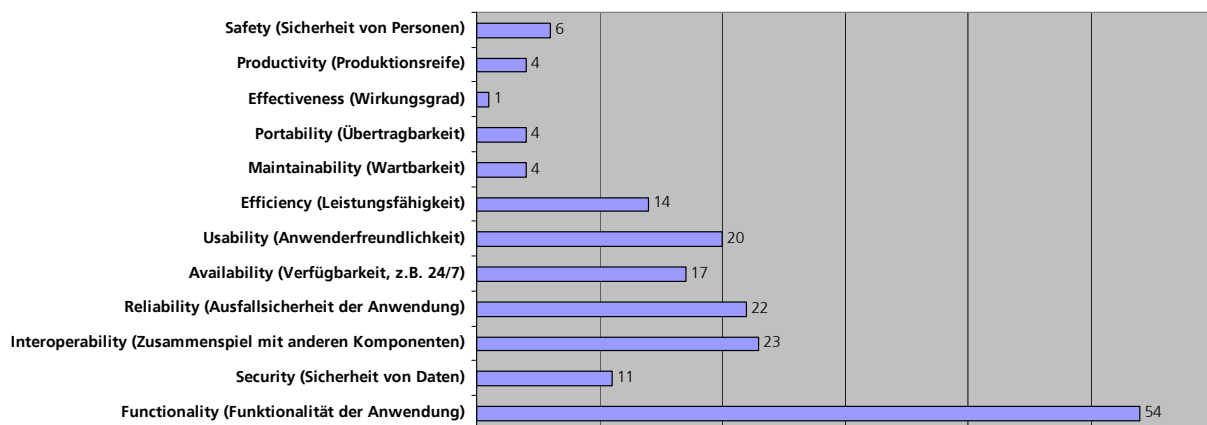


Abbildung 16: Statistische Ergebnisse der Frage 13

70 der befragten Unternehmen beantworteten die Frage nach den primären Qualitätstreibern. Dabei stellt mit 54 Nennungen „Functionality (Funktionalität der Anwendung)“ den wichtigsten Qualitätstreiber dar. Die Eigenschaften „Usability“, „Reliability“ und „Interoperability“ stehen mit 20 und mehr Nennungen in zweiter Linie. Nach „Efficiency“ und „Security“ als drittwichtigste identifizierbare Gruppe bilden die übrigen Eigenschaften eine Gruppe von eher selten als wichtig gesehenen Qualitätstreibern.

In den Interviews wurden als Schwierigkeiten, die im Hinblick auf die den angegebenen Qualitätstreiber auftreten, z.B. bei Funktionalität stark divergierende Kundenanforderungen angegeben. Dabei ist das Feedback zu Produkten, die an einem breiten Markt positioniert sind, schlechter als das Feedback zu Produkten, die für einen kleinen Kreis von Kunden entwickelt wurden.



#### 4.1.15 Investitionen für Testautomatisierung

**Fragetext:**

Wie hoch waren die Investitionen zur Erreichung des aktuellen Grades an Testautomatisierung in Ihrem Unternehmen?

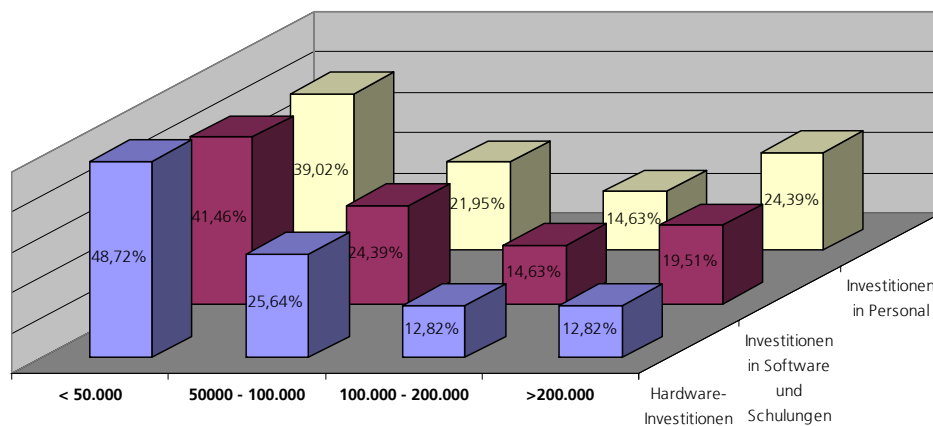


Abbildung 17: Statistische Ergebnisse der Frage 14

Unter den 70 Unternehmen, die zu dieser Frage Auskunft erteilten, lag die Mehrzahl der investierten Mittel für Testautomatisierung im Bereich unter 50.000 EUR sowohl für Hard- und Software als auch für Investitionen in Personal.

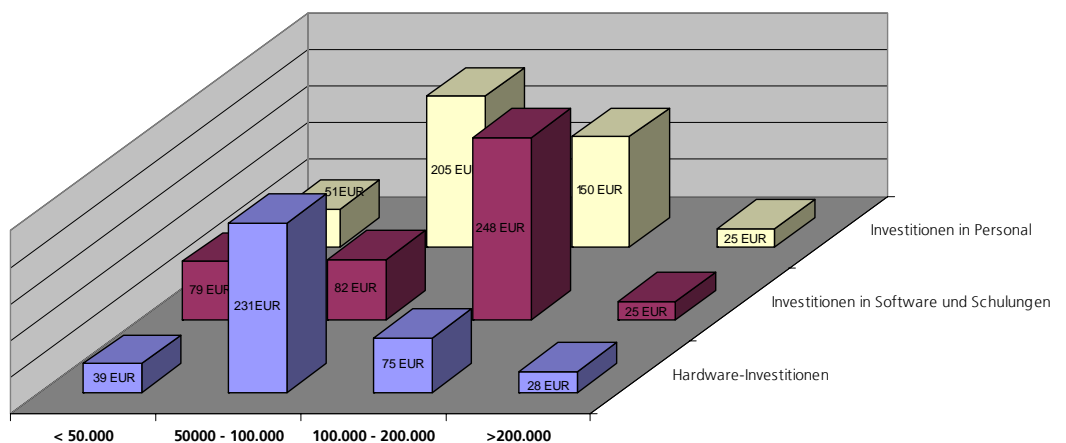


Abbildung 18: Statistische Ergebnisse der Frage 14 – bezogen auf die Software-Entwicklung

Bezieht man die Angaben auf die Anzahl der in den Unternehmen beschäftigten Software-Entwickler, so ergibt sich ein interessantes Bild: Die höchsten Pro-Kopf-Kosten pro Software Entwickler (in €) liegen nun im mittleren Investi-

onsbereich. Es scheint, dass kleinere Investitionsvolumina sehr überlegt eingesetzt werden und die großen Volumen eher in Firmen mit einer sehr großen Anzahl von Mitarbeitern getätigt werden, was wiederum zu niedrigeren Pro-Kopf-Kosten führt.

#### 4.1.16 Ziele Testen/Testautomatisierung

##### 4.1.16.1 Top-Prioritäten Testen/Testautomatisierung

###### **Fragetext:**

Was sind die Top-Prioritäten in Ihrem Unternehmen bzgl. Testen und Testautomatisierung in den nächsten 1-2 Jahren?

Diese, von 70 Unternehmen beantwortete Frage, war als Text anzugeben. Die Antworten können dabei vier wesentlichen Kategorien zugeordnet werden:

- **Unternehmen ohne Angabe von Interesse an Verbesserungen:** Die Klasse dieser Unternehmen ist nicht stark ausgeprägt (ca. 3-4%) und teilt sich in die Unternehmen, die Ihr Desinteresse an einer Veränderung mit bereits etablierten guten Tests und deren Automatisierung begründen und Unternehmen, die keine Begründung angeben.
- **Genanntes Interesse an Verbesserungen, ohne Angabe einer präzisen Zielsetzung:** Diese Unternehmen machen ca. 1/3 der befragten Unternehmen aus. Die Antworten wurden zusammengefasst und sind im Folgenden ohne Rangordnung aufgelistet:
  - Produktion fehlerfreier Software
  - Vorantreibung von Automatisierung beim Testen, systematisch auf allen Testebenen
  - Entwicklung eines ganzheitlichen internen Portfolios von Methoden & Tools für den gesamten Test-Bereich
  - Aufbau einer Testfactory
  - Intensivierung der Testplanung
  - Einführung von Systemen und Werkzeugen
  - Steigerung der Effizienz
  - Erhöhung von Sicherheit und Verlässlichkeit
  - Standardisierung und Systematisierung
  - Verbesserung von Risiko- und Requirements-Management
  - Einheitlich gelebter, effizienter Testprozess über alle Gruppen hinweg

- **Genanntes Interesse an Verbesserungen und gesetzte Zielen, ohne Angabe über konkrete Realisierungsideen:** Die Gruppe dieser Unternehmen hat ebenfalls die Stärke von 1/3 der befragten Unternehmen. Auch hier sind die Antworten ohne Rangordnung zusammengefasst:
  - Einsatz von Benutzerprofilen als Testbasis
  - Vermittlung der Wichtigkeit von Testen gegenüber Kunden
  - SPICE-Level 2 in Entwicklungsprozess (also auch beim Testen) erreichen
  - Erreichung CMMI Level 3 erreichen
  - Verbesserung der Lokalisierung von Fehlern
  - Automatisierung der Regressionstests
  - Erhöhung des Automatisierungsgrades bei Regressionstests
  - Etablierung eines durchgängigen Testkonzepts zwischen Anwendungsentwicklung und Betrieb
  - Vollständige Automatisierung der Testumgebung (Zitat: „abends Knopf drücken, morgens ausgewerteten Testreport erhalten“)
  - Erreichung voller Testautomatisierung mit fremden und eigenen Tools
  - Verbesserung der Testplanung, Steigerung von Qualitätsstandards
  - Flächendeckender Einsatz von Testtechniken
  - Definition von Testvollständigkeits- und Test-Ende-Kriterien.
  - Schnelleren Übergang von manuellen Initial-Tests zu teil- bzw. vollautomatisierten Tests
  - Einführung von Usability-Tests, Accessibility-Tests und Performance-Tests
  - Optimierung der Testdurchführung
  - Automatisierung und Systematisierung von Systemtests
  - Erhöhung der Traceability (Fehler besser verfolgen können)
  - Erhöhung der Transparenz
  - Erhöhung der Ausnutzung von Testwerkzeugen
  - Erhöhung der Automatisierung bei den Werkzeugen
- **Konkret benannte Ideen zu Verbesserungen:** Diese Unternehmen stellen in etwas 1/4 der befragten Unternehmen dar. Auch hier wurden die Antworten wieder ohne Rangordnung zusammengefasst:
  - Etablierung und Ausbau von Unittests
  - Einrichten Qualitätshandbuch
  - Schulung der Mitarbeiter
  - Einführung von Kennzahlen zur Bewertung (Aufwand/Nutzen) der Tests für anschließende Auswahl, effektiver Tests
  - Verbreitung der Tools zur Testautomatisierung
  - Analyse der Einsetzbarkeit von Code-Inspektionen
  - Automatisches Deployment
  - Wiederverwendung
  - Dokumentation verbessern, z.B. „sind die CDs überall lesbar?“, „ist die Key-CD o.k.?“

- Fehlerursachen finden (Umgebung, Verantwortlicher, etc.)?
- Dokumentation von Erfahrungen und Erfassung in Form von Testfällen
- Testprogramme mit Grundfunktionalitätsprüfung auf Knopfdruck

#### 4.1.16.2 Erfolgs- und Widerstandsfaktoren

##### **Fragetext:**

Welche hauptsächlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme hierfür sehen Sie?

Von den 70 antwortenden Unternehmen wurde eine Reihe von Erfolgs- und Widerstandsfaktoren für Verbesserung im Bereich Testen/Testautomatisierung genannt. Diese sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

##### • **Erfolgsfaktoren**

- Mitarbeiter selbst (durch Motivation und Leistungsbereitschaft)
- Günstiges, motiviertes Personal (z.B. Diplomand mit eigenem Interesse am Ergebnis)
- Positive Erfahrungen
- Erarbeitung von Know-how
- Schrittweise Automatisierung mit Offenlegung der Zeitersparnis
- Nachweis, dass Testabdeckungsgrad für Regressionstest schon in den frühen Entwicklungsphasen erheblich höher wird
- Existierendes Umdenken: Tests in früher Entwicklungsphase sind lohnend

##### • **Widerstandsfaktoren**

- Zeitmangel (z.B. durch Projektdruck/Tagesgeschäft, Einsatzgarantie Kundensysteme, kurze Realisierungszeiträume)
- Geldmangel für Testen (Testen wird oft nicht honoriert, teure Testsoftware, hoher Personalaufwand, Rechtfertigungsprobleme Kosten/Nutzen)
- Aufwand Einführung/Anpassung/Wartung (z.B. Modularisierung von Testfällen)
- Zusatzarbeit (Dokumentation, ...)
- Einführungsaufwand
- Ressourcenkonflikte bei Anfangsinvestitionen
- Personalmangel (besonders in SE und QS)
- Schulungsaufwand (Qualifikation der Mitarbeiter)
- Management (allgemeine Trägheit bei Änderung der Testorganisation)
- Enttäuschte Erwartungen (z.B. bzgl. Zeitersparnis, Kostenersparnis, ...)
- Unternehmenskultur (z.B. Inseldenken)
- Wachsende Komplexität zu testender Software durch technischen Fortschritt
- Keine oder keine passenden Tools
- Tools oft zu schwer (mit zu hohem Aufwand) zu konfigurieren

- Tools oft zu komplex
- Abhängigkeiten von (Alt-)Systemen
- Firmware für Kommunikationsprotokolle erfordert eine tiefe Kenntnis zu Grunde liegender Standards.
- Fehlen von Zielen und Konzepten

Es ist anzumerken, dass die Ressourcenprobleme die am häufigsten genannten sind. Dies betrifft besonders die Personalproblematik, welche natürlich eng mit Schulungen und Qualifikation verzahnt ist, aber auch die Zeitlichen und monetären Grenzen, denen die Unternehmen unterliegen.

#### 4.1.17 Vision Testen/Testautomatisierung

##### 4.1.17.1 Vision Testen/Testautomatisierung für die nächsten 3-5Jahre

###### **Fragetext:**

Was ist Ihre Vision bzgl. Testautomatisierung für die nächsten 3 bis 5 Jahre?

Die Textantworten der 70 befragten Unternehmen sind in drei Kategorien teilbar. Dabei stellt jede Kategorie etwa den gleichen Anteil an der Gesamtmenge der Antworten dar:

- **Genannte Visionen hinsichtlich Testen und Testautomatisierung, ohne Angabe präziser Ziele:** Die Antworten wurden zusammengefasst und sind im Folgenden ohne Rangfolge aufgelistet:
  - Erhöhung des Automatisierungsgrades
  - Automatisierung von Tests und Test-Tools verstärken
  - Steigerung von Standardisierung
  - Intensivierung der Nutzung von Testwerkzeugen
  - Strukturierungs- und Automatisierungsgrad erhöhen; Ziel: Höhere Testabdeckung bei geringerem Aufwand
  - Softwareentwicklung effektiver und zuverlässiger gestalten
  - Erreichung einer Testautomatisierung mit höherer Handhabbarkeit (Wartbarkeit & Usability für Nicht-Techniker)
  - CD einlegen, installieren, rote/grüne Lampe
- **Als interessant genannte Verbesserungen und gesetzte Ziele, ohne Angabe konkreter Realisierungsideen:** Auch hier sind die Antworten ohne Rangfolge zusammengefasst:
  - Kunde sollte in der Lage sein, Testfälle zu erstellen
  - Automatische Generierung von Testfällen
  - Tests automatisch aus Testspezifikationen ableiten (z.B. mit Skripten)
  - Werkzeugunterstützung bei Aktivitäten an definierten Testfällen
  - Verbesserung des Usability Testing

- Traceability und Integration in Entwicklungstools erreichen
  - Regressionstests, Unit-Tests und ggfs. Standard-Testfälle im Systemtest automatisieren
  - Automatische Testvorschläge vom Compiler bereits zur Übersetzungszeit
  - Frühzeitige Einbindung der Tester in die Entwicklungsphase
- **Konkret benannte Ideen zu Verbesserungen:** Auch hier sind die Antworten ohne Rangfolge zusammengefasst:
- Abgerundetes und für Einsatzbereich vollständiges Spektrum an Spezifikationen für Testfälle erzeugen
  - Testautomatisierung in Bezug auf Jobtickettests, Integration von Script-sprachen ausbauen
  - Funktionstest bzgl. aller nach außen geführten Schnittstellen vervollständigen und automatisieren
  - Eigenständigen Testbereich bilden, Qualitätsmanagement mit hauptamtlichem Tester
  - Testmanagement mittels TestBench (imbus) verbessern
  - Regressionstests für GUI und Datenaustausch automatisieren
  - Code-Generierung aus UML-Model mit anschließendem automatischen Test
  - Anforderungen formaler spezifizieren
  - Wunschscenario: Testumfang wird von Produktmanagement und Architektur definiert, von Testingenieuren umgesetzt und sofort in eine weitgehend automatische Testsuite eingebaut. Diese Testsuite baut schon während der Entwicklung permanent das System. Ebenso wird dieses System permanent gegenüber Beispieldaten getestet - ebenfalls automatisiert.

#### 4.1.17.2 Erfolgs- und Widerstandsfaktoren

**Fragetext:**

Welche hauptsächlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme sehen Sie?

Die Angaben der 71 beantwortenden Unternehmen überdecken sich vollständig mit den Angaben zur Frage 15a (Abschnitt 4.1.16.2) und werden daher nicht erneut aufgelistet.

## 4.2 Fragenteil ‚Testen in Projekten‘

Es folgen die Fragen 17-22, welche beispielhafte Projekte in den Unternehmen erfassen und dort den Grad des Testens und der Testautomatisierung ermitteln. Um eine genügend große Datenmenge zu erzeugen, wurden dabei die Fragen 17-19 als Fragen 20-22 repliziert und den befragten Unternehmen somit die Möglichkeit gegeben, zwei Projekte in die Stichprobe einzufügen. Daher werden sich die Auswertungen der folgenden drei Fragen zu Projekten immer auf zwei Fragen (17 & 20, 18 & 21 und 19 & 22) beziehen.

### 4.2.1 Automatisierungsgrad von Qualitätssicherung

#### Fragetext:

Wie stark hinsichtlich der durchzuführenden Tätigkeiten in Test- und Qualitätssicherung sind die folgenden Schritte automatisiert?

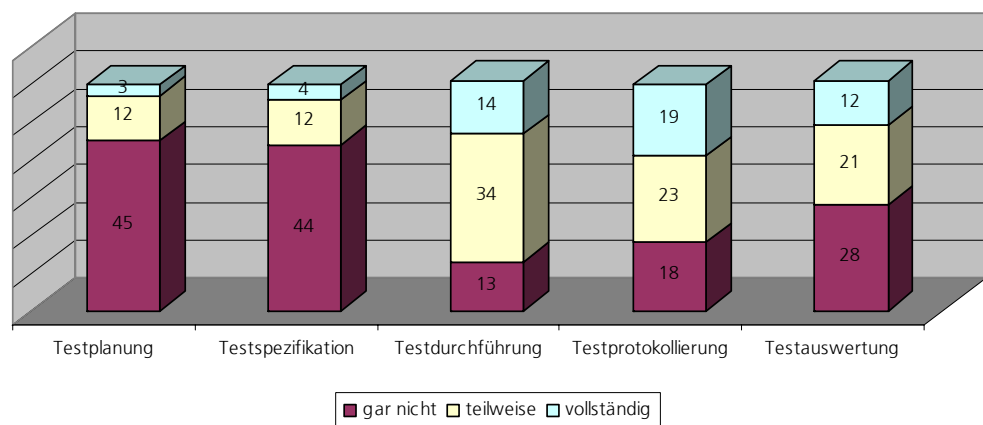


Abbildung 19: Statistische Ergebnisse der Fragen 17 & 20

Die Prozentuale Verteilung der Auswahlantworten bezieht sich hier auf 132 beantwortende Unternehmen. Sehr deutlich ist bereits auf den ersten Blick zu sehen, dass Planung und Spezifikation beim Testen insgesamt gegenüber den mehr ‚praktischen‘ Aufgaben deutlich weniger automatisiert sind. Dieses Ergebnis war aufgrund der Schwierigkeiten bei der Automatisierung solcher Aktivitäten durchaus zu erwarten. Ebenso ist auch für die Phasen Durchführung und Protokollierung eine sehr starke Ausprägung von teilweise oder vollständiger Automatisierung nicht sehr verwunderlich.

## 4.2.2 Automatisierte Tätigkeiten innerhalb der Qualitätssicherung

### **Fragetext:**

Welche Tätigkeiten innerhalb der von Ihnen (teil-)automatisierten Schritte sind automatisiert?

Die Textantworten der 132 Unternehmen sind nach den Testphasen sortiert und werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt:

### • **Tätigkeiten in der Testplanung**

- Testfallplanung
- Testfallerstellung
- Ressourcenplanung
- Zeitplanung
- Testkonzept-Vorlagen
- Planung und Statusüberwachung/-report

### • **Tätigkeiten in der Testspezifikation**

- Templates für Testfälle festlegen
- Testfälle ermitteln
- Vorbereitungen
- Dokumentation

### • **Tätigkeiten in der Testdurchführung**

- GUI Test
- Server-Test
- Kompatibilitätstest
- Lasttests
- Funktionstests
- Testläufe
- System build/rebuild
- Testumgebungsaufbereitung
- Stimulation und Rücklesen
- Abnahmeprozedur
- Hosting
- Capture Playback
- Dateninput
- Zugriffstests
- Signalstimuli



• **Tätigkeiten in der Testprotokollierung**

- Datenerfassung
- Datenaufzeichnung von Mess- und Funktionsergebnissen
- Logging
- Monitoring
- Protokollerstellung
- Testarchivierung
- Reporting (Build-Error, DB-Test-Error etc.)
- Testergebnisausgabe
- Messdatentransfer / Dauertests / Messreihen
- Ergebnisdarstellung

• **Tätigkeiten in der Testauswertung**

- Logging
- Monitoring
- Statistikgenerierung
- Präsentation
- Soll-Ist-Vergleiche
- Statusreports
- Defektreports
- Log-Aufbereitung (Zusammenfassungen, einfache Statistiken)
- Strukturierte Reports

**4.2.3 Projektgröße**

**Fragetext:**

Wie groß war das Projekt?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Projektbudget [1.000 €] <sup>4</sup>	0,1	130,0	1.438,5	2.596,4	9.000,0
Firmeninterner Aufwand [PM] <sup>5</sup>	2,0	20,0	139,9	327,5	1.800,0

Abbildung 20: Statistische Ergebnisse der Fragen 18 & 21

Unter den Projekten, welche im ersten und zweiten Projekt-Fragenteil von 132 Unternehmen angegeben wurden, befanden sich im Bereich des Gesamtbudgets die größten bei etwa 9 Mio €. Da diese extrem hohen Werte nicht allzu häufig auftraten ergibt sich ein durchschnittlicher Projektgrößenwert von

<sup>4</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

<sup>5</sup> PM: Personenmonate.

1,4 Mio €. Da die hier angegebenen Werte das Gesamtprojekt-Volumen betreffen ist eine Aussage über den Anteil der tatsächlich im Bereich reiner Softwareentwicklung entstandenen Kosten nicht möglich. Eine solche Frage hätte allerdings von so wenigen Firmenvertretern beantwortet werden können<sup>6</sup>, so dass dieser Frage keine echte Aussagekraft hätte zugeschrieben werden können.

Die Angaben über den Projektaufwand, gemessen an den Personenmonaten, sind ergiebiger: Hier ergibt sich ein Durchschnitt von 256,6 Personenmonaten für ein Projekt.

#### 4.2.4 Testaufwände im Verhältnis zum Gesamtaufwand des Projektes

**Fragetext:**

Wie hoch war der Testaufwand, bezogen auf den Gesamtaufwand des Projekts?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Test- zu Gesamtaufwand [%]	2,0	20,0	20,3	12,5	45,0

Abbildung 21: Statistische Ergebnisse der Fragen 19 & 22

Bei den 132 beantwortenden Unternehmen wurden die Testaufwände im Kontext eines Projektes auf durchschnittlich ca. 20 % eingeschätzt. Die Werte liegen insgesamt zwischen 2 und 45% und lassen durch die Standard-Abweichung von ca. 12% eine Einschätzung im Bereich von einem Drittel bis einem Fünftel des Gesamtprojektaufwandes für das Testen der Software zu.

---

<sup>6</sup> Bereits bei ersten Interviews zeigte sich, dass die Informationen über einzelne Projekte teilweise nur sehr schwer zu extrahieren und auch aufgrund Ihres Kontextes nicht mit einem einheitlichen Maßstab messbar sind.

### 4.3 Fragenteil ‚Unternehmenscharakterisierung‘

Nun die Ergebnisse der Fragen zur Unternehmenscharakterisierung diskutiert. Diese Fragen lassen auch eine Einordnung der antwortenden Unternehmen in die Unternehmenslandschaft zu.

#### 4.3.1 Unternehmensgröße – Anzahl Mitarbeiter

**Fragetext:**

Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen insgesamt?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Unternehmensgröße [MA] <sup>7</sup>	1,0	96,0	4.949,3	21.500,4	142.000,0

Abbildung 22: Statistische Ergebnisse der Frage 23

Das größte der beantwortenden 64 Unternehmen beschäftigt ca. 150.000 Mitarbeiter, wohingegen das kleinste eine Ein-Mann-Firma darstellt. Durchschnittlich werden ca. 4800 Mitarbeiter beschäftigt. Dieser sehr Hohe wert wird allerdings durch die recht hohe Standard-Abweichung, welche durch ‚extreme Ausreisser‘ verursacht wird, nicht gestützt, sondern lässt eine deutlich geringere Mitarbeiterzahl der meisten Unternehmen erkennen, wie der bei 96 Mitarbeitern liegende Median (mittlerer Wert der Stichprobe) belegt.

#### 4.3.2 Unternehmensgröße – Anzahl Mitarbeiter im Bereich Software

**Fragetext:**

Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen in der Entwicklung und Wartung von Software?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Softwarebereichsgröße [MA]	1,0	25,0	406,2	1.540,5	10.000,0

Abbildung 23: Statistische Ergebnisse der Frage 24

Auch hier ist – wie bei der vorherigen Frage – eine deutlich geringere Zahl der Mitarbeiter im Bereich Software zu erwarten, als mit dem Durchschnittswert angegeben, da auch hier wieder eine sehr hohe Standardabweichung auf wenige extreme Ausreißer im maximalen Bereich der Mitarbeiterzahlen hindeutet. Der Median der Stichprobe liegt bei 25 Mitarbeitern im Bereich Software Entwicklung und stellt einen plausiblen Wert im Verhältnis zum Median von 92

<sup>7</sup> MA = Mitarbeiter

Gesamtbeschäftigten der vorangehenden Frage dar. Diese Frage beantworteten 64 Unternehmen.

### 4.3.3 Durchschnittliche Projektgröße

**Fragetext:**

Welche Größe haben Projekte in Ihrem Unternehmen durchschnittlich [in T€]?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Minimale Projektgrößen [1.000 €] <sup>8</sup>	0,0	10,0	50,0	98,5	500,0
Durchschn. Projektgrößen [1.000 €] <sup>9</sup>	0,0	140,0	545,1	1.002,3	5.000,0
Maximale Projektgrößen [1.000 €] <sup>10</sup>	0,0	750,0	2.513,4	4.700,9	20.000,0

Abbildung 24: Statistische Ergebnisse der Frage 25

Es ist sofort sichtbar, dass die kleinen Projekte der 64 beantwortenden Unternehmen deutlich weniger Varianz in den angegebenen Werten aufweisen als die durchschnittlichen oder gar die großen Projekte.

### 4.3.4 Jahresumsatz des Unternehmens

**Fragetext:**

Wie hoch ist der Jahresumsatz Ihres Unternehmens [in Mio€]?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Jahresumsatz [Mio €] <sup>11</sup>	1,5	32,0	3.318,9	14.348,5	73.000,0

Abbildung 25: Statistische Ergebnisse der Frage 26

Die Jahresumsätze der 64 beantwortenden Unternehmen liegen stark auseinander und reichen bis zu 73 Mrd. €, der Durchschnittswert liegt bei ca. 3 Mrd. €, sollte aber wegen der hohen Standard-Abweichung nicht überbewertet werden. Vielmehr lässt hier der gegenüber Ausreißern robuste Median eine verlässliche Aussage bei einem Wert von ca. 32 Mio. € zu.

<sup>8</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

<sup>9</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

<sup>10</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

<sup>11</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

### 4.3.5 Erwirtschafteter Umsatzanteil Software

**Fragetext:**

Welcher prozentuale Anteil am Umsatz wird durch Software (-dienstleistungen) erwirtschaftet?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Umsatzanteil Software [%]	0,0	50,0	53,9	39,2	100,0

Abbildung 26: Statistische Ergebnisse der Frage 27

Von 64 Unternehmen wurden Angaben zum Umsatzanteil des Software-Bereiches gemacht. Durchschnittlich wird etwas mehr als die Hälfte des Umsatzes aus Software und Software-Dienstleistungen erwirtschaftet, wobei auch reine Software-Häuser unter befragten Unternehmen zu finden sind.

### 4.3.6 Mitarbeiter im eigenen Verantwortungsbereich

**Fragetext:**

Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Verantwortungsbereich?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Verantwortungsgröße [MA]	0,0	5,5	19,4	38,3	200,0

Abbildung 27: Statistische Ergebnisse der Frage 28

Die Mitarbeiterverantwortung der ausfüllenden Vertreter der 64 beantwortenden Unternehmen reicht bis zu 200 Mitarbeitern. Durchschnittlich liegt die Verantwortung bei ca. 19 Mitarbeitern, bei der Hälfte der Unternehmen liegt jedoch die Zahl von Mitarbeitern der ausfüllenden Person bei fünf oder weniger (vgl. Median von 5,5; mittlerer Wert der Stichprobe).

### 4.3.7 Budget im eigenen Verantwortungsbereich

**Fragetext:**

Welches Budget steht Ihrem Verantwortungsbereich zur Verfügung [in T€]?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Verantwortungsbudget [1.000 €] <sup>12</sup>	2,0	500,0	970,1	1.356,1	5.000,0

Abbildung 28: Statistische Ergebnisse der Frage 29

Diese Frage, welche von 64 Unternehmen beantwortet wurde, zeigt, dass es zwar durchaus einige Verantwortungsbereiche mit einem sehr hohen Budget ausgestattet sind, dies jedoch insgesamt eher selten auftritt (sehr Hohe Standard-Abweichung), so dass der pauschale Durchschnitt von ca. 1,35 Mio € eher gering zu bewerten ist gegenüber dem Medianwert von etwa 500.000 € Budget für das gros der Verantwortungsbereiche.

### 4.3.8 Existierende Beteiligungen

**Fragetext:**

Existieren Beteiligungen anderer Unternehmen an Ihrem Unternehmen?

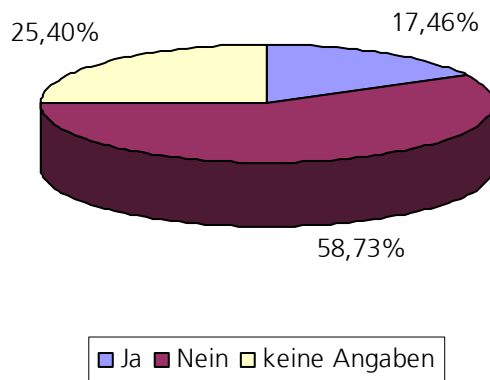


Abbildung 29: Statistische Ergebnisse der Frage 30

Diese Frage war aufgrund der Definition ‚kleiner und mittelständiger Unternehmen‘ (=KMU, siehe Abschnitt 4.1.1), welche für das Land Rheinland-Pfalz gilt, erforderlich. Es zeigt sich, dass für ca. 60 % der 63 antwortenden Unternehmen keine Beteiligungen durch andere Unternehmen gegeben ist.

<sup>12</sup> Um Outlier bereinigte Ergebnisse.

### 4.3.9 Größte Einzelbeteiligung

**Fragetext:**

Wie hoch ist ungefähr die größte Einzelbeteiligung eines anderen Unternehmens an Ihrem Unternehmen?

Kennzahl	Min	Median	Mittelwert	Std.Abw.	Max
Max. Unternehmensbeteiligung [%]	0,0	10,5	25,1	32,0	100,0

Abbildung 30: Statistische Ergebnisse der Frage 31

Auch diese Frage begründet sich durch die für das Land Rheinland-Pfalz nötige Identifikation von KMU's. Die maximale und die Minimalbeteiligung eines Unternehmens an den befragten Unternehmen liegt bei den 63 beantwortenden Unternehmen wie zu erwarten war bei 100% resp. bei 0%. Durchschnittlich sind die Beteiligungen an den befragten Unternehmen bei etwa einem viertel. Da jedoch eine recht hohe Standardabweichung gegeben ist zeigt sich, dass hier einige Unternehmen diesen Wert durch recht hohe Beteiligungen nach oben beeinflussen. Der Median liegt daher deutlich geringer bei etwa 10% Beteiligung.

### 4.3.10 Unternehmenstyp

**Fragetext:**

Zu welcher der folgenden Kategorien gehört Ihr Unternehmen?

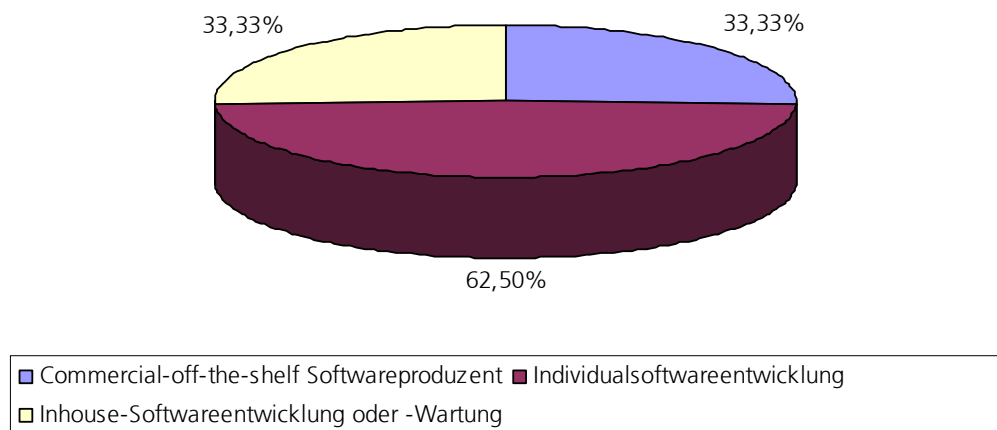


Abbildung 31: Statistische Ergebnisse der Frage 32

Von den 48 beantwortenden Unternehmen sind die meisten (etwa 60%) im Bereich der Individualsoftwareentwicklung u finden. Die restlichen Firmen teilen

sich fast zu gleichen Teilen (je ca. 1 Drittel) in COTS<sup>13</sup>-Softwareproduzenten und in Firmen, die Inhouse-Softwareentwicklung und –wartung betreiben.

#### 4.3.11 Einsatzbranchen der Software

##### **Fragetext:**

In welchen Industriesektoren setzen Sie Ihre Software ein bzw. wird Ihre Software eingesetzt?

Die Textantworten der 48 Unternehmen wurden zu Gruppen von Industriesektoren zusammengefasst und bezüglich der Häufigkeit Ihrer Nennung sortiert. Sie werden im Folgenden dargestellt:

- **Industriesektoren mit Vier- und Fünffachnennung:**
  - Banken und Versicherungen (5)
  - Telekommunikation (5)
  - Automotive (4)
  - Spedition und Logistik (4)
  
- **Industriesektoren mit Zwei- und Dreifachnennung:**
  - Automobilindustrie (3)
  - GIS<sup>14</sup> (3)
  - Internet (3)
  - Medizin (3)
  - Fernüberwachung (2)
  - Wirtschafts- und Finanzdienstleister (2)
  
- **Industriesektoren mit Einfachnennung:**
  - Adaptive Management
  - Application Management
  - Auktionshäuser (klassisch)
  - Callcenter
  - Consulting
  - CRM<sup>15</sup>
  - Elektrotechnik

---

<sup>13</sup> COTS = Commercial-off-the-shelf - Es werden hiermit Produkte beschrieben, welche ohne oder mit sehr geringem Konfigurationsaufwand direkt beim Kunden einsetzbar sind. Dies trifft z.B. für die übliche Office-Software zu, die man auf einem PC installiert. Das Gegenteil einer solchen Software wäre z.B. ein Softwaresystem, welches im Rahmen eines Projektes in die Systemlandschaft des Kunden integriert werden muss.

<sup>14</sup> GIS = Geografische Informationssysteme

<sup>15</sup> CRM = Customer Relationship Management



- Energie
- Gas- und Wasserversorger
- Kommunen
- Maschinenbau
- Möbelhersteller
- Network Management
- Partnervermittlung
- Rundfunk
- Schulverwaltung
- Service Level Management
- Stahl
- System Management
- Telematik
- Textilindustrie
- Verlags- und Druckindustrie

#### 4.3.12 Hauptmärkte der Unternehmen

##### Fragetext:

Welche der folgenden Märkte sind bzgl. Ihrer Commercial-off-the-shelf Produkte bzw. Individualsoftware als Hauptmärkte anzusehen?

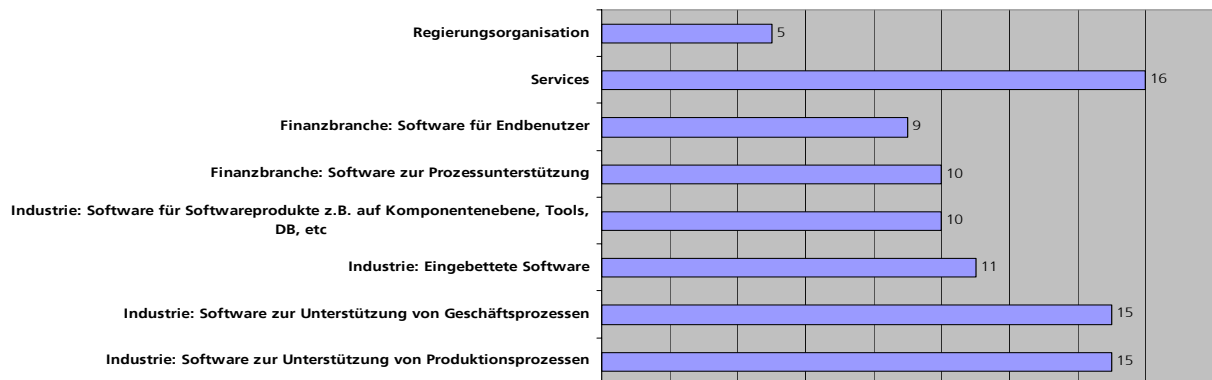


Abbildung 32: Statistische Ergebnisse der Frage 34

Von den 48 beantwortenden Unternehmen wurden die Märkte „Services“, „Software zur Unterstützung von Geschäftsprozessen“ und „Software zur Unterstützung von Produktionsprozessen“ als die wichtigsten Hauptmärkte eingestuft. Das Mittelfeld der Nennungen bilden die Industriemärkte für ‚Eingebettete Software‘ und für ‚Software für Softwareprodukte‘. Der schwächste Markt wird durch Regierungsorganisationen gebildet.

### 4.3.13 Unternehmenskategorie

**Fragetext:**

Zu welchen Kategorien gehört Ihr Unternehmen?

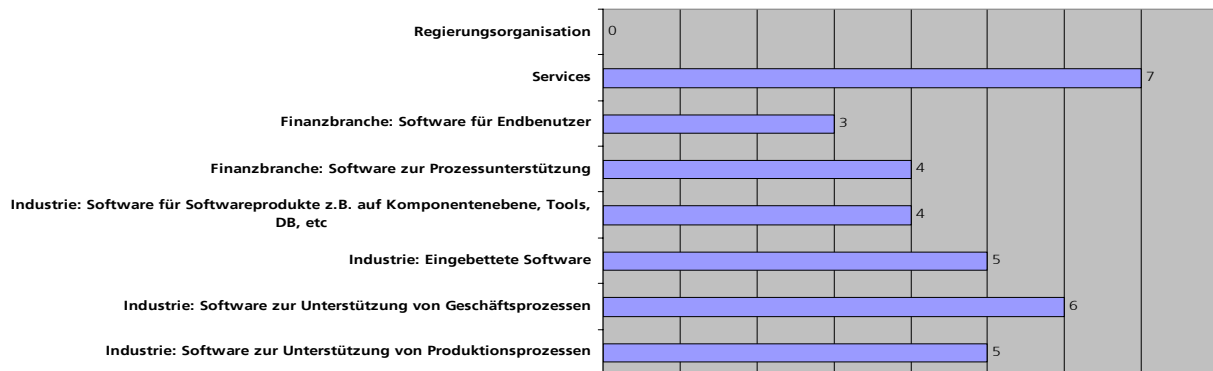


Abbildung 33: Statistische Ergebnisse der Frage 35

Die 48 beantwortenden Unternehmen finden sich besonders stark (ca. 60%) in dem Bereich industrieller Softwareentwicklung (Software zur Unterstützung von Geschäfts- und Produktionsprozessen, sowie Eingebettete Software und Software für Softwareprodukte) wieder. Die Bereich Services und die Finanzbranche (Software für Endbenutzer und Software für Prozessunterstützung) sind mit jeweils etwa 20% gleich stark vertreten, wohingegen der Bereich der Regierungsorganisationen nicht vertreten ist.

### 4.3.14 Wunsch nach Übermittlung der Umfrageergebnisse

**Fragetext:**

Möchten Sie die Ergebnisse dieser Studie nach deren Abschluss per E-Mail erhalten? - Falls ja: Tragen Sie bitte Ihre E-Mail-Adresse hier ein.

Die 48 Unternehmen, die die Umfrage bis zum Ende ausgefüllt haben, äußerten Interesse an den Ergebnissen und deren Zusammenfassung in diesem Report.

## 5 Zusammenfassung

Anhand der Ergebnisse aus der Umfrage lässt sich erkennen, dass ein großes Interesse an den Themen Testen und Testautomatisierung besteht. Erste Ansätze, dieses Thema – und damit die Qualität der eigenen Software – besser in den Griff zu bekommen, werden bereits in vielen Firmen geleistet.

Es ist allerdings auch feststellbar, dass verschiedene Anstrengungen, die von einigen Firmen hinsichtlich Testen/Testautomatisierung unternommen werden, zum Teil in Ihrem Umfang überbewertet werden. Dies zeigt sich eindrucksvoll durch die Antworten auf die Eingangsfragen (Fragen 1 und 2), in denen zunächst nach einer eigenen Einschätzung und anschließend nach einer Konkretisierung dieser Einschätzung gefragt wird und sich zwischen den Antworten auf die beiden Eingangsfragen deutliche Diskrepanzen was systematische Ansätze zum Testen und zur Testautomatisierung betrifft, ergeben.

Dieser ‚Stand der Praxis‘ zeigt letztlich, dass im Bereich von Testen und Testautomatisierung ein großes Potential zur Verbesserung der Software, der Methoden und zur Kosteneinsparung für die Unternehmen sichtbar ist und dass dieses erst bei wenigen Unternehmen durchgängig etabliert ist. Ein Großteil der Möglichkeiten, welche derzeit existieren, wird noch nicht ausgeschöpft und bietet daher große Chancen, ökonomischere und stabilere Softwareprodukte herzustellen. Um dies zu erreichen, müssen jedoch – wie die Umfrage zeigte – in vielen Unternehmen verschiedene Widerstandsfaktoren überwunden und Voraussetzung noch geschaffen werden.

## 6 Referenzen

- [Lei04] Bernd Leitenberger: Die Ariane 5. URL: <http://www.bernd-leitenberger.de/text/ariane5.html>.
- [Lad93] Report on Accident to Airbus A320-211 Aircraft in Warsaw on 14 September 1993, Main Commission Aircraft Investigation Warsaw, March 1994. (Der Bericht wurde u.a. von Uni Bielefeld von Peter Ladkin im Internet veröffentlicht. – Einstiegslink: <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/Incidents/DOCS/FBW.html#A320-Warsaw>)
- [SWE04] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, URL: <http://www.swebok.org>

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitliches Wachstum der Stichprobe in der Befragung.....	5
Abbildung 2:	Anzahl der beantworteten Fragen (von Frage 1 bis 36) .....	9
Abbildung 3:	Statistische Ergebnisse der Frage 1.....	10
Abbildung 4:	Statistische Ergebnisse der Frage 2.....	11
Abbildung 5:	Statistische Ergebnisse der Frage 2a.....	13
Abbildung 6:	Statistische Ergebnisse der Frage 3.....	14
Abbildung 7:	Statistische Ergebnisse der Frage 4.....	15
Abbildung 8:	Statistische Ergebnisse der Frage 5.....	16
Abbildung 9:	Statistische Ergebnisse der Frage 6.....	17
Abbildung 10:	Statistische Ergebnisse der Frage 7.....	18
Abbildung 11:	Statistische Ergebnisse der Frage 8.....	19
Abbildung 12:	Statistische Ergebnisse der Frage 9.....	20
Abbildung 13:	Statistische Ergebnisse der Frage 10.....	20
Abbildung 14:	Statistische Ergebnisse der Frage 11.....	21
Abbildung 15:	Statistische Ergebnisse der Frage 12.....	23
Abbildung 16:	Statistische Ergebnisse der Frage 13.....	24
Abbildung 17:	Statistische Ergebnisse der Frage 14.....	25
Abbildung 18:	Statistische Ergebnisse der Frage 14 – bezogen auf die Software-Entwicklung	25
Abbildung 19:	Statistische Ergebnisse der Fragen 17 & 20 .....	31
Abbildung 20:	Statistische Ergebnisse der Fragen 18 & 21 .....	33
Abbildung 21:	Statistische Ergebnisse der Fragen 19 & 22 .....	34
Abbildung 22:	Statistische Ergebnisse der Frage 23.....	35
Abbildung 23:	Statistische Ergebnisse der Frage 24.....	35
Abbildung 24:	Statistische Ergebnisse der Frage 25.....	36
Abbildung 25:	Statistische Ergebnisse der Frage 26.....	36
Abbildung 26:	Statistische Ergebnisse der Frage 27.....	37
Abbildung 27:	Statistische Ergebnisse der Frage 28.....	37
Abbildung 28:	Statistische Ergebnisse der Frage 29.....	38
Abbildung 29:	Statistische Ergebnisse der Frage 30.....	38
Abbildung 30:	Statistische Ergebnisse der Frage 31.....	39
Abbildung 31:	Statistische Ergebnisse der Frage 32.....	39
Abbildung 32:	Statistische Ergebnisse der Frage 34.....	41
Abbildung 33:	Statistische Ergebnisse der Frage 35.....	42

## 8 Anhang

Im Folgenden ist die papier-basierte Variante des Fragebogens der SoP-Umfrage abgedruckt. Die Formulierung und Nummerierung der Fragen weicht etwas von dem Online-Fragebogen ab, ist allerdings inhaltlich identisch zu diesem.

<BEGINN FRAGEBOGEN>



### Testverfahren und -automatisierung in KMUs der Softwarebranche

#### Interviewleitfaden

Der Zweck dieses Fragebogens ist die **Charakterisierung** des **Standes der Praxis** in Bezug auf Software-Testverfahren bzw. -automatisierung in KMUs. Dazu ist das Interview in 3 Abschnitte unterteilt:

- Fragen zur Vorgehensweise beim Testen in Ihrem Unternehmen
- Fragen zur Charakterisierung typischer Projekte in Ihrem Unternehmen
- Fragen zur Charakterisierung Ihres Unternehmens an sich

Die Fragen sind jeweils kursiv gesetzt, Hinweise zu den Antworten stehen direkt danach in eckigen Klammern.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

## Tests, Testverfahren, Produkte, Werkzeuge

---

**1. Wie sind die folgenden Aktivitäten bzgl. Tests in Ihrem Unternehmen organisiert?** [ankreuzen]

	keine	ad-hoc	systematisch
Planung			
Spezifikation			
Durchführung			
Protokollierung			
Auswertung			

**2. Welche Produkte werden auf welche Weise in Ihrem Unternehmen getestet?**

[Eintragen: GAR NICHT, NICHT-SYSTEMATISCH (nicht-, teil-, vollautomatisiert)], SYSTEMATISCH (nicht-, teil-, vollautomatisiert)]

Produkt	Neuentwicklungen	Wiederverwertete Komponenten	Fremdkomponenten
Units			
Komponenten			
System			

**3. Wie ist der Software-Test in Ihrem Unternehmen organisiert?**

[ankreuzen]

	Einzelpersonen	Lose Gruppe	Eigene Testabteilung
Unit			
Integration			
System			
Abnahme/Akzeptanz			

**4. Wer definiert Testfälle in Ihrem Unternehmen üblicherweise?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Der Anforderungsingenieur
- Der Architekt/Designer
- Die Programmierer
- Der Testingenieur
- Der Teamleiter (Entwicklung)
- Der Projektleiter
- Der Kunde
- Der Teamleiter QS
- Berater
- Andere, und zwar:

**5. Welche Testtechniken werden in Ihrem Unternehmen verwendet?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Ad-hoc
- Äquivalenzklassen
- Grenzwertanalyse
- Entscheidungstabellen
- Basierend auf endlichen Automaten
- Auf formalen Spezifikationen basierend
- Zufallstesten
- Referenzmodelle für code-basiertes Testen, z.B. Flußgraphen, Aufrufgraphen
- Built-in Self-Testing
- Kontrollflußbasiertes Testen
- Datenflußbasiertes Testen
- Fehler erraten
- Mutationstesten
- Betriebsprofile
- SRET
- Web-basiertes Testen
- GUI Testen
- Testen von nebenläufigen Programmen
- Testen auf Protokollkonformität
- Testen verteilter Systeme
- Testen wissenschaftlicher Software
- Funktionelles Testen (Blackbox, ohne Kenntnis der Implementierung, anhand Spezifikation)
- Strukturelles Testen (White Box, Kenntnisse über Implementierung beeinflussen Auswahl der Testdaten)
- Abdeckung und Betrieb/Sättigungseffekt



### **6. Welche der folgenden Lasttests werden in Ihrem Unternehmen durchgeführt**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Volume Test: Programm mit großen Datenmengen beschicken
- Stresstest: Programm hochfrequent mit Daten beschicken
- Speichertest: Limits von Hauptspeicher und Festspeicher testen
- Dauertests: Wie verhält sich das Programm bei langen Laufzeiten? (Speicherlecks...)
- Andere Tests, und zwar: \_\_\_\_\_

### **7. Welche der folgenden Aktivitäten werden in Ihrem Unternehmen ausgeführt zum Management der Testresultate?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Die Testresultate werden dokumentiert und an die relevanten Stellen verteilt
- Bzgl. entdeckter Fehler wird ein Qualitätsassessment des Produkts durchgeführt
- Bzgl. der gesammelten Testdaten wird eine Qualitäts/Kosten-Abwägung durchgeführt, diese führt zu einer Priorisierung von Verbesserungsoptionen
- Produktverbesserungsaktionen werden auf Teammitglieder verteilt und nachverfolgt
- Fehler werden klassifiziert nach der Entwicklungsphase, in der sie eingeführt wurden
- Fehler werden klassifiziert nach Typ
- Fehlerursachen werden analysiert und Lessons Learned aufgezeichnet
- Die Folgekosten gefundener Fehler werden berechnet
- Bekannte Fehler werden für den Kunden dokumentiert

### **8. Welche der folgenden Punkte werden in Ihrem Unternehmen in der Software-Testplanung adressiert?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Identifikation der zu testenden Objekte mit Name und Version
- Typ des auszuführenden Tests (Regression/Akzeptanz/...)
- Spezifikation zu testender Features
- Spezifikation nicht zu testender Features
- Spezifikation der einzusetzenden Testtechniken
- Spezifikation des Aggregationsschemas für Software-Units
- Spezifikation von Testfällen
- Konfigurationsmanagement für Testfälle und Testdaten
- Spezifikation von Test-Tools und der Testumgebung
- Identifikation von Testingenieuren und ihren Rollen
- Spezifikation der Kundenrolle (falls zutreffend)
- Planung der Trainingsanforderungen für Testingenieure
- Spezifikation des Testzeitplans
- Identifikation von Testaufzeichnungen und -reports
- Identifikation relevanter Risiken
- Spezifikation der Erfolgskriterien der Tests

**9. Welche der folgenden Artefakte sind Teil der Software-Testdokumentation in Ihrem Unternehmen?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Testplan
- Testdesign-Spezifikation
- Testfall-Spezifikation
- Testvorgehensweise-Spezifikation
- Test Log
- Testauffälligkeiten-Report
- Testzusammenfassung
- Akzeptanztest-Report

**10. Wie werden in Ihrem Unternehmen Testmethoden selektiert?**

[ankreuzen, mehrere Antworten möglich]

- Von einem organisierten Team
- Nach Erfahrung aus Projekten von der Business Unit/dem Projektteam
- Unstrukturiert
- Anders, und zwar:

**11. Welche Werkzeuge (kommerziell/Eigenentwicklungen) verwenden Sie in Ihrem Unternehmen in den jeweiligen Test?**

[Freitext]

Kommerzielle Werkzeuge für Unittests: \_\_\_\_\_

Kommerzielle Werkzeuge für Integrationstests: \_\_\_\_\_

Kommerzielle Werkzeuge für Systemtests: \_\_\_\_\_

Kommerzielle Werkzeuge für Abnahme-/Akzeptanztests: \_\_\_\_\_

Eigenentwicklungen:

- Unittests
- Integrationstests
- Systemtests
- Abnahme-/Akzeptanztests

**12. Wie sind (in etwa) die Aufwände für Software Entwicklung prozentual in Ihrem Unternehmen verteilt?**

Kosten für (bitte ungefähren Mittelwert über typische Projekte in Prozent angeben, z.B. 30%, 40%, 30%) ...

Entwicklung von Code: \_\_\_\_\_ %

Erstellung und Durchführung von Qualitätssicherung/Testen: \_\_\_\_\_ %

**13. Welche sind die Top-3 Qualitätstreiber**

[bis zu 3 ankreuzen]

- Functionality
- Security (Sicherheit von Daten)
- Interoperability
- Reliability
- Availability (Verfügbarkeit, z.B. 24/7)
- Usability
- Efficiency
- Maintainability
- Portability
- Effectiveness
- Productivity
- Safety (Sicherheit von Personen)

**14. Wie hoch waren die Investitionen zu Erreichung des aktuellen Grades an Testautomatisierung in Ihrem Unternehmen?**

[ankreuzen]

	Unter €50k	€50k-€100k	€100k-€200k	Über €200k
Hardware				
Software und Schulungen				
Personal				

**15. Was sind die Top-Prioritäten in Ihrem Unternehmen bzgl. Testen und Testautomatisierung in den nächsten 1-2 Jahren?**

[Freitext]

---

**Welche hauptsächlichlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme sehen Sie?**

[Freitext]

---

**16. Was ist Ihre Vision bzgl. der Testautomatisierung für das Jahr 2010?**

[Freitext]

---

**Welche hauptsächlichlichen Erfolgs- und Widerstandsfaktoren, welche Probleme sehen Sie?**

[Freitext]

---

## Typische Projekte

---

Bitte charakterisieren Sie kurz 1-2 typische Projekte Ihres Unternehmens.

**Projekt 1:**

**17. Wie stark bzgl. der durchzuführenden Tätigkeiten sind die folgenden Schritte im Hinblick auf Testen und Qualitätssicherung automatisiert? [ankreuzen]**

	Planung	Spezifikation	Durchführung	Protokollierung	Auswertung
Gar nicht					
Teilweise					
Vollständig					
Automatisierte Bereiche:					

**18. Wie groß war das Projekt?**

Budget des Projektes [in T€]: \_\_\_\_\_  
 Eigener firmeninterner Aufwand [in PM]: \_\_\_\_\_

**19. Wie groß war der Testaufwand, bezogen auf den Gesamtaufwand des Projekts? [Prozentual vom eigenen firmeninternen Aufwand]**

---

**Projekt 2:**

**20. Wie stark bzgl. der durchzuführenden Tätigkeiten sind die folgenden Schritte im Hinblick auf Testen und Qualitätssicherung automatisiert? [ankreuzen]**

	Planung	Spezifikation	Durchführung	Protokollierung	Auswertung
Gar nicht					
Teilweise					
Vollständig					
Automatisierte Bereiche:					

**21. Wie groß war das Projekt?**

Budget des Projektes [in T€]: \_\_\_\_\_  
 Eigener firmeninterner Aufwand [in PM]: \_\_\_\_\_

**22. Wie groß war der Testaufwand, bezogen auf den Gesamtaufwand des Projekts? [Prozentual vom eigenen firmeninternen Aufwand]**

## Unternehmenskontext

---

Die folgenden Fragen dienen dazu, Sie und Ihr Unternehmen zu charakterisieren.

**23. Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen insgesamt?**

\_\_\_\_\_

**24. Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen in der Software-Entwicklung?**

\_\_\_\_\_

**25. Welche Größe haben Projekte in Ihrem Unternehmen...**

...minimal[€]? \_\_\_\_\_

...durchschnittlich [€]? \_\_\_\_\_

...maximal[€]? \_\_\_\_\_

**26. Welchen Umsatz macht Ihr Unternehmen?**

[T€] \_\_\_\_\_

**27. Welcher Anteil am Umsatz wird durch Software (-dienstleistungen) erwirtschaftet?**

[in %] \_\_\_\_\_

**28. Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Verantwortungsbereich? \_\_\_\_\_**

**Wie viele Mitarbeiter arbeiten in der Test- bzw. QS-Abteilung? \_\_\_\_\_**

**29. Welches Budget hat Ihr Verantwortungsbereich?**

[T€] \_\_\_\_\_

**30. Sind andere Unternehmen an Ihrem Unternehmen beteiligt**

[ja/nein] \_\_\_\_\_

**31. Wenn ja: Was ist ungefähr die größte Einzelbeteiligung eines anderen Unternehmens?**

[in 10%-Schritten]? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**32. Zu welcher der folgenden Kategorien gehört Ihr Unternehmen?**

[ankreuzen]

- Commercial-off-the-shelf Softwareproduzent
- Individualsoftwareentwicklung
- Inhouse-Softwareentwicklung oder -Wartung

**33. In welchen Industriesektoren setzen Sie Ihre Software ein bzw. wird Ihre Software eingesetzt?**

---

**34. Falls Ihr Unternehmen ein Commercial-off-the-shelf Softwareproduzent oder in der Individualsoftwareentwicklung tätig ist, welcher der folgenden ist Ihr Hauptmarkt?**

- Industrie: Software zur Unterstützung von Produktionsprozessen
- Industrie: Software zur Unterstützung von Geschäftsprozessen
- Industrie: Eingebettete Software
- Industrie: Software für Softwareprodukte z.B. auf Komponentenebene, Tools, DB, etc
- Finanzbranche: Software zur Prozessunterstützung
- Finanzbranche: Software für Endbenutzer
- Services
- Regierungsorganisation

**35. Falls Sie Inhaus-Softwareentwicklung oder -Wartung betreiben, zu welchen Kategorien gehört Ihr Unternehmen?**

- Industrie: Software zur Unterstützung von Produktionsprozessen
- Industrie: Software zur Unterstützung von Geschäftsprozessen
- Industrie: Eingebettete Software
- Industrie: Software für Softwareprodukte z.B. auf Komponentenebene, Tools, DB, etc
- Finanzbranche: Software zur Prozessunterstützung
- Finanzbranche: Software für Endbenutzer
- Services
- Regierungsorganisation

**35a. Welche Technologien zur Softwareentwicklung setzen Sie in Ihrem Unternehmen ein?**

[Freitext]

---

**36. Möchten Sie die Ergebnisse der Studie per eMail zugeschickt bekommen?**

E-Mail-Adresse: \_\_\_\_\_

<ENDE FRAGEBOGEN>

# Dokumenten Information

**Titel:**           **Stand der Praxis von Software-Tests und deren Automatisierung**

Datum:           20. September, 2004

Report:          IESE-093.04/D

Status:          Final

Klassifikation: Öffentlich

**Copyright 2004, Fraunhofer IESE.**

Alle Rechte vorbehalten. Diese Veröffentlichung darf für kommerzielle Zwecke ohne vorherige schriftliche Erlaubnis des Herausgebers in keiner Weise, auch nicht auszugsweise, insbesondere elektronisch oder mechanisch, als Fotokopie oder als Aufnahme oder sonstwie vervielfältigt, gespeichert oder übertragen werden. Eine schriftliche Genehmigung ist nicht erforderlich für die Vervielfältigung oder Verteilung der Veröffentlichung von bzw. an Personen zu privaten Zwecken.