



Diese ergaben sich aus Analysen aktueller Konferenzen, der in Kapitel 2 skizzierten ähnlichen Veröffentlichungen sowie aus vielen bilateralen Gesprächen und Diskussionen wie z.B. anlässlich der TAV 27 ([Wi15]). Der dedizierte Fragebogen zur Forschung wurde von knapp 100 Forscherinnen und Forschern beantwortet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Agilität benötigt Forschung

Bei den agilen Vorgehensweisen und Praktiken besteht erhöhter Forschungsbedarf. Ungefähr die Hälfte der Forscher und Forscherinnen sehen die Forschung zu agilen Vorgehensmodellen (Scrum, XP, Kanban, u.a.; 47%) als zu gering an. Auch Themen wie Crowd Testing (53%) müssen noch näher untersucht werden.

Hingegen werden die Forschungsaktivitäten für traditionelle QM-Modelle (ISO9000, TQM, u.a.; 42%), phasen- und planorientierte Vorgehensmodelle (V-Modell XT, United Process, u.a.; 41%) sowie Prozessbewertungsmodelle (CMMI, Spice, u.a.; 39%) als ausreichend angesehen. Testprozess-/Bewertungs- und Verbesserungsmodelle (TPI-Next, TMMI, ISO 33036, u.a.) scheinen in Forschungskreisen eher keine Bedeutung zu haben oder unbekannt zu sein, denn 34% machten keine Angaben.

Für agile Praktiken, insbesondere die sich auf das Testen beziehen, ergibt sich ein sehr einheitliches Bild: Für die Integration des Testens in das agile Vorgehen (59%), methodische Ansätze beim agilen Testen (57%) und Continuous Integration/Deployment (54%) ist die Forschung zu gering. Allein bei DevOps zeigt sich eine etwas andere Einschätzung: 43% sehen zwar eine notwendige Erhöhung der Forschung, allerdings machten auch 33% keine Angaben, was die Differenz zu den anderen genannten Praktiken möglicherweise erklärt. In der frühzeitigen Einbindung des Testens in agilen Vorgehensmodellen sehen knapp die Hälfte der Forschenden Bedarf für eine Erhöhung der Forschung (BDD 49% und ATDD 47%). Ebenso sehen dies 39% bei Specification by Example. Bei TDD zeigt sich ein anderes Bild: 45% stufen die Forschung als ausreichend ein.

Handlungsbedarf zeigt sich auch in [SwQ15] bei der Automatisierung von Tests, wie es BDD und ATDD versprechen: Während über 60% der Befragten Kosteneinsparungen zwischen 10% und 50% erwarten, liegt der tatsächliche Automatisierungsgrad bei der Mehrheit der untersuchten Projekte nur im Bereich von 0 bis 20%.

In [Ca16] wird in Bezug auf Continuous Integration/Deployment die fehlende adäquate Automatisierung des Build- und Integrationsprozesses an erster Stelle der Herausforderungen bei der Anwendungsentwicklung gesehen (45%).

Beim Explorativen Testen scheiden sich die Geister: 29% möchten die Forschung erhöhen, auf der anderen Seite sehen fast ebenso viele (28%) sie als ausreichend an und immerhin 13% möchten sie verringern oder einstellen. Für 30% scheint Exploratives Testen keine Bedeutung zu haben, sie haben keine Angaben gemacht.

### 4.2 Wirksamkeit von Qualitätsmaßnahmen ist stärker zu erforschen

Für bekannte allgemeine Techniken und Verfahren wird die Forschung als ausreichend eingeschätzt: Model-Checking (60%), werkzeuggestützte und manuelle Statische Analyse

(58%), Simulation (53%), Whitebox-Test (50%) und statische formale Verifikation (40%, zur Laufzeit 46%). Etwas mehr als ein Drittel der Befragten sehen lediglich bei formaler Verifikation zur Laufzeit und bei Testspezifikations-sprachen/Techniken die Forschung als zu gering an.

Aus Sicht der Forscherinnen und Forscher lassen sich folgende Fragen nicht fundiert beantworten (die Zahlen geben an, wie viel Prozent der Befragten die Forschung als zu gering erachten):

- Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen QS-Maßnahmen? (70%)
- Wie kann die Wirksamkeit und Effizienz der QS-Maßnahmen nachgewiesen werden? (68%)
- Wie können die zum Projekt »passenden« QS-Maßnahmen ausgewählt werden? (61%)
- Wie können die unterschiedlichen QS-Maßnahmen verglichen werden? (56%)

Dies deckt sich mit dem Ergebnis aus [Ca16], welche die größten Herausforderungen bei der Erstellung effektiver Testfälle sieht (gleichauf mit denen bei der Erhebung der Endbenutzer-Erwartungen und -Anforderungen).

### 4.3 Forschung bei Security Testing ist zu intensivieren

Werden einzelne Testarten betrachtet, wird die Forschung für Performance Testing (60%) und für Usability Testing (50%) als ausreichend angesehen. Beim Model-Based Testing gibt es keine Einigkeit unter den Forschenden: 40% sehen auch hier die Forschung als ausreichend an, hingegen erachten 36% eine Erhöhung für sinnvoll. Über 20% plädieren bei Mutation Testing für die Verringerung bzw. Einstellung der Forschungsaktivitäten. Höchste Priorität hat das Security Testing, denn hier sehen 65% einen erhöhten Forschungsbedarf, gefolgt von Cloud Testing mit 47%.

Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus [SwQ15]. Dort wurden allgemein die nicht-funktionalen bzw. qualitativen Aspekte nicht übermäßig gewichtet, aber 45% bzw. 42% fanden die Einhaltung regulatorischer Anforderungen bzw. die Sicherheit sehr wichtig. In [Ca16] führt Security mit 59% die Top 10 Liste der wichtigsten Aspekte der IT-Strategie an.

### 4.4 Zukünftige Herausforderungen in der Forschung

Für die allgemeinen Techniken und Verfahren sehen die Forschenden einen erhöhten Forschungsbedarf in folgenden Bereichen:

- selbst-lernende Algorithmen und Systeme 70%;
- neue Eingabemöglichkeiten (Sprache, Gesten, u.a.) 59%;
- neue Ausgabemöglichkeiten (3D, Sprache, u.a.) 54%.

Für „Quality of Design“ (einfache, konsistente Benutzung, u.a.) sehen 44% einen erhöhten und 31% einen durchschnittlichen Forschungsbedarf.

Erheblich bzw. leicht erhöhten Forschungsbedarf sehen 69% bei Testgenerierung aus natürlich sprachlichen Dokumenten/Anforderungen und 63% bei Design for Testability. Bei der Visualisierung der Testobjekte sehen 55% Bedarf, 12% sind nicht überzeugt und halten eine Verringerung der Forschung für richtig.

Zum Vergleich: Die Verbesserung der „User Experience“ steht an zweiter Stelle der Top 10 Liste der wichtigsten Aspekte der IT-Strategie in [Ca16].

Bei den Herausforderungen der künstlichen Intelligenz ist die Einschätzung der Experten in [Imb15] heterogen und lässt keine eindeutige Meinung dazu erkennen, ob KI-gestützte Systeme anders zu testen sind, als „normale“ Software.

#### 4.5 Safety/Security ist weit vorn

In welchen Bereichen wird für die QS zukünftig Forschungsbedarf gesehen? Mit 84% ist Safety/Security eindeutiger Spitzenreiter gefolgt von Künstlicher Intelligenz mit 73% und dem Internet der Dinge/Industrie 4.0 mit ebenfalls 73%. Knapp dahinter folgen Smart Living/Digitale Lebenswelten (68%) und Eingebettete Systeme (67%) sowie Big Data (60%).

Auch hier besteht große Übereinstimmung zu den in Abschnitt 4.3 aufgeführten Erkenntnissen aus [SwQ15].

Auf die Frage nach derzeitigem und zukünftigem Forschungsbedarf in bisher noch nicht erwähnten Themen sind keine klaren Trends erkennbar. Eine tiefere Analyse der Freitext-Antworten ist erforderlich und folgt später.

#### 4.6 Forschungslandschaft ist verbesserungsfähig

Die Kooperation zwischen Forschung und Praxis kann durchaus verbessert werden: 25% der Forscher sind mit den Forschungsaufträgen/-ideen aus der Praxis unzufrieden. Ebenso viele sind unzufrieden mit der Annahme und Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse durch die Praxis.

Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Grundlagen- und Auftragsforschung bei ihren Forschungsprojekten sehen 34%. 31% der Forscher erhalten überwiegend Auftragsforschung aus der Industrie und 28% sehen ihre Forschungsprojekte eher im Bereich Grundlagenforschung. 44% der Projekte werden überwiegend aus öffentlichen Mitteln bestritten. In der Forschung finden wir eher kleine Forschungsprojekte in kleinen Forschungseinrichtungen: 36% der Forschungseinrichtungen haben weniger als zehn Mitarbeiter, 32% haben 10 bis 49 Mitarbeiter.

71% beschäftigen weniger als zehn Mitarbeiter in ihrem größten Forschungsprojekt und bei den kleinsten Projekten sind 60% Ein-Personen-Projekte.

## 5 Fazit

Die (relativ) geringe Teilnehmerzahl von knapp 100 lässt natürlich nur eingeschränkte Aussagen zu. Die Forschenden sehen noch erheblichen Bedarf an fundierten Erkenntnissen im Bereich der Qualitätssicherung. Dies betrifft zum einen die Auswahl, die Wirksamkeit und die gegenseitigen Abhängigkeiten von einzelnen Maßnahmen zur Qualitätssicherung allgemein, zum anderen die agilen Praktiken und Vorgehensweisen.

Security und Safety sind die großen Herausforderungen in den kommenden Jahren, gefolgt von Künstlicher Intelligenz und dem Internet der Dinge/Industrie 4.0. Da auf den Gebieten auch erheblicher Bedarf an Grundlagenforschung besteht, sind größere Forschungsprojekte erforderlich.

Im Bereich Qualitätssicherung scheinen Promotionen die Treiber der Forschung zu sein. Die großen Leuchtturm-Projekte fehlen. Mit Ein-Personen-Projekten, die die Mehrzahl der Forschungsprojekte im Gebiet der Qualitätssicherung derzeit ausmachen, wird der Durchbruch

nur bedingt, in kleinen Schritten oder auch gar nicht gelingen.

## 6 Literaturverzeichnis

- [Ca16] Capgemini, Sogeti, HP: World Quality Report 2015-16. 7<sup>th</sup> Ed., Capgemini, 2016.
- [Eu14] EuroSTAR® Software Testing Report 2014 - Practices & Attitudes in Software Testing (PAST) Study. EuroSTAR, 2014.
- [Ha11] Haberl, P.; Spillner, A.; Vosseberg, K.; Winter, M.: Umfrage 2011: „Softwaretest in der Praxis“. dpunkt.verlag, Heidelberg, November 2011.
- [Imb15] FUTURE OF TESTING - imbus Trend Study, imbus AG, 2015
- [Is16] ISTQB® Effectiveness Survey 2015-16. International Software Testing Qualifications Board, 2016.
- [Mü98] Müller, U.; Wiegmann, T.; Avci, O.: »State of the Practice« der Prüf- und Testprozesse in der Softwareentwicklung, Ergebnisse einer empirischen Untersuchung bei deutschen Softwareunternehmen, 1998.
- [Pos15] Poston, R.; Calvert, A.: Vision 2020: The Future of Software Quality Management and Impacts on Global User Acceptance. Proc. HCI in Business 2015, LNCS Vol. 9191, Springer International Publishing, 2015, 748-760
- [Sp11a] Spillner, A.; Vosseberg, K.; Winter, M.; Haberl, P.: Qualitätssicherung im Wandel: Was sich in den letzten 15 Jahren getan hat. OBJEKTSpektrum, 6/2011, S. 46-51, 2011.
- [Sp11b] Spillner, A.; Vosseberg, K.; Winter, M.: Überraschende, unerwartete und erfreuliche Ergebnisse der anonymen Online-Umfrage Softwaretest in der Praxis 2011. GI-TAV 32, Berlin, Nov. 2011.
- [SwQ15] Software Development 2015: Trends & Benchmarks Report Schweiz: Wo stehen wir – wohin geht es? SwissQ/Universität Zürich, 2015
- [Wi12] Winter, M.; Spillner, A.; Vosseberg, K.; Haberl, P.: Softwaretest-Umfrage 2011 - Erkenntnisziele, Durchführung und Ergebnisse. Proc. SE 2012, Berlin, 2012, [GI-LNI](#), Vol. P-198, S. 157-168
- [Wi15] Winter, M.; Vosseberg, K.; Spillner, A.: Neuauflage der Softwaretest-Umfrage. 37. TAV-Workshop der GI-FG "Test, Analyse und Verifikation von Software", Softwaretechnik-Trends, [Vol. 35](#), Nr. 1, Februar 2015
- [URLWordle] Wordle: generating "word clouds" from text. [www.wordle.net](http://www.wordle.net)
- [URLZPunkt] z Punkt: Megatrends <http://www.z-punkt.de/themen/artikel/megatrends>

**Danksagung:** Die Autoren bedanken sich beim German Testing Board (GTB e.V.) und beim Swiss Testing Board (STB) für die finanzielle Unterstützung der Umfrage sowie beim BITKOM e.V. für die Bereitstellung der Online-Umfragesoftware. Besonderer Dank gilt Dr. Frank Simon und Kai Leppler vom GTB e.V. für die Zusammenarbeit bei der Konzeption und Durchführung der Umfrage sowie M.Sc.Inf. Karin Valbert-Polenske und B.Sc.Inf. Carmen Müller für die Mitarbeit bei ihrer Auswertung. Last but not least bedanken wir uns ganz herzlich bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern für ihre Mühe und Geduld bei der Beantwortung der Fragebögen.