

# Effekte modellbasierter Test- und Analyseverfahren in Unternehmen: Ergebnisse einer großangelegten empirischen Evaluation mittels industrieller Fallstudien <sup>1</sup>

Michael Kläs<sup>2</sup>, Thomas Bauer<sup>3</sup>, Andreas Dereani<sup>4</sup>, Thomas Söderqvist<sup>5</sup>, Philipp Helle<sup>6</sup>

**Abstract:** Bei der Erstellung eingebetteter Systeme spielen neben modellbasierten Softwareentwicklungsverfahren zunehmend auch modellbasierte Prüfverfahren eine Rolle. Entsprechende Qualitätssicherungstechniken und -werkzeuge verheißend hierbei Kosteneinsparungen und höhere Produktqualität. Leider existieren derzeit nur wenige empirische Daten, die diesbezügliche Aussagen auch in der Praxis belegen. Der Beitrag stellt daher eine aktuelle unternehmensübergreifende Studie vor, die den Einfluss modellbasierter Qualitätssicherung im industriellen Kontext auf eine Reihe von Verbesserungsziele untersucht. Die zugrundeliegenden Daten stammen aus 13 Fallstudien, die im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts bei Unternehmen aus dem Verkehrssektor durchgeführt wurden. Die aggregierten Ergebnisse deuten dabei auf deutliche Kosteneinsparungspotentiale hin, so können die Verifikations- und Validationskosten im Durchschnitt um 29% bis 34% gesenkt werden. Ebenso können Fehlerbehebungskosten im Mittel um 22% bis 32% reduziert werden. Vergleichsweise gering sind hingegen die beobachteten Verbesserungen bezüglich Testüberdeckung und Fehlerzahlen, wie auch bezüglich Produkteinführungszeiten.

**Keywords:** Empirical study, embedded software quality assurance, multiple case study, QQM+Strategies, quantitative technology evaluation, model-based testing, internal baselines.

## 1 Einleitung und Forschungsfragen

Der Beitrag basiert auf der Veröffentlichung “*A Large-Scale Technology Evaluation Study: Effects of Model-based Analysis and Testing*” von Michael Kläs, Thomas Bauer, Andreas Dereani, Thomas Söderqvist und Philipp Helle auf der 37. International Conference on Software Engineering (ICSE) 2015 [Kla15].

In dieser wurden die folgenden drei Forschungsfragen untersucht:

---

<sup>1</sup> Teile der hier vorgestellten Arbeiten und Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des ARTEMIS Projekts MBAT (no. 269335), sowie der Projekte ARAMiS (01IS11035) und SPES (01IS12005E) gefördert.

<sup>2</sup> Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE), Data Engineering, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, michael.klaes@iese.fraunhofer.de

<sup>3</sup> Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE), Embedded System Quality Assurance, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, thomas.bauer@iese.fraunhofer.de

<sup>4</sup> Daimler AG, Sindelfingen, Germany, andreas.dereani@daimler.com

<sup>5</sup> Volvo Group Trucks Technology, Advanced Technology & Research, Gothenburg, Sweden, thomas.soderqvist@volvo.com

<sup>6</sup> Airbus Group Innovations, Hamburg, Germany, philipp.helle@airbus.com

- Welche Ziele werden mit einer Einführung von (integrierten) modellbasierten Analyse- und Testtechnologien (MBAT) bei eingebetteten Systemen in den Domänen Schienen-, Automobil-, und Luftverkehr verfolgt und mit welchen Strategien sollen diese erreicht werden?
- Wie können angestrebte Verbesserungen quantifiziert und im Rahmen einer großen, mehrere Einzelfallstudien umfassenden Evaluation beurteilt werden?
- Welche Verbesserungen können durch MBAT Technologien erreicht werden?

## 2 Vorgehen und Ergebnisse

In der Studie wurden zu Beginn wichtige Verbesserungsziele und Strategien im Umfeld der (integrierten) Nutzung modellbasierter Analysen und Testverfahren basierend auf einer Dokumentenanalyse und einer Umfrage bei den potentiellen Fallstudiengebern erhoben und konsolidiert. Dabei kam eine vereinfachte Variante der GQM+Strategies Methode [Bas14] zum Einsatz [KBT13]. Das Ergebnis waren GQM+Strategies-Graphen für fünf Hauptziele mit insgesamt 23 Unterzielen sowie entsprechenden Strategien. Die konsolidierten Ziele wurden anschließend mit abstrakten Maßen quantifiziert und durch fallstudien-spezifische Messpläne individuell operationalisiert. Entsprechende Daten wurden anschließend in den verschiedenen Fallstudien erhoben. Um den Vertraulichkeitsanforderungen der Fallstudiengeber nachzukommen, wurde dabei das Konzept der internen Baselines [KBT13] genutzt bei dem keine absoluten Zahlenwerte sondern relative Verbesserungen kommuniziert und analysiert werden.

Die aggregierten Ergebnisse zeigen in den Zielbereichen mit Kostenbezug deutliche Einsparungen bezüglich Fehler- wie auch Qualitätssicherungskosten auf. Hinsichtlich Markteinführungszeiten und Produktqualität waren eher geringe Effekte zu verzeichnen. Eine erhoffte Reduktion der Gesamtbetriebskosten der Entwicklungsumgebung konnte zumindest zum Studienzeitpunkt noch nicht beobachtet werden. Die detaillierten Ergebnisse mit Unsicherheitsintervallen sind in der Publikation [Kla15] zu finden.

## Literaturverzeichnis

- [Kla15] Kläs, M.; Bauer, T.; Dereani, A.; Söderqvist, T.; Helle, P.: A Large-Scale Technology Evaluation Study: Effects of Model-based Analysis and Testing. In: Proc. 37th IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE), Florence, S. 119-128, 2015.
- [KBT13] Kläs, M.; Bauer, T.; Tiberi, U.: Beyond Herding Cats: Aligning Quantitative Technology Evaluation in Large-Scale Research Projects. In: Proceedings of 14th International Conference on Product-Focused Software Development and Process Improvement (PROFES), Paphos, Cyprus, Springer, S. 80-92, 2013.
- [Bas14] Basili, V.; Trendowicz, A.; Kowalczyk, M.; Heidrich, J.; Seaman, C.; Münch, J.; Rombach, D.: Aligning Organizations through Measurement - The GQM+Strategies Approach. Springer-Verlag, 2014.