

Diss. ETH Nr. 18490

Zuverlässigkeitsnachweis und Zuverlässigkeitsentwicklung in der Gesamtfahrzeugerprobung

Abhandlung zur Erlangung des Titels
Doktor der Wissenschaften
der ETH Zürich

vorgelegt von
Jochen Ungermann
Dipl.-Wi.-Ing., Universität Karlsruhe (TH)
geboren am 09.06.1982
in Gelnhausen, Deutschland

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Roland Siegwart, Referent
Prof. Dr. Lino Guzzella, Korreferent
Dr.-Ing. Paul Heuler, Korreferent

2009

Abstract

The principal goal of endurance testing is to provide long-term quality by accelerated testing cars close to the customer requirements. To meet customer demands for higher quality, car manufacturers cover large distances on proving grounds to demonstrate and develop product reliability. However, driving thousands of kilometres does not necessarily increase reliability. Instead, cars should rather be tested systematically under different operating conditions to provoke a maximum of failures, thereby ensuring the deficient components to be reengineered.

In this context, the reduction of the sample size in reliability tests is of particular importance. The application of a Bayesian procedure allows the usage of information gained from preceding tests, which leads to a decrease in the number of necessary sample frames. Hence, different test cases can be compared, which is in turn a benefit for technical releases. For these purposes test track characteristics and typical failure modes have to be analyzed.

Another challenge in test planning is to merge different environmental effects with a wide product variety. Design of Experiments enables to reduce the sample size without damaging the validity of the statistical evidence. This works by choosing an optimal set of design runs from a candidate set of possible design treatment runs. One goal of this thesis is the consideration of different maturity stages and the complexity of technical development during test planning. Finally, an optimization procedure ensures the implementation of scaled testing requirements in consideration of the product variety.

With regard to the anticipated customers car use it is besides necessary to analyse warranty and test data in order to derive quantities and mileage targets for endurance testing.

In doing so endurance testing gets more efficient and does notably support the increase of product reliability during the development process.

Zusammenfassung

Automobilhersteller legen täglich tausende Kilometer auf Erprobungsstrecken zurück, um die Langzeitqualität ihrer Produkte weiter zu verbessern. Dabei werden unterschiedliche Kundenbeanspruchungen in zeitlich gerafften Testzyklen zur Ableitung von belastbaren Zuverlässigkeitsaussagen nachgebildet. Da mit dem Zurücklegen weiterer Strecken jedoch nicht automatisch ein Zugewinn an Zuverlässigkeit verbunden ist, gilt es die Testfahrzeuge systematisch unter verschiedenen Umgebungsbedingungen zu erproben. Nur so lassen sich potenzielle Mängel rechtzeitig identifizieren und noch vor einem Serieneinsatz beheben.

Ein wirtschaftliches Interesse liegt hierbei in einer geringen Anzahl an Erprobungsfahrzeugen. Über die Berücksichtigung des Bayes-Theorems gelingt es, Informationen aus verschiedenen Versuchsanordnungen zu einer Gesamtaussage zusammenzuführen, sodass weniger Erprobungsträger eingesetzt werden müssen.

Eine weitere Herausforderung in der Erprobungsplanung besteht darin, eine Vielzahl unterschiedlicher Umgebungseinflüsse auf einem breiten Produktprogramm abzubilden. Über die Methoden der Versuchsplanung lassen sich hierzu die Erprobungsprogramme verdichten, ohne den statistischen Aussagegehalt der Versuchsreihe signifikant zu beeinträchtigen. Dazu wird aus einer Gesamtheit an möglichen Versuchsanordnungen eine optimale Teilmenge ausgewählt. Ein Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Produktreifegrade und Entwicklungskomplexitäten in dieser Erprobungsplanung zu berücksichtigen. Anhand einer Optimierungsprozedur lassen sich schließlich die erforderlichen Mindesterprobungsbedarfe unter Berücksichtigung der Variantenvielfalt ermitteln.

Zur Abbildung des Kundennutzungsverhaltens werden überdies Gewährleistungs- und Erprobungsdaten in die Überlegungen mit einbezogen. Sie bilden die Grundlage für die Festlegung von Mengengerüsten und Ziellaufleistungen in der Erprobung.

Auf diese Art und Weise gelingt es, die Gesamtfahrzeugerprobung effizienter auszurichten und gleichzeitig einen Beitrag zur Zuverlässigkeitsentwicklung zu leisten.