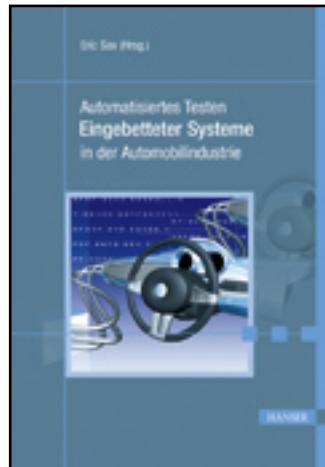


HANSER



Leseprobe

Automatisiertes Testen Eingebetteter Systeme in der Automobilindustrie

Herausgegeben von Eric Sax

ISBN: 978-3-446-41635-2

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41635-2>

sowie im Buchhandel.

5 Testen im Fahrzeug

Christian Müller

5.1 Bedeutung und Ziel des Fahrzeugtests

Auch wenn heute bereits während der gesamten Entwicklung von Fahrzeugsteuergeräten umfangreiche Tests durchgeführt werden (s. Kapitel 1), ist es weiterhin unumgänglich die Steuergeräte im Endprodukt, das der Käufer final nutzt, also dem gesamten Fahrzeug, zu testen. Das Ziel der Fahrzeugtests ist es, den Reifegrad des Endprodukts zu bestimmen. Dazu gehört zum einen die Verifikation des letzten Entwicklungsschritts, der Integration der Steuergeräte ins Fahrzeug und zum anderen die Validierung des Fahrzeugverhaltens gegenüber der Kundenerwartung („kundennahe Tests“).

Aus der Vielzahl an Tests, die am und im Fahrzeug durchgeführt werden, werden in diesem Kapitel lediglich die funktionalen Steuergerätetests betrachtet. Weitere Tests (mechanische Belastung, Klimatests, EMV, ...) werden beispielsweise in Kapitel 9 behandelt.

Tests am und im Fahrzeug werden dabei sowohl entwicklungsbegleitend zur Bestimmung des Entwicklungsreifegrads, als auch produktionsbegleitend zur Bestimmung des Produktionsreifegrads durchgeführt. Dabei werden Fahrzeugtest während und nach der Produktion in erster Linie stichprobenartig im Rahmen der Qualitätssicherung (QS) in der Fertigung abgewickelt (s. Kapitel 9). In den folgenden Abschnitten liegt der Fokus auf den entwicklungsbegleitenden Tests. Die Bereiche, in denen während der Entwicklung Tests am Fahrzeug durchgeführt werden, lassen sich je nach Fokus ihrer Testaktivitäten in vier Gruppen unterteilen [Mül07]:

- Fahrzeug-Komponententest: Fokus auf die Integration einzelner Komponenten in den Gesamtverbund
- Fahrzeug-Funktionstest: Fokus auf einzelne Funktionen im Gesamtverbund (Diagnose, Ruhestrom, ...)
- Gesamtfahrzeug: Fokus auf das Verhalten des Gesamtfahrzeugs (Baureihen)
- Dauerlauf: Fokus auf die Langzeit-Stabilität der Komponenten im Gesamtverbund und des Gesamtfahrzeugs

Aufgrund der kurzen Entwicklungs- und Produktionszyklen und da, vor allem während der Entwicklung, Fahrzeug-Prototypen meist eine teure und knappe Ressource darstellen, ist eine effiziente und reproduzierbare Durchführung der Tests für eine hohe Testabdeckung und damit eine belastbare Reifegradaussage unumgänglich. Ein Schlüsselement hierzu ist zunehmend auch im Fahrzeugtest die Testautomatisierung.

5.2 Testinhalte

Neben der Absicherung der Grundfunktionen werden bei der Wahl der Testinhalte für die Fahrzeugtests vor allem die Unterschiede zu den Laborumgebungen berücksichtigt. Dazu gehören neben den reinen Hardware-Unterschieden (Verkabelung, reale Sensorik und Aktorik, Verbau im Fahrzeug, ...) beispielsweise auch das Verhalten im dynamischen Betrieb und unter „Alltagsbedingungen“. Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Betrachtungen im Fahrzeugtest sind die so genannten „kundenerlebbaren Funktionen“ und subjektive Bewertungen von Funktionen wie beispielsweise „angenehmes“ Wischverhalten oder „ruckfreies“ Schalten, da diese auch beim Endkunden einen wichtigen Anteil an der Gesamtzufriedenheit darstellen. Auch wenn in einem idealen Entwicklungsprozess sämtliche Testreferenzen in einer Spezifikation festgehalten sind, so sind in der Praxis hier vor allem die Erfahrung und das „Gefühl“ des Test-Operators (zu Rollenbeschreibungen s. Abschnitt 2.3.1) von wesentlicher Bedeutung.

Im Gegensatz zum Labortest wird im Fahrzeugtest weniger der Fokus auf eine hohe Testtiefe (z. B. Grenzbereiche, interne Prozessgrößen, ...) als eine hohe Testbreite gelegt. Eine möglichst breite Abdeckung der Szenarien des Alltagsbetriebs in verschiedenen Varianten wird letztlich angestrebt.

5.3 Testablauf

Die Testdurchführung im Fahrzeug lässt sich grundsätzlich in zwei Szenarien aufteilen:

- Durchführung von definierten Testabläufen
- Spontane Dokumentation von Auffälligkeiten

Die Durchführung von definierten Testabläufen ist zunächst einmal prinzipiell gleich wie sie auch im Labor erfolgt. Das System „Fahrzeugelektronik“ wird in festgelegten Abläufen stimuliert und das erwartete ebenfalls zuvor festgelegte Verhalten wird überprüft. Hierbei ist es Ziel, systematisch einen Reifegrad zu ermitteln.

Darüber hinaus müssen auch Auffälligkeiten, die im Fahrzeugbetrieb „spontan“ auftreten (z. B. kurze Aussetzer des Radios), dokumentiert werden, um eine folgende Analyse zu ermöglichen. Das Endprodukt „Fahrzeug“ wird dazu möglichst nah am Praxiseinsatz verwendet. Hierbei liegt die größte Herausforderung darin, sämtliche für die Analyse der jeweiligen Auffälligkeit notwendigen Daten zum richtigen Zeitpunkt zu sammeln. Man spricht hierbei oft auch von „Erprobungen“ (s. Abschnitt 1.3.1).

5.4 Automatisierungsgrad

5.4.1 Ziel

Für die bereits in Abschnitt 5.1 geforderte Effizienz und Reproduzierbarkeit ist ein optimal gewählter Testautomatisierungsgrad entscheidend. Auch wenn prinzipiell stets ein hoher Grad anzustreben ist (s. Kapitel 1), so ist in der Praxis der Fahrzeugtests stets der Aufwand der Automatisierung gegen ihren Nutzen abzuwegen. Beispielsweise wäre es denkbar, die Betätigung sämtlicher Schalter eines Fahrzeugs durch eine entsprechende Robotik zu automatisieren. Wird jedoch für die Montage und Justierung der Robotik schon mehr Zeit in Anspruch genommen, als für die gesamte Durchführung der Tests mit manueller Betätigung, ist von einer Automatisierung hier eher abzusehen. Dies trifft natürlich nur zu, wenn keine weiteren zwingenden Gründe für eine Automatisierung wie z. B. geforderte Präzision vorliegen.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Durchführung der Aufgaben „Dokumentation“, „Ablaufsteuerung“ und „Auswertung“ stets automatisiert durchgeführt werden sollten, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten [Mül07]. Über eine Automatisierung von „Stimulation“ und „Erfassung“ muss jeweils projektspezifisch für jede Prozessgröße entschieden werden. Dabei ist es durchaus üblich, manuelle und automatisierte Zugriffe in einem Testablauf zu kombinieren (s. Abbildung 33).

Dieser Automatisierungsgrad wird als ideales Vorgehen für den Fahrzeugtest angesehen. In der Praxis findet man heute jedoch fast sämtliche Automatisierungsgrade, von der Vollautomatisierung bis hin zu rein manuellen Tests. Eine deutliche Tendenz, auch hier aus den über die letzten Jahre gereiften Erfahrungen zur Testautomatisierung im

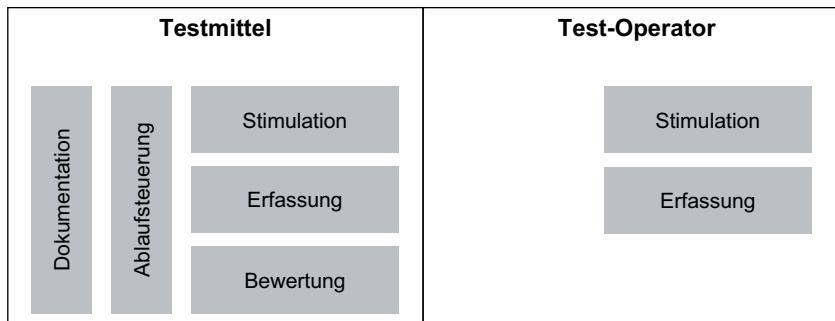


Abb. 33: Angestrebter Automatisierungsgrad

Labor (s. Kapitel 4) zu profitieren, ist klar erkennbar. Ein häufig zu findendes Vorgehen ist die schrittweise Automatisierung, ein „Herantasten“ an einen für das jeweilige Projekt optimalen Automatisierungsgrad.

5.4.2 Automatisierung und Interaktion

Sind alle Testaufgaben automatisiert, so spricht man von „vollautomatisierten Tests“. Sind manuelle Stimulationen und Erfassungen in den Ablauf eingebunden, so spricht man von „interaktiven Tests“, da das Testmittel und der Test-Operator miteinander „interagieren“ (s. Abbildung 34).

Wie bereits in Abschnitt 4.1.2 dargestellt, ist ein entscheidender limitierender Faktor für die Steigerung des Automatisierungsgrades die Zugriffsmöglichkeit auf Prozessgrößen des System-Under-Tests während der Testdurchführung („Zugangspunkt vorhanden?“). Auf eine Prozessgröße kann generell von Test-Operator und Testsystem stimulierend, erfassend oder nicht zugegriffen werden.

Im Rahmen von Hardware-in-the-Loop-Tests ist beispielsweise eine Schalterstellung noch vergleichsweise einfach durch eine entsprechende Komponentensimulation (s. Abschnitt 4.3.3) durch das Testsystem direkt stimulierbar. Ist der Schalter real vorhanden, kann diese Prozessgröße durch einen zusätzlichen Zugangspunkt über einen Spannungsabgriff eventuell noch automatisiert erfasst werden. In einem seriennahen Fahrzeug jedoch kann das Testsystem eventuell nicht mehr direkt zugreifen, der Test-Operator jedoch manuell die Schalterstellung stimulieren, indem er den Schalter in die entsprechende Position bewegt. Um dennoch Tests mit automatisiertem Ablauf durchführen zu können, muss dann eine Möglichkeit der Interaktion zwischen Testsystem und Test-Operator vorhanden sein.

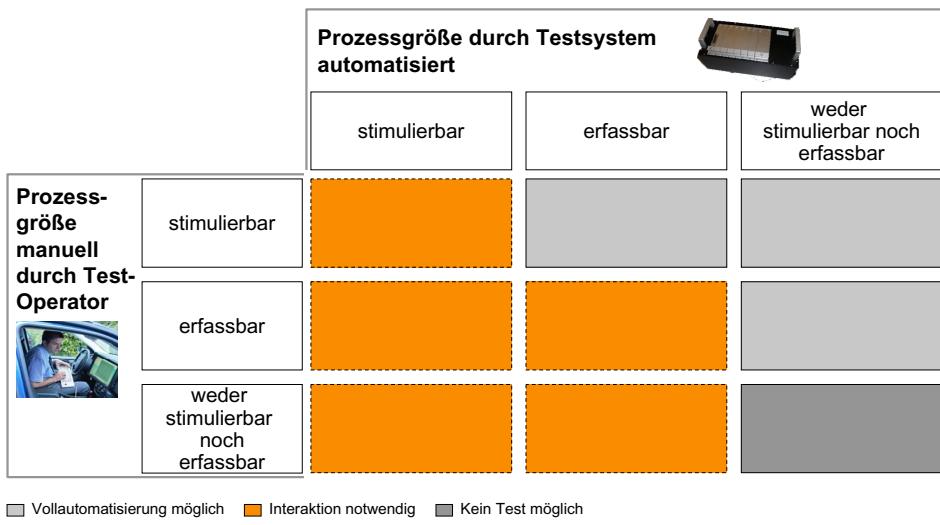


Abb. 34: Manuelle und automatisierte Stimulation und Erfassung

Zur Steigerung der Reproduzierbarkeit ist ein Zugriff des Testsystems dem durch den Test-Operator immer vorzuziehen (höherer Automatisierungsgrad), häufig jedoch beispielsweise aus Kostengründen (s. Roboter aus Abschnitt 5.4.1) nicht möglich. Wenn weder Testsystem noch Test-Operator Zugriff auf eine Prozessgröße haben, kann verständlicher Weise kein Test, der diese Prozessgröße benötigt, ausgeführt werden.

5.5 Herausforderungen des Fahrzeugtests gegenüber dem Labortest

Zu den wesentlichen Herausforderungen der Testautomatisierung im Fahrzeug gehören die bereits in Abschnitt 5.4 erwähnten eingeschränkten Stimulations- und Erfassungsmöglichkeiten gegenüber Labortests. Während im Labor in der Regel sämtliche Ein- und Ausgangsgrößen der Steuergeräte automatisiert stimulier- bzw. erfassbar sind, ist der automatisierte Zugriff im Fahrzeug meist auf die Erfassung über die Bussysteme beschränkt. Das Hinzufügen weiterer Zugriffsmöglichkeiten, beispielsweise eines Messabgriffs zur Strommessung, ist generell möglich, verändert jedoch das eigentliche System-Under-Test und verfälscht damit unter Umständen das Testergebnis. Dennoch werden in der Praxis bewusst solche Veränderungen in Kauf genommen, um die Testtiefe und/oder den Automatisierungsgrad zu erhöhen. Die

Interpretation der Testergebnisse muss dann ebenfalls mit dem Wissen um diese Veränderung erfolgen.

Die wichtigste Herausforderung im Fahrzeugtest ist die Sicherheit für andere Verkehrsteilnehmer, alle Insassen und die Fahrzeugumgebung. Sie hat oberste Priorität. Sie schränkt wesentlich auch die angesprochenen Veränderungen der Zugriffsmöglichkeiten ein. Die Sicherheitsanforderungen sind je nach Bewegungszustand und Umgebung zu unterscheiden (nach steigenden Anforderungen sortiert): Stehendes Fahrzeug, Rollenprüfstand, Fahrt auf abgesperrtem Testgelände und Fahrt im Straßenverkehr. Sind im stehenden Fahrzeug beispielsweise automatisierte elektrische Fehlersimulationen (s. Abschnitt 4.3.2) zur Erhöhung des Automatisierungsgrades auch bei einer sicherheitskritischen Komponente wie dem Bremssystem möglich, so ist dies aus nahe liegenden Gründen im öffentlichen Straßenverkehr auszuschließen.

Die Sicherheitsanforderungen spielen auch bei einer weiteren Herausforderung eine entscheidende Rolle: Für interaktive Tests (s. Abschnitt 5.4) wird eine zusätzliche Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) zwischen Testsystem und Test-Operator benötigt, über die das Testsystem den Test-Operator zu Stimulationen und Erfassungen auffordern kann und er wiederum Informationen an das Testsystem übermitteln kann. Wie in Abbildung 35 ersichtlich, sind in heutigen Fahrzeugen fast sämtliche optimalen Griff- und Sichtbereiche bereits belegt. Dies führt dazu, dass für die MMS des Testsystems fast immer ein Kompromiss aus optimaler Erreichbarkeit und Flexibilität eingegangen werden muss [Fuc06].

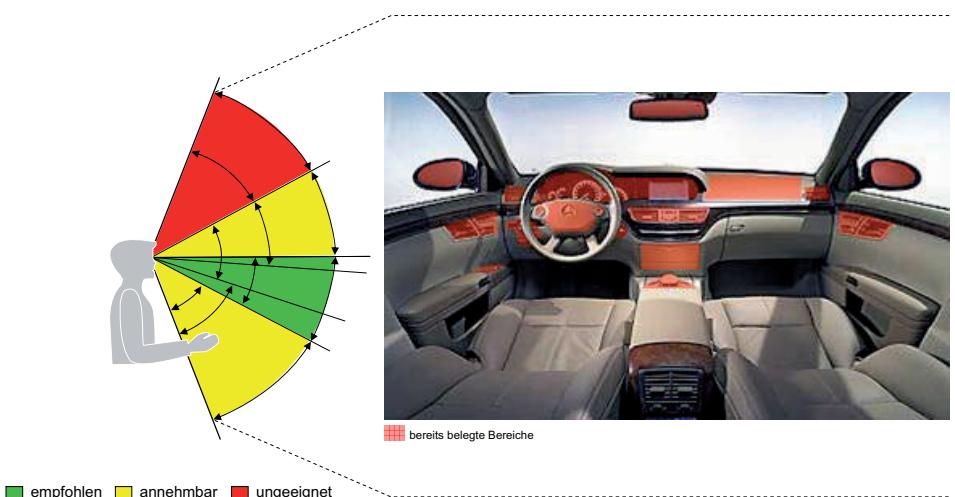


Abb. 35: Belegung Sicht- und Griffbereiche im Fahrzeug (Quelle: [Fuc06])