Automotive Tester

Certification

Version 1.0

März 2011

Automotive Tester Board

Inhalt

1. Modul 1: Grundlagen des Testens (7 Stunden)

1.1. Einführung Automotive Tester

1.1.1 Vorstellung Aufbau des Kurses „Automotive Tester“ (30 Minuten)

Der zertifizierte Automotive Tester erhält einen Überblick über wichtige Testverfahren und Normen, die im Bereich der automobilen Softwareentwicklung zum Einsatz kommen. Der Lehrplan umfasst drei Module:

- Grundlagen des Testens
- Testen im Automobilbau
- Relevante Normen des Automobilbaus

So stellt der Lehrplan zum Automotive Tester einen eigenen Ausbildungszweig komplementär zu den bestehenden Foundation und Advanced Level dar.

1.1.2 Testen im Softwarelebenszyklus (60 Minuten)

Testen im Softwarelebenszyklus

Die Komplexität von Softwareentwicklungen verlangt eine testbasierte Qualitätssicherung. Daher ist das Testen fester Bestandteil in jedem Entwicklungsprozess. Lediglich die Ausprägungen unterscheiden sich zwischen den einzelnen Entwicklungsmodellen, die sich in sequentielle und iterativ/inkrementelle Modelle einteilen lassen.

Lernziel: (K1) Sie kennen folgende Entwicklungsmodelle und können diese in sequentielle, iterative und inkrementelle einteilen: Wasserfall-, V-, Spiralmodell sowie RUP und agile Entwicklungsmodelle.

Zielsetzung des Testens

Testen dient der Qualitätsbestimmung einer Softwareentwicklung und dem Entdecken von Fehlerwirkungen sowie der Schaffung vorbeugender Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlhandlungen. Testen bezeichnet nicht das beseitigen von Fehlern. Zu jedem Test gehören ein definiertes Testziel und ein Testprozess. Die Durchführung von Tests kann auf unterschiedlichen Teststufen durchgeführt werden.

Lernziel: (K1) Sie können beschreiben, warum Software getestet wird.

(K2) Sie können folgende Teststufen beschreiben: Komponententest, Integrationstest, Systemtest und Abnahmetest sowie die Hardware-Software- und Funktionsintegrationstest

Testprozess im Kontext der Unternehmensprozesse

Der Testprozess ist eigenständig kein produktiver Prozess. Die Tätigkeit des Testens ist immer der Entwicklung nachgelagert und somit ist das Testen vom Fortschritt der Entwicklung abhängig. Die Qualitätslehre fordert einerseits zwar unabhängige Tester, anderseits fordert ein effizienter Fehlerabstellungsprozess eine schnelle und formale Kommunikation zwischen Test und Entwicklung.

Diese Aspekte bedingen eine Einbindung des Testens in übergreifende und unterstützende Unternehmensprozesse.

Lernziel: (K2): Sie können die Zielsetzung und Bedeutung im Bezug aufs Testen vom Anforderungs-, Konfigurations-, Änderungs-, Risiko- und Abweichungsmanagement beschreiben.

1.2. Testprozess und Testmanagement

1.2.1 Grundlagen des Testmanagements (15 Minuten)

Testen ist eine Teamaufgabe. Das Testteam muss durch einen Testmanager geführt werden. Einerseits verfolgt der Testmanager Unternehmensziele durch die Definition von konkreten Testzielen und gleichzeitig berichtet er den Testfortschritt in das Unternehmen. Andererseits muss der Testmanager das Testteam gemäß aktueller Begebenheiten und erzielter Zwischenresultate fortwährend steuern.

Lernziel: (K1) Sie können die Aufgabenstellung und Notwendigkeit des Testmanagements beschreiben.

1.2.2 Der Fundamentale Testprozess (30 Minuten)

Um ein Testziel verfolgen zu können, ist ein Testprozess zu definieren, der gemäß des fundamentalen Testprozess folgende Phasen berücksichtigt: Planung und Steuerung, Analyse und Design, Umsetzung und Durchführung, Auswertung und Bericht sowie Anschluss der Testaktivitäten. Zu jeder Testphase gehören Rollen. Unterschieden werden zunächst Testmanager, Test Analyst und Technical Test Analyst.

Lernziel: (K2) Sie können den fundamentalen Testprozess beschreiben und die einzelnen Phasen definieren.
(K1) Sie können die Rollen im fundamentalen Testprozess benennen und diese den Prozessphasen zuordnen.
(K2) Sie können beschreiben, was zu einer Testspezifikation gehört.

1.3. Spezifikationsbasierte Testentwurfsverfahren (Black-Box) für den Automotive Tester

1.3.1 Einführung (15 Minuten)

Bei spezifikationsbasierten Testentwurfsverfahren findet der Testentwurf ohne Kenntnis der inneren Struktur des Testobjekts statt. Auf Basis der Spezifikation oder gleichwertigen Dokumenten und impliziten Erwartungen werden Testfälle nach bestimmten Verfahren entworfen. Durch den Vergleich beobachteter Ergebnisse mit erwarteten Ergebnissen werden Abweichungen identifiziert. Nicht alle spezifikationsbasierten Testentwurfsverfahren finden in der automobilen Softwareentwicklung Anwendung. Entsprechend wird im Folgenden lediglich eine Auswahl an spezifikationsbasierten Testentwurfsverfahren gelehrt. Weitere Verfahren werden im allgemeinen Syllabus-Lehrangebot vermittelt.

Lernziel: (K1) Sie können beschreiben, was spezifikationsbasierte Testentwurfsverfahren sind und wofür sie eingesetzt werden.

1.3.2 Äquivalenzklassenbildung (20 Minuten)

Gemäß der Annahme, jeder Repräsentant einer Äquivalenzklasse zeigt dasselbe Verhalten, ist es ausreichend, jeweils einen Repräsentanten jeder gültigen und ungültigen Äquivalenzklasse zu testen. Klassen können sowohl für die Eingangs- als auch für Ausgangswerte gebildet werden.

Lernziel: (K2) Sie können beschreiben, welche Fehlerwirkungen mit Äquivalenzklassenbildung entdeckt werden.

(K2) Sie können die Testfallüberdeckung für Äquivalenzklassen bestimmen.

(K3) Sie können Repräsentanten für Äquivalenzklassen bestimmen.

1.3.3 Grenzwertanalyse (20 Minuten)

Eine häufige Fehlerquelle bei der Entwicklung von Software liegt in der falschen Umsetzung von Grenzen, so dass insbesondere an den Grenzen Fehler auftreten können, die während der Äquivalenzklassenbildung nicht gefunden werden. Daher führt die Überprüfung der Grenzwerte einer Aquivalenzklasse zur Identifikation von Implementierungs- und Interpretationsfehlern an den Grenzen.

Lernziel: (K2) Sie können beschreiben, welche Fehlerwirkungen mit Grenzwertanalyse entdeckt werden.

(K2) Sie können die Testfallüberdeckung für Grenzwerte bestimmen.

(K3) Sie können Grenzwerte von Äquivalenzklassen bestimmen.

1.3.4 Entscheidungstabellen (30 Minuten)

Zur Auswertung von Funktionen mit hoher Kombinatorik an Eingangswerten werden Entscheidungstabellen eingesetzt. Eingangswerte können sowohl diskrete Werte sein als auch Repräsentanten aus Äquivalenzklassen oder Grenzwerte. Alle möglichen Entscheidungen werden tabellarisch aufgeführt und in Testfälle überführt.

Lernziel: (K2) Sie können die Anwendung von Entscheidungstabellen beschreiben und wissen für welche Fehlertypen diese eingesetzt werden.

(K2) Sie können die Testfallüberdeckung aufgrund einer Entscheidungstabelle bestimmen.

(K3) Sie können Entscheidungstabellen erstellen.

1.3.5 Zustandsbasiertes Testen (30 Minuten)

Insbesondere für eingebettete Systeme mit diskreten Zuständen werden in der Entwicklung und zum Testfallentwurf Zustandsautomaten erstellt, um die Übergänge von einem Zustand in den anderen beschreiben zu können. Die Modelle bieten unterschiedliche Möglichkeiten zur Testfallerstellung mit verschiedenen Metriken zur Ermittlung der Testfallüberdeckung: Zustandsüberdeckung, n-switch-Überdeckung und Zustandsübergangstabellen, die sowohl gültige als auch ungültige Überdeckungen berücksichtigen.

Lernziel: (K2) Sie können die Anwendung von Zustandsautomaten beim Testen beschreiben und können erklären, für welche Fehlertypen Testfälle basierend auf Zustandsautomaten eingesetzt werden.

(K2) Sie können die Testfallüberdeckung für Zustandsüberdeckung, n-switch-Überdeckung und bei Zustandsübergangstabellen ermitteln.

(K3) Sie können Zustandsautomaten erstellen und Testfälle gemäß der Überdeckungsgrade Zustandsüberdeckung, n-switch-Überdeckung und gemäß Zustandsübergangstabellen entwerfen.

1.3.6 Zusammenfassung der spezifikationsbasierten Testentwurfsverfahren (10 Minuten)

Die gelehrten Testentwurfsverfahren werden bei unterschiedlichen Zielsetzungen eingesetzt, unterliegen unterschiedlichem Testaufwand und erzielen unterschiedliche Qualitätsgüte.

Lernziel: (K3) Sie können entscheiden, für welche Testanwendungen welches Testentwurfsverfahren unter Berücksichtigung der Zielsetzung inklusive der Teststufe, der Ressourcenverfügbarkeit und der erwarteten Güte einzusetzen ist.

1.4. Strukturbasierte Testentwurfsverfahren (White-Box) für den Automotive Tester

1.4.1 Einführung (20 Minuten)

Bei strukturbasierten Testentwurfsverfahren wird die innere Struktur einer Software berücksichtigt. Ziel der strukturbasierten Testentwurfsverfahren ist die Ermittlung von Implementierungsfehlern. Durch statische Analyse der inneren Struktur werden Kontrollfluss- oder Datenflussmodelle erstellt, die der Ermittlung von Testdaten dienen. Insbesondere in Normen für sicherheitsrelevante Systeme werden Testfälle basierend auf strukturbasierten Testentwurfsverfahren gefordert. Diese werden in der automobilen Softwareentwicklung zukünftig verstärkt zur Anwendung kommen. Dieser Lehrplan beinhaltet eine Auswahl der strukturbasierten Testentwurfsverfahren, die für Grundkenntnisse wissenswert sind.

Lernziel: (K1) Sie können beschreiben, was strukturbasierte Testentwurfsverfahren sind und wofür sie eingesetzt werden.

1.4.2 Anweisungsüberdeckung (10 Minuten)

Wird jede Anweisung einer Software im Test mindestens einmal ausgeführt, ist eine vollständige Anweisungsüberdeckung erreicht.

Lernziel: (K2) Sie können Metriken zur Erhebung der Testfallüberdeckung für Anweisungen aufsetzen.

(K2) Sie können Testfälle für eine vollständige Anweisungsüberdeckung erstellen.

1.4.3 Zweigüberdeckung (20 Minuten)

Wird jeder Zeig einer Software mindestens einmal durchlaufen, ist eine vollständige Zweigüberdeckung erreicht.

Lernziel: (K2) Sie können Metriken zur Erhebung der Testfallüberdeckung für Zweige aufsetzen.

(K2) Sie können Testfälle für eine vollständige Zweigüberdeckung erstellen.

1.4.4 Pfadüberdeckung (10 Minuten)

Wird eine vollständige Überdeckung der Kombinatorik aller möglichen Zweige einer Software einmal ausgeführt, ist eine vollständige Pfadüberdeckung erreicht.

Lernziel: (K2) Sie können Metriken zur Erhebung der Testfallüberdeckung für Pfade aufsetzen.

(K2) Sie können Testfälle für eine vollständige Pfadüberdeckung erstellen.

1.4.5 Einfach Bedingungsüberdeckung (15 Minuten)

Im Gegensatz zu den ausschließlich auf Basis des Kontrollflusses entworfenen Testfällen, die zur Anweisungs-, Zweig- oder der Pfadüberdeckung führen, sieht eine weitere Strategie des Testfallentwurfs die Berücksichtigung der Entscheidungsfindung in einer Verzweigung vor. Diese führen zu den Metriken der einfachen Bedingungsüberdeckung, der Entscheidungsüberdeckung, der minimalen Mehrfachbedingungsüberdeckung, der definierten Bedingungsüberdeckung bzw. der Mehrfachbedingungsüberdeckung. Die einfache Bedingungsüberdeckung verlangt, dass jede atomare Bedingung einmal wahr und einmal falsch ausgeführt wird.

Lernziel: (K2) Sie können Metriken zur Erhebung der Testfallüberdeckung für einfache Bedingungen aufsetzen.

(K2) Sie können Testfälle für eine vollständige Bedingungsüberdeckung erstellen.

1.4.6 Entscheidungsüberdeckung (5 Minuten)

Der Begriff der Entscheidungsüberdeckung wird eingeführt, um die Vergleichbarkeit der Metriken herstellen zu können.

Lernziel: (K1) Sie kennen den Begriff der Enscheidungsüberdeckung.

1.4.7 Mehrfachbedingungsüberdeckung (10 Minuten)

Die vollständige Kombinatorik der positiven wie auch der negativen Ausführung jeder atomaren Bedingung in einer Entscheidung führt zum Erreichen der vollständigen Mehrfachbedingungsüberdeckung.

Lernziel: (K2) Sie können Metriken zur Erhebung der Mehrfachbedingungsüberdeckung aufsetzen.

(K2) Sie können Testfälle für eine vollständige Mehrfachbedingungsüberdeckung erstellen.

1.4.8 Zusammenfassung der strukturbasierten Testentwurfsverfahren (10 Minuten)

Die gelehrten strukturbasierte Testentwurfsverfahren bewirken eine unterschiedliche Qualitätsgüte und dienen der Aufdeckung verschiedener Fehlertypen.

Lernziel: (K2) sie können beschreiben, welche strukturbasierten Testentwurfsverfahren für welche Testziele einzusetzen sind.

(K3) Sie können die Qualitätsgüte der Testendkriterien der unterschiedlichen Testentwurfsverfahren vergleichen.

1.5. Reviews

1.5.1 Ziel und Nutzen von Reviews (20 Minuten)

Reviews dienen der statischen Analyse von Dokumenten, um insbesondere zu frühen Projektphasen die Qualität von Arbeitsständen zu verbessern und abzusichern. Reviews können auf alle Dokumente zu jedem Releasestand durchgeführt werden. Je nach Reviewziel können unterschiedliche Reviewarten eingesetzt werden, die sich in informale und formale unterscheiden lassen. Die formalen Reviewarten unterliegen einem festgeschriebenen Prozess mit festgelegter Rollenzuordnung.

Lernziel: (K1) Sie können die Zielsetzung des Revieweinsatzes beschreiben.

1.5.2 Vorgehen im Review (20 Minuten)

Alle formale Reviewarten unterliegen einerseits einem Reviewprozess: Reviewplanung, Kick-off, Individuelle Vorbereitung, Reviewsitzung, Überarbeitung, Reviewabschluss. Andererseits sind feste Rollen Zugeordnet: Reviewmanager, Autor, Gutachter bzw. Inspektoren, Protokollant bzw. Schriftführer, Moderator.

Lernziel: (K2) Sie können den Reviewprozess beschreiben.

(K2) Sie können die Rollen eines Reviews benennen und erläutern.

1.5.3 Arten von Reviews (20 Minuten)

Abhängig vom Reviewziel und vom Testobjekt können verschiedene Reviewarten zum Tragen kommen. Zwei Unterscheidungsmerkmale dienen der Unterteilung. Auf der einen Seite wird das Vorgehen im Review unterschieden, auf der anderen Seite der Typ des Testobjekts. Dieser Lehrplan berücksichtigt lediglich die Unterscheidung anhand des Vorgehens: Informelles Review, Walkthroughs, Technische Reviews, Inspektions, Managementreviews und Audits

Lernziel: (K2) Sie können die unterschiedlichen Reviewarten beschreiben und entscheiden, in welchen Fällen welche Reviewart zum Einsatz kommen sollte.

1.5.4 Auswahl des Testentwurfsverfahrens (20 Minuten)

Obwohl keine Norm bezüglich der Auswahl eines Testentwurfsverfahrens existiert und sich die Literatur ebenfalls zu diesem Thema sehr bedeckt hält, sollte die Herausforderung der Auswahl bzw. Kombination der richtigen Testentwurfsverfahren angesprochen werden. Unterschiedliche Parameter sind für die Auswahl entscheidend. Hierzu zählen sicherheitsrelevante Normen oder andere branchenübliche Standards, die Risikoeinstufung bspw. gemäß der ISO 26262, die gegenwärtige Teststufe, die Qualitätsmerkmale gemäß dem Testziel oder die zur Verfügung stehenden Projektressourcen.

2. Modul 2: Testen im Automobilbau (5 Stunden)

2.1. Softwareentwicklung im Automobilbau

2.1.1 Grundlagen des Softwaretesten im Automobilbau (30 Minuten)

Die Geschäftsprozesse in der automobilen Produktentwicklung sind weitgehend durch die Erstellung physischer Bauteile geprägt. Die Erstellung der eingebetteten Software wird aus Unternehmenssicht als nachgelagerter Enabler gesehen, obwohl anerkanntermaßen ein Großteil der heutigen Funktionalität ausschließlich oder zu großen Teilen durch Software ermöglicht wird. Diese funktionserbringende Software wird als eingebettete Software bezeichnet.

Die Herausforderung bei der Erstellung von eingebetteter Software liegt zum einen an der Zugänglichkeit, zum anderen an den physikalischen und betriebswirtschaftlichen Randbedingungen des einbettenden Systems und zum dritten an der Herausforderung trotz Serienproduktion dem Kunden eine möglichst große Produktindividualisierung zu ermöglichen. Aufgrund der Funktion, den harten Echtzeitanforderungen aber auch den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen durch Stückzahleneffekte ist eine hardwarenahe Programmierung unter Einsatz von Sprachen gefordert, die dieses erlauben. Objektorientierte oder modellbasierte Sprachen setzen sich erst langsam durch.

Lernziel: (K1) Sie können die Rahmenbedingungen der Softwareentwicklung im Automobilbau insbesondere hinsichtlich Variantenvielfalt, Stückzahleneffekte, hardwarenahe Programmierung und die hieraus resultierenden Problemstellungen bezüglich des Softwaretests beschreiben.

2.1.2 Automotive-PEP (30 Minuten)

Gemäß den Produktentstehungsprozessen der Automobilbauer müssen in kürzester Zeit komplexe Produkte unterschiedlicher Disziplinen entwickelt werden. Hierzu müssen mehrere Prozesse aufeinander abgestimmt punktgenau Ergebnisse liefern. Neben der Entwicklung gehören hierzu beispielsweise betriebswirtschaftliche Prozesse, die Logistik, die Produktionsplanung oder die Serviceplanung. Diese Prozesse besitzen synchrone Meilensteine. Übergreifende Fragestellungen werden in SE-Teams abgestimmt.

Lernziel: (K1) Sie können den prinzipiellen Aufbau automobiler Produktenstehungsprozesse beschreiben und kennen Ihre Herausforderungen.

2.1.3 Musterstände (30 Minuten)

Die Qualitätssicherung im Entwicklungsprozess des Produktentstehungsprozesses erfolgt über Musterstände (A-, B- und C-Muster). A-Muster weisen die Tauglichkeit des Konzeptes nach, B-Muster weisen die Serientauglichkeit nach und C-Muster sind mit Serienwerkzeugen gefertigte Musterteile, die die Produzierbarkeit beweisen. Die Freigabe der B-Muster bewirkt im Allgemeinen betriebswirtschaftliche Konsequenzen, da mit dieser Freigabe Verantwortungen vom Lieferanten an den Auftraggeber übergehen.

Lernziel: (K2) Sie können die Musterstände A-Muster, B-Muster und C-Muster unterscheiden.

2.1.4 Einbindung der Softwareentwicklung in den automobilen Produktentstehungsprozess (30 Minuten)

Die Softwareentwicklung muss sich in den automobilen Produktentstehungsprozess einordnen, der aus der klassischen konstruktiven Sichtweise auf das Fahrzeug entstanden ist. Die Technologie und die Bedeutung aber auch die Komplexität aufgrund zunehmender funktionaler Vernetzung wachsen schneller, als dies in den vorherrschenden Prozessdefinitionen berücksichtigt werden kann. So wird

die Softwareentwicklung häufig den konstruktiven Tätigkeiten nachgelagert eingeordnet. Die Anforderungen an die Softwareentwicklung resultieren daher aus Abhängigkeiten aus den konstruktiven Tätigkeiten und den Rahmenbedingungen, die der PEP vorgibt. Entsprechend findet die Qualitätssicherung auf unterschiedlichen Ebenen statt. Viele der Software zugehörige Qualitätsmerkmale werden erst in der Fahrzeugerprobung abgesichert. Hierdurch entstehen komplexe Kommunikationswege in der Entwicklung aber auch in der Erprobung.

Lernziel: (K2) Sie können die Herausforderungen des Testens im automobilen Produktentstehungsprozess insbesondere bezüglich Kommunikationswege erläutern.

2.1.5 Integrationsstufenkonzept (30 Minuten)

Um der Funktionssichtweise der Softwareentwicklung Rechnung zu tragen, setzt sich ein neues Konzept durch, das Integrationsstufenkonzept. Dieses Konzept sieht gemäß vordefinierten Integrationsstufen die stufenweise Integration fertiggestellter Funktionen vor. Entsprechend leiten sich aus den Integrationsstufen die entsprechenden Teststufen bezüglich Integration ab.

Lernziel: (K3) Sie können bezüglich einer Fahrzeugentwicklung Integrationsstufen planen und entsprechend Tests konzipieren.

2.2. Test in virtueller Umgebung

2.2.1 Einführung (50 Minuten)

Software im Automobil ist immer abhängig von der einbettenden Hardware. Mit der Erstellung und Absicherung der Software kann jedoch die Fertigstellung der Hardware nicht abgewartet werden. Entsprechend sind virtuellen Umgebungen zu schaffen, die die reale Umgebung simulieren.

Zielsetzung

Um auf fehlende Hardware bzw. fehlende Zielsysteme verzichten zu können, sind Methoden entwickelt worden, die eine Simulation der Umgebung zulassen. Hierunter fallen in erster Linie HiL und SiL aber auch MiL. Die in virtueller Umgebung durchgeführten Tests folgen den eingeführten Testprozesse mit entsprechender Dokumentation gemäß IEEE 829.

Während der Testplanerstellung ist eine Abstufungen vom Mastertestplan bis hin zu den einzelnen Testfällen einzuplanen. Für die Erstellung der Testfälle werden Design-Methoden und automatische Testfallgenerierung aus Modellen unter Verwendung entsprechender Tools eingesetzt. Mit Hilfe von Testmanagementsystem können die erstellten Testpläne automatisiert am Testplatz oder im Fahrzeug durchgeführt werden. Basierend auf den Ergebnissen von Testen können folgende Dokumente erstellt werden:

- Durchführungsstatistiken
- Testabdeckungsaussagen
- Testdokumentationen

Dieses Vorgehen unterstützt die Verfolgung von gefundenen Defekten und die Zuordnung den jeweiligen Anforderungen.

Lernziel: (K3) Sie können einen Test in der virtuellen Umgebung spezifizieren und die Dokumentation der Durchführung skizzieren.

2.2.2 Hardware-In-The Loop (40 Minuten)

Zielsetzung HIL

Das Simulationsverfahren „Hardware in the Loop“ bezeichnet den Test realer Komponenten aus dem Gesamtsystem herausgelöst in virtueller Umgebung. Diese Form der Simulation wird vorwiegend beim Fahrzeughersteller eingesetzt, der die Verantwortung für das Gesamtsystem Fahrzeug hat. Dementsprechend übernimmt dieser die Verantwortung für das Zusammenspiel der von verschiedenen Zulieferern stammenden Steuergeräte. Mit dieser Simulation wird so die Integration in das Fahrzeug vorbereitet.

Lernziel: (K1) Sie kennen Ziel und Zweck der Hardware-in-the-Loop Simulation

Einsatzzeitpunkt und Aussagekraft

Folgende Vorteile können durch eine HiL-Simulation erzielt werden:

- Simulation vor Verfügbarkeit des Fahrzeugs
- Reproduzierbare Testfälle
- Einfache Modifikation der Systemstruktur
- Gefahrlose und zerstörungsfreie Erprobung extremer Zustände
- Automatisierter Testablauf
- Unabhängigkeit von Randbedingungen wie z.B. Umwelteinflüsse

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Simulation in den realen Versuch ist aufgrund reduzierter Modelle zugunsten der Echtzeitfähigkeit nicht in jeder Hinsicht gegeben.

Lernziel: (K2) Sie kennen die Vorteile von HiL und können diese stichpunkartig beschreiben

Voraussetzung zur HiL-Simulation

Die Einsatzfähigkeit im Sinne der Verfügbarkeit des Testobjekts inkl. Hardware ist Grundvoraussetzung für die Durchführung von aussagekräftiger HiL-Simulationen. Dementsprechend muss im Entwicklungs- und Organisationsprozess berücksichtigt werden, dass Simulationshardware zum realitätsnahen Ersatz der Umgebung mit den elektrischen Schnittstellen zur Verfügung steht.

Lernziel: (K2) Sie wissen, welche Voraussetzungen für eine HiL-Simulation erfüllt sein müssen.

Aufbau eines Versuchstands

Ein HiL-Prüfstand besteht aus folgenden Komponenten:

- Hardware inkl. Steuerung (Testobjekt)
- Echtzeitfähige Simulationsumgebung
- Ausgabe- und Analyseeinheit

Diese Komponenten zeitnah zur Verfügung zu stellen, stellt die Herausforderung von HiL-Simulationen dar.

Lernziel: (K2) Sie wissen, aus welchen Komponenten der HIL-Prüfstand besteht und kennen die Herausforderungen bei der Gewährleistung des reibungsfreien Zusammenspiels der Komponenten.

Ablauf der HiL-Simulation

Während der HiL-Simulation wird ein reelles Steuergerät an einer Modellierung seiner späteren Umgebung angeschlossen und in dieser Art und Weise getestet. Damit ist eine frühe Analyse des entwickelten Gerätes möglich. Dabei wird das komplett integrierte System, bestehend aus Hardware und Software, mit einer Simulation der Umgebung mittels Signalflüssen gekoppelt und möglichst unter Echtzeitbedingungen ausgeführt. Der HiL-Test selbst wird in der Regel als Black-Box-Test durchgeführt.

Lernziel: (K3) Sie kennen den Anwendungsbereich von HiL und können den Aufwand beim Vorgehen abschätzen

2.2.3 Software-In-The Loop (30 Minuten)

Zielsetzung SiL

Im Vergleich zu HiL erfordert SiL keine Spezialhardware und bietet dadurch eine höhere Flexibilität für die Ausführung der Tests. Die SiL-Simulation und -Tests lassen sich frühzeitig während der Softwareentwicklung einsetzen und bieten die Möglichkeit, Tests bereits vor der Fertigstellung der Hardware auszuführen.

Lernziel: (K2) Sie kennen die Ziele von SiL und können die Verwendung im Vergleich zu HiL abgrenzen.

Randbedingungen: Einsatzzeitpunkt und Aussagekraft

Das vollständige Abbild der einbettenden Hardware in ein Simulationsmodell kann zu einer aufwendigen Entwicklung führen, die in einem eigenen Entwicklungsprozess mit entsprechender Absicherung entwickelt werden muss.

Das Zeitverhalten der Software weicht oftmals vom Zeitverhalten der Hardware ab. Dies lässt sich durch Synchronisationsverfahren mit einer simulierten Echtzeituhr kompensieren. Dies erhöht jedoch die Komplexität der Simulation.

Lernziel: (K1) Sie können die wichtigsten Randbedingungen von SIL benennen

2.3. Besonderheiten in der automobilen Softwareentwicklung

Die automobile Softwareentwicklung unterliegt weiteren Besonderheiten, die hier lediglich als Ausblick erwähnt werden können. Diese reichen von neuen Initiativen zur Abstraktion der Funktion von der Hardware über verschiedene Betriebszustände, die nicht im primären Betrachtungsspektrum liegen bis hin zur Herausforderung beliebig viele Varianten zu managen.

2.3.1 AUTOSAR (10 Minuten)

AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture) ist eine Initiative mehrerer Fahrzeughersteller zur Abstraktion der Software von der Hardware. Durch AUTOSAR erhalten Steuergeräte ein Betriebssystem mitsamt virtuellem Kommunikationsbus. Zur Initiative gehören desweiteren Anforderungen mit Auswirkungen auf den Testprozess.

Lernziel: (K1) Sie können die Zielsetzung von AUTOSAR reflektieren.

2.3.2 Betriebsmodi (10 Minuten)

Neben dem normalen Betriebsmodus müssen weitere Betriebsmodi entwickelt und getestet werden. Hierzu gehören beispielsweise der Produktions- oder der Transportmodus. Die entsprechenden Funktionen als auch die Übergänge zwischen den Betriebsmodi müssen im Test berücksichtigt werden.

Lernziel: (K1) sie können die Auswirkungen der Betriebsmodi auf das Testen beschreiben.

2.3.3 Variantenvielfalt (20 Minuten)

Die Kundenindividualisierbarkeit der Fahrzeuge wirkt sich ebenfalls auf die Variationsmöglichkeiten der Software aus. Es resultiert eine nahezu unendlich große Variantenvielfalt, in der nur ein Bruchteil der tatsächlichen Variationen getestet werden kann. Um dennoch eine möglichst breite Testabdeckung zu erreichen, sind entsprechende Reduktionsalgorithmen anzuwenden, wie sie beispielsweise die Methoden des Alle-Paare-Testens oder des orthogonalen Arrays bieten.

Lernziel (K1): Sie kennen die mit der Variantenvielfalt verbundenen Probleme bezüglich des Testens.

(K3): Sie können die Methoden Alle-Paare und orthogonales Array zur Reduktion der Testfälle einsetzen.

3. Modul 3: Relevante Normen des Automobilbaus (9 Stunden)

3.1. Functional Safety – ISO 26262

3.1.1 Einführung (15 Minuten)

Die ISO 26262 wird als Norm zur funktionalen Sicherheit von Straßenfahrzeugen die IEC 61508 für die Automobilindustrie ablösen. Dieser Lernabschnitt ordnet die Norm zeitlich und rechtlich ein, gibt einen Überblick über ihre Struktur und Inhalte und betrachtet ausgewählte Aspekte, die sich beim Softwaretesten ergeben. Die ISO 26262 („Road vehicles – Functional safety“)

- ist eine entstehende ISO-Norm für sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen.
- ist ein Prozess-Rahmenwerk und Vorgehensmodell zusammen mit geforderten Aktivitäten und Arbeitsprodukten die u. a. für SW-Test relevant sind
- definiert anzuwendenden Methoden beim Test und der Entwicklung
- gewährleistet bei der Umsetzung die Funktionale Sicherheit eines elektrischen/elektronischen Systems im Kraftfahrzeug

Lernziel: (K1) Sie können begründen, warum die ISO 26262 für automotive Softwaretest relevant ist und wissen, welche Aspekte durch sie adressiert werden.

3.1.2 Zielsetzung (30 Minuten)

Die Vorlage zur ISO 26262 („Road vehicles – Functional safety“) beschreibt die aktuell entstehende Norm zur funktionalen Sicherheit von Straßenfahrzeugen. Seit Juli 2009 liegt sie als Draft International Standard vor. Die Veröffentlichung als weltweit gültiger internationaler Standard ist Mitte 2011 geplant. Ab diesem Zeitpunkt löst sie als branchenspezifische Ableitung die IEC 61508 als derzeit formaljuristisch gültige Norm für Straßenfahrzeuge ab.

Ziel einer Norm wie der ISO 26262 ist es:

- Anforderungen bezüglich Sicherheit vorzugeben, ohne den Lösungsraum einzuschränken
- weder Innovation noch Wettbewerbsdifferenzierung behindern
- Wettbewerbsverzerrungen vermeiden

ISO/DIS 26262 adressiert momentan:

- Personenkraftwagen bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht

In der Automobilindustrie setzen sich Modulstrategien immer stärker durch. Hierdurch kommen sehr ähnliche Systeme in verschiedenen Fahrzeugklassen zum Einsatz. Z.B. unterscheiden sich Fensterheber für PKW nur unwesentlich oder sogar gar nicht von Fensterhebern für Nutzfahrzeuge.

Da die ISO 26262 Nutzfahrzeuge jedoch nicht explizit adressiert (ebenso Busse, Motorräder etc.), ist hier die IEC 61508 weiterhin die formaljuristisch gültige Norm.

Lernziel: (K2) Sie können die wichtigsten Adressaten der ISO 26262 benennen und die Motivation für die Norm beschreiben.

3.1.3 Betriebliche Relevanz (15 Minuten)

Zum Erscheinungszeitpunkt trägt eine Norm zum Stand von Wissenschaft und Technik bei. Da die Neuigkeiten und Innovationen schneller voranschreiten als sich die entsprechende Norm weiterentwickelt, genügt es aber nicht, lediglich die Norm umzusetzen. Normerfüllung ist zum Nachweis der Einhaltung des Stands von Wissenschaft und Technik notwendig aber nicht hinreichend

Werden die Anforderungen einer Norm jedoch nicht erfüllt, und es kommt in einem Produkthaftungsfall zum Vorwurf, das Produkt entspräche nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik, so kann eine Beweislastumkehr angestrebt werden. Dies kann sich beliebig schwierig gestalten. Daher sollte ein betriebliches Interesse zur Einhaltung der Norm vorhanden sein, um unberechenbare Produkthaftungsrisiko zu reduzieren. Alle Produkte müssen ab Veröffentlichungszeitpunkt der Norm bereits nach den darin geforderten Entwicklungsprozessen entwickelt werden und die geforderten Produkteigenschaften besitzen.

Die Phase zwischen Veröffentlichung des Draft International Standards und der endgültig genehmigten Norm kann als Einführungsphase gesehen werden, d.h. spätestens jetzt, mit Veröffentlichung des ISO/DIS 26262 sollten Unternehmen beginnen, die Norm einzuführen und die innenbetrieblichen Prozesse entsprechend gestalten.

Lernziel: (K2) Sie kennen die betriebliche Relevanz der ISO 26262 und können die wichtigsten Aspekte der Norm beschreiben

3.1.4 Automotive Safety Integrity Level (180 Minuten)

Aufbau Automotive SIL (30 Minuten)

Der „Automotive Safety Integrity Level (ASIL)“ misst die Sicherheitsrelevanz einer Fehlfunktion. Hierbei werden drei Parametern berücksichtigt:

- Exposure (E): Die Häufigkeit der Situationen, in denen die Fehlerwirkung relevant ist?
- Controllability (C): Die Beherrschbarkeit der Fehlerwirkung, wenn sie zur Ausführung kommt?
- Severity (S): Das Schadensausmaß, wenn die Fehlerwirkung nicht beherrscht werden kann?

ISO 26262 der Automobilindustrie zusammenfassend:

- Mit der Norm wird erstmalig die funktionale Sicherheit von Straßenfahrzeugen regulatorisch beschrieben.
- Sie dient der Referenz der Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich der funktionalen Sicherheit von Straßenfahrzeugen zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung.
- eine Anwendung auf weitere Fahrzeugklassen ist möglich und sinnvoll.
- Die Norm hält eine Methode zur Bestimmung des Automotive Safety Integrity Level (ASIL) vor.
- Jedoch lassen die drei Parameter der Bewertungsgrundlage Exposure E, Controllability C und Severity S einen großen Interpretationsspielraum zu.

Lernziel: (K2) Sie kennen die Grundlagen des ASIL und können die wichtigsten Bestandteile und Parameter beschreiben.

Vorgehen bei A-SIL Berechnung (30 Minuten)

Basierend auf den drei Parametern E, C und S wird der ASIL auf einer Skala A bis D (bzw. QM für nicht sicherheitsrelevante Systeme) bestimmt, wobei A die niedrigste und D die höchste Einstufung darstellt. Die Anforderungen der ISO 26262 sind schließlich abhängig des ermittelten ASIL umzusetzen.

Während in der IEC 61508 die Methodik zur Bestimmung des „Safety Integrity Levels“ (SIL) rein informativ beschrieben ist, wird in der ISO 26262 die Methodik zur Bestimmung des ASIL nun normativ umrissen vorgegeben. Bezüglich der Bestimmung der drei Parameter E, C und S lässt die ISO/DIS 26262 Spielräume.

Bei der Controllability C und der Severity S spielt zudem die konkrete Fahrzeugkonfiguration eine Rolle. Diese wird durch die Methodik der ISO 26262 nur implizit berücksichtigt. Herausforderung bei der ASIL-Einstufung ist also, eine Methodik zu finden, nach der sich ein möglichst konsistentes „ASIL-Gefüge“ ergibt.

Lernziel: (K2) Sie können beschreiben, wie bei der Berechnung von ASIL vorzugehen ist und wie der Bewertungsprozess gestaltet sein muss.

(K3) Sie können den ASIL einer Funktion bestimmen.

Risiko-Bewertungsmethoden (90 Minuten)

Testen dient der Qualitätssicherung. Um effizient testen zu können, ist die Kenntnis über das Risiko einer Software unabdingbar. Die ISO 26262 beinhaltet eine Methode der Risikobewertung basierend auf Informationen zur Schadeneintrittswahrscheinlichkeit. Die Schwierigkeit hierbei ist, dass die Informationsgewinnung zu einem frühen Zeitpunkt in der Produktentstehung erfolgen muss. Es wird zwischen folgenden methodischen Bereichen der Risikobewertung unterschieden:

- Ermittlung von Schadensausmaßen
- Ermittlung von Schadenhäufigkeiten
- Abschätzung des Ausgleichsrisikos

Die folgenden bekannten Ansätze können Grundlage für die praktische Unterstützung bei der Risikobewertung sein:

- Risikolandschaft
- Critical Incidents Reporting
- PAAG/HAZOP
- FMECA
- FTA und Auswirkungsanalyse
- Value at Risk- Methode
- Sicherheitsgraph: Tabellenklassifizierung, Checklisten, Delphi Methode

Lernziel(K3): Sie haben einen Überblick über die praktischen Ansätze bei der Risikobewertung und können eine einfache Bewertung und Identifizierung von Risiken durchführen

Einsatz von A-SIL (30 Minuten)

Die Bestimmung des ASIL und die damit verbundenen Aktivitäten benötigen eine zeitintensive Arbeit in den frühen Phasen der Produktentwicklung und Testplanung. Durch eine ausführlich durchgeführte Risikoanalyse können die Tests im Sinne des risikobasierten Testens priorisiert werden, wodurch Zeit und Ressourcen geschont werden können ohne wesentliche Einschnitte in der Produktqualität hinnehmen zu müssen. Die folgenden Aspekte sind beim ASIL berücksichtigt und leisten so weitreichende Vorteile:

- Zeitplanung

- Bestimmung und Verwaltung von Teststufen(sowohl auf der Komponenten, als auch auf der Systemebene)
- Aufbau und Monitoring vom OEM bis zum Supplier

Lernziel: (K2) Sie besitzen eine Vorstellung, in welchen Bereichen die ASIL-Berechnung verwendet werden kann und welche Vorteile dadurch erreicht werden.

3.2. Automotive SPICE

3.2.1 Einführung und Zielsetzung (30 Minuten)

2005 wurde der branchenspezifische Standard Automotive SPICE durch die Special Interest Group Automotive veröffentlicht. Abgeleitet wurde die Norm aus der ISO 15504 für Softwareprozess-Assessments. Dieses verbindliche Verfahren wird zur objektive Prozessbewertung mit daraus resultierender anschließenden Prozessverbesserung auf Projekt- und Organisationsebene herangezogen. Automotive SPICE beinhaltet:

- Process Reference Model (PRM)
- Process Assessment Model (PAM)

Automotive SPICE besitzt grundsätzlich zwei Dimensionen:

- Prozess
- Reifegrad

Lernziel: (K1) Sie kennen die Herkunft von Automotive SPICE und können die Ziele sowie die Dimensionen von Automotive SPICE benennen.

3.2.2 Reifengraddimension (30 Minuten)

Die Prozesse der Norm basieren auf der ISO 12207, die um automobilspezifische Ergänzungen erweitert bzw. angepasst wurden. Die Reifegrade entsprechen den sechs Prozessreifegraden, wie sie in der ISO 15504 definiert sind. Zur Durchführung von Assessments steht ein ISO 15504-kompatibles Assessmentmodell zur Verfügung.

Lernziel: (K2) Sie können das Assessmentmodell mit allen sechs Prozessreifengraden erklären.

3.2.3 Prozessdimension (60 Minuten)

Im Rahmen eines Automotive SPICE Assessments wird die Reife jedes einzelnen Prozesses bewertet. Diese enthält für alle Prozesse Indikatoren zur Beurteilung, inwieweit die Prozesse durchgeführt werden. Die in Automotive SPICE verwendeten Prozesse sind in zwei Gruppen aufzuteilen:

- Primary Life Cycle Prozesse
- Organisational Life Cycle Prozesse

Diese enthalten weitere Aufteilung auf

- (MAN) Management Process Group
- (ENG) Engineering Process Group
- (SUP) Supporting Process Group
- (ACQ) Acquisition Process Group
- (RIN) Resource und Infrastructure Process Group

- (OPE) Operation Process Group

Zum Verfolgen des Testziels ist ein Testprozess zu definieren, der die testspezifischen Bestandteile der aufgeführten Automotive SPICE-Prozesse berücksichtigt.

Lernziel: (K2) Sie kennen alle Prozesse mit den Indikatoren für eine Bewertung, inwieweit Prozesse durchgeführt werden sollen und können diese inklusive den dazugehörigen Unterpunkten beschreiben

(K2) Sie verstehen die Testrelevanz von den Prozessen und können die erläutern

3.2.4 Testmanagement in Automotive SPICE

Testbarkeitsanalyse (15 Minuten)

Die Testbarkeitsanalyse legt die Grundlagen für den Test der Software. Ziel ist die Gewährleistung der Testbarkeit des jeweils aktuellen Softwarestands. Die Beurteilung der Testbarkeit fordert grundlegende Kenntnis der

- Systemarchitektur
- Systemeigenschaften

Diese basiert nicht ausschließlich auf den Anforderungen.

Lernziel: (K1) Sie kennen den Zweck der Testbarkeitsanalyse

Testmethoden in Automotive SPICE (45 Minuten)

Automotive SPICE sieht sowohl statische Analysen als auch dynamische Testmethoden zur Qualitätsbewertung vor. Bei der statischen Analyse wird das Testobjekt ohne Ausführung analysiert. Ein wesentlicher Vorteil besteht in der Tatsache, dass kein ausführbarer Code notwendig ist. Bei dynamischen Tests wird hingegen die Software ausgeführt. Hierzu wird eine ausführbare Software benötigt, die in definierten Randbedingungen mit konkreten Eingabewerten ausgeführt wird. Insbesondere Funktionstests von Fahrzeugsteuergeräten werden in dieser Form durchgeführt. Hierbei kommen alle drei üblichen Testspezifikationsverfahren zum Einsatz:

- Black-Box-Test
- Grey-Box-Test
- White-Box-Test

Lernziel: (K2) Sie kennen den Unterschied zwischen statischer und dynamischer Analyse sowie von Black-Box-, Grey-Box- und White-Box-Tests im Bezug zu Automotive SPICE.

Testdokumentation (90 Minuten)

Auch bei der Testdokumentation greift Automotive SPICE auf etablierte Industriestandards mit der IEEE 829 zurück. So werden Dokumente wie Teststrategie Testkonzept, Mastertestkonzept, Stufentestkonzept, Testplan, Testspezifikation, Testprotokoll, Problembericht und Testabschlussbericht der IEEE 829 entnommen.

Lernziel: (K2) Sie können den Dokumentationsbedarf erklären und können mit den Dokumenten der IEEE829 arbeiten.

3.2.5 Test als Engineering und Supporting Prozess nach Automotive SPICE (60 Minuten)

Die testorientierten Engineering und Supporting Prozesse in Automotive SPICE vermischen Teststufen und weitere Methoden der Qualitätssicherung:

- Softwareintegrationstest
- Softwaretest
- Systemintegrationstest
- Systemtest
- Qualitätssicherung
- Reviews

Lernziel: (K2) Sie kennen die Engineering und Supporting Prozesse des Automotive SPICE und können ihre Relevanz bezüglich des Softwaretests erklären.

3.3. Vergleich Automotive SPICE und ISO 26262 (30 Minuten)

Die beiden zuvor behandelten Normen bauen nicht aufeinander auf und verfolgen unterschiedliche Zielsetzungen. Hierdurch gehen ihre Forderungen nicht nahtlos in einander über. Ihr Einsatz und konkurrierende Aspekte müssen daher aufeinander entsprechend der Teststrategie des Unternehmens und der jeweiligen Projektziele abgestimmt werden. Hierzu müssen Stärken und Schwächen beider Normen gegenübergestellt werden.

Lernziel (K4): Sie sind in der Lage, die Stärken der Normen Automotive SPICE und ISO 26262 entsprechend der Projektanforderungen und der Teststrategie des Unternehmens in der Erstellung des Testkonzepts zu kombinieren.

Quellen:

Balzert, H. (1998): Lehrbuch der Software-Technik : Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Heidelberg, Berlin, Spektrum Akademischer Verlag.

Bender, K. (2005): Embedded Systems – qualitätsorientierte Entwicklung. Berlin Heidelberg

Heinrich, Lutz J. (1992): Informationsmanagement : Planung, Überwachung und Steuerung der Informations-Infrastruktur. 4., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. München, Wien, Oldenbourg.

Thaller, G. E. (1997): Der Individuelle Software-Prozess : DIN EN ISO 9001 für Klein- und Mittelbetriebe. Kaarst, bhv.

Thaller, G. E. (2000): Software-Test : Verifikation und Validation. Hannover, Heise. Erstes Kapitel der Auflage von 2002:

Winter, Mario (1999): Qualitätssicherung für objektorientierte Software - Anforderungsermittlung und Test gegen die Anforderungsspezifiktion.Schirmacher, Arne (2001/2002): Testdokumentation nach ANSI/IEEE 829.

VDA Qualitätsmanagement Center, Automotive SPICE

Markus Müller, Klaus Hörmann, Lars Dittmann, Jörg Zimmer, Automotive SPICE in der Praxis 1.Auflage dpunkt Verlag Heidelberg 2007 Automotive SPICE

Olaf Kindel, Mario Friedrich: *Softwareentwicklung mit AUTOSAR. Grundlagen, Engineering, Management für die Praxis.* dpunkt.verlag, 2009

Kai Borgeest: *Elektronik in der Fahrzeugtechnik.* ATZ/MTZ-Fachbuch, 2008

ISO/DIS 26262-1, *Functional safety*

Automotive SPICE, *Prozess Assessment Model Release v2.3*, 2007

4. Glossar

Analyseeinheit HiL

Eine Analyseeinheit im HIL-Stand verarbeitet die Eingangssignale und berechnet die Zwischenwerte bzw. Ausgangssignale anhand von vorhandenen Informationen.

Assessment

Erfassung von Merkmalen der Leistungsfähigkeit und Prozesse einer Organisation gegenüber einem Modell mit dem Ziel, Prozesse bzw. Prozessfähigkeit zu bewerten und zu verbessern.

Ein-/Ausgabeeinheit HiL

Die Ein-/Ausgabeeinheit stellt die Verbindung zur Außenwelt in Form des Austausches von Daten mit der virtuellen Umgebung des HiLs her. Die Signale zwischen reellen Spezialhardware (Simulationshardware) und Rechnereinheit werden mittels Ein-/Ausgabeeinheit ausgetauscht.

AUTOSAR

(AUTomotive Open System ARchitecture) ist ein internationaler Standard der Automobilindustrie. Er beschreibt eine offene und standardisierte Softwarearchitektur für die Fahrzeugentwicklung, die gemeinsam von Automobilherstellern, Automobilzulieferern und Werkzeugherstellern entwickelt und getragen wird.

Betriebsmodus (Automotive)

Definiert ein spezielles Profil, welches für eine bestimmte Aufgabe (z. B. Transport oder Produktion) optimiert ist.

Echtzeitfähigkeit

Echtzeitfähigkeit eines Systems besagt, dass ein System auf ein Ereignis innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens reagieren muss.

Erprobung

Ist eine Methode, bei der das Testobjekt im Hinblick auf die in der Entwicklung bzw. Produktion zugrundeliegenden Zielvorstellungen überprüft wird. Der Produktentstehungsprozess muss entsprechend fortgeschritten sein.

FTA (Fault Tree Analysis/ Fehlerbaumanalyse)

Die Fehlerbaumanalyse ist eine Methode der Zuverlässigkeits- und Sicherheitsanalyse. Das Ziel ist es, mögliche Kombinationen von Ursachen zu ermitteln, die zu bestimmten unerwünschten Ereignissen führen können. Bei der Durchführung von FTA wird eine grafisch-logische Baumstruktur zum Verständnis der Zusammenhänge erstellt.

Hardware-in-the-Loop (HiL)

HiL ist ein Simulationsverfahren, bei dem ein reales elektronisches Steuergerät oder eine mechatronische Komponente über seine Ein- und Ausgänge in einer virtuellen Umgebung des Systems ausgeführt wird.

Integrationsstufe

Stufenweise Planung der Integration von Softwarefunktionen.

MISRA-C

Ist ein Standard für Programmierrichtlinien der Sprache C aus der Automobilindustrie, der von der MISRA (The Motor Industry Software Reliability Association) erarbeitet wurde.

PAAG o. HAZOP

PAAG steht für Prognose, Auffinden der Ursache, Abschätzen der Auswirkungen, Gegenmaßnahmen und ist ein Verfahren aus der Sicherheitstechnik. Es wurde zur Untersuchung der Sicherheit von technischen Anlagen entwickelt. HAZOP steht für Hazard and Operability und ist verfahrenstechnisch dem PAAG sehr ähnlich.

Automobiler Produktentstehungsprozess (Automotive PEP)

Der automobile Produktentstehungsprozess beschreibt die Arbeitsabläufe von der Idee für ein neues Fahrzeug bis zu dessen Entwicklung, Produktion und Verkauf.

Safety Integrity Level (SIL)

Methodik zur Einstufung von sicherheitskritischen Systemen in Sicherheitsstufen.

Software-in-the-Loop (SiL)

SiL ist ein Softwaretest- und/oder Kalibrierverfahren bei dem ECU-Software im Labor über Ein- und Ausgänge an virtuelle Umgebung angeschlossen wird.

Systemstruktur

Die Systemstruktur ergibt sich aus den Grenzen des Systems, Beziehungen zwischen den Elementen und Wechselbeziehungen der Systemelemente zur Umwelt.

Simultaneous Engineering

Simultaneous Engineering bezeichnet die integrierte und zeitparallele Abwicklung der Produkt- und Prozessgestaltung, die traditionell nacheinander folgenden Arbeitsabläufen.

Virtuelle Umgebung

gedachte, von einem Computer simulierte Umgebung zur Nachbildung realer Welt.